

เอกสารประกอบการเรียนการสอน

วิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรง (2104-2002)

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556

DC
Electrical
Circuits

หน่วยที่ 10 วิธีกระแสเมช

(Mesh Current Method)

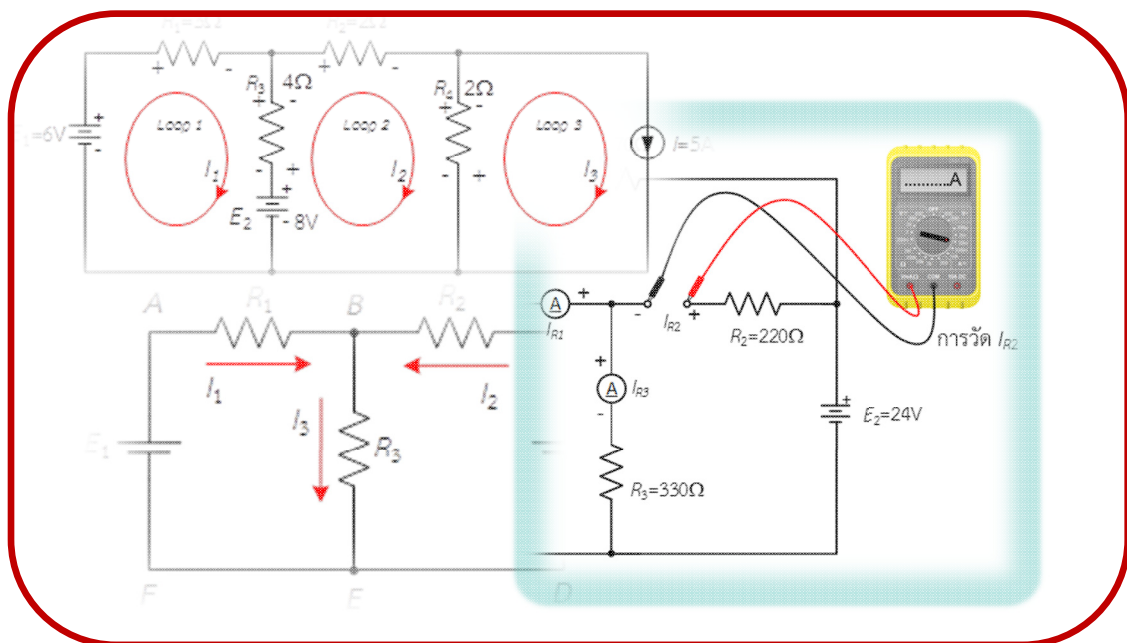
นายสุริยันต์ รักพวง

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง
วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
กระทรวงศึกษาธิการ

เอกสารประกอบการเรียนการสอน
วิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรง
รหัสวิชา 2104-2002

หน่วยที่ 10
วิธีกระแสเมช
สอนครั้งที่ 1 (สัปดาห์ที่ 12)

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556
ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม



โดย

สุริยันต์ รักพวก

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ

คำนำ

การจัดการเรียนการสอนวิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาต่างๆ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพพุทธศักราช 2556 ของคณะกรรมการการอาชีวศึกษา มุ่งเน้นการพัฒนานอกเหนือความรู้จากเนื้อหาแล้ว ยังต้องการพัฒนา ทักษะการปฏิบัติงาน ดังนั้นจึงได้เรียบเรียงเอกสารประกอบการเรียนการสอนขึ้นมาเพื่อเตรียมความพร้อมในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เป็นสาระสำคัญเหมาะสมทั้งด้านปริมาณและคุณภาพพร้อมกับสื่อการสอนที่ทันสมัยเพื่อใช้ในการเรียนการสอนและพัฒนาความสามารถของผู้เรียนโดยมีการวิเคราะห์คำอธิบายรายวิชาแบ่งเนื้อหาออกเป็น 15 หน่วยการเรียนรู้ โดยแต่ละหน่วยมีการจัดทำ ใบเนื้อหา แบบฝึกหัด แบบทดสอบพร้อมใบงานภาคปฏิบัติ ทำการวัดผลและประเมินผลการเรียนให้เป็นไปตามจุดประสงค์ของการเรียนการสอน หน่วยการเรียนรู้ของเอกสารประกอบการเรียนการสอนฉบับนี้ประกอบด้วย

- หน่วยที่ 1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า
- หน่วยที่ 2 กฎของโอห์ม กำลังงานและพลังงาน
- หน่วยที่ 3 วงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม
- หน่วยที่ 4 วงจรไฟฟ้าแบบขนาน
- หน่วยที่ 5 วงจรไฟฟ้าแบบผสม
- หน่วยที่ 6 วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า
- หน่วยที่ 7 วงจรแบ่งกระแสไฟฟ้า
- หน่วยที่ 8 การแปลงการต่อตัวต้านทานแบบวาย-เดลตา
- หน่วยที่ 9 วงจรบริดจ์
- หน่วยที่ 10 วิธีกระแสเมช
- หน่วยที่ 11 วิธีแรงดันโนด
- หน่วยที่ 12 ทฤษฎีการวางซ้อน
- หน่วยที่ 13 ทฤษฎีเทเวนิน
- หน่วยที่ 14 ทฤษฎีโนร์ตัน
- หน่วยที่ 15 ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด

สำหรับความสำเร็จในการจัดเรียบเรียงเอกสารประกอบการเรียนการสอนวิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรงนั้นส่วนหนึ่งได้รับคำแนะนำมาจากผู้เชี่ยวชาญหลายท่าน หากผู้ที่ได้ใช้เอกสารฉบับนี้พบข้อบกพร่องผิดพลาดหรือมีข้อเสนอแนะ ผู้จัดทำยินดีน้อมรับและจะนำไปปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ต่อไป จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

สุริยันต์ รักพวก

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	๗
สารบัญรูปภาพ	ง
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	ฉ
คำชี้แจงการใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอน	๗
แบบทดสอบก่อนเรียน (สัปดาห์ที่ 12)	1
ใบเนื้อหา (สัปดาห์ที่ 12)	5
10.1 กฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์	6
10.2 กฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์	8
10.3 การเขียนสมการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าโดยใช้กฎของเคอร์ชอฟฟ์	9
10.4 ดีเทอร์มิแนนต์	12
10.5 การแก้สมการเชิงเส้นหาค่าตัวแปร	19
10.6 การแก้สมการหาค่ากระแสไฟฟ้าโดยใช้กฎของเคอร์ชอฟฟ์	22
สรุป (สัปดาห์ที่ 12)	29
ใบแบบฝึกหัด (สัปดาห์ที่ 12)	30
ใบประเมินผลแบบฝึกหัด (สัปดาห์ที่ 12)	32
แบบทดสอบหลังเรียน (สัปดาห์ที่ 12)	33
แบบทดสอบก่อนเรียน (สัปดาห์ที่ 13)	37
ใบเนื้อหา (สัปดาห์ที่ 13)	41
10.7 แนวคิดของวิธีกระแสเมช	42
10.8 การแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าด้วยวิธีกระแสเมช	44
สรุป (สัปดาห์ที่ 13)	64
ใบแบบฝึกหัด (สัปดาห์ที่ 13)	65
ใบประเมินผลแบบฝึกหัด (สัปดาห์ที่ 13)	68
ใบงานที่ 10 วิธีกระแสเมช (สัปดาห์ที่ 13)	69
ใบประเมินผลใบงานที่ 10 (สัปดาห์ที่ 13)	82

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
เกณฑ์การประเมินผลใบงานที่ 10 (สัปดาห์ที่ 13)	83
แบบทดสอบหลังเรียน (สัปดาห์ที่ 13)	85
ใบประเมินผลคุณธรรม จริยธรรม (สัปดาห์ที่ 12-13)	90
เอกสารอ้างอิง	91
ภาคผนวก	92
เฉลยแบบฝึกหัด (สัปดาห์ที่ 12)	93
เฉลยแบบฝึกหัด (สัปดาห์ที่ 13)	102
เฉลยใบงานที่ 10 (สัปดาห์ที่ 13)	113
เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน (สัปดาห์ที่ 12)	120
เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน (สัปดาห์ที่ 13)	121
ใบสรุปการประเมินผล (สัปดาห์ที่ 12-13)	122
สื่อ Power Point (สัปดาห์ที่ 12)	123
สื่อ Power Point (สัปดาห์ที่ 13)	149

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
10.1 แสดงกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าและไหลออกตามกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์	7
10.2 ทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 10.1	7
10.3 แสดงแรงดันไฟฟ้าตามกฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์	8
10.4 วงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 10.2	9
10.5 วงจรไฟฟ้า	9
10.6 แสดงการตั้งชื่อลูป	10
10.7 แสดงการกำหนดทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้า	10
10.8 แสดงวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 10.8	22
10.9 แสดงการตั้งชื่อลูป และกำหนดทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 10.5	23
10.10 แสดงวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 10.9	26
10.11 แสดงการตั้งชื่อลูป และกำหนดทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้า ในวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 10.7	26
10.12 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 1	30
10.13 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 2	30
10.14 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 3	31
10.15 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 4	31
10.16 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 5	31
10.17 การกำหนดทิศทางการกระแสเมช	43
10.18 วงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 10.10	43
10.19 วงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 10.11	44
10.20 กำหนดทิศทางการกระแสและระบุขั้วแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทาน	45
10.21 แสดงวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 10.12	46
10.22 แสดงการตั้งชื่อลูป และกำหนดขั้วแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทาน ในวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 10.12	46
10.23 แสดงวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 10.13	49
10.24 แสดงการตั้งชื่อลูป และกำหนดขั้วแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทาน ในวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 10.13	49

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
10.25 แสดงวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 10.14	51
10.26 การตั้งชื่อรูป และกำหนดชั่วแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทานในวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 10.14	52
10.27 แสดงวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 10.15	54
10.28 การตั้งชื่อรูป และกำหนดชั่วแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทานในวงจรไฟฟ้า	54
10.29 จำนวนวงรอบกระแสรูปและการกำหนดทิศทางของกระแสรูปในวงจรไฟฟ้า	57
10.30 แสดงวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 10.16	58
10.31 การตั้งชื่อรูป และกำหนดชั่วแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทานตามตัวอย่างที่ 10.16	59
10.32 ทิศทางกระแสไฟฟ้าจริง และชั่วแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทานในวงจรไฟฟ้า	62
10.33 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 1	65
10.34 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 2	66
10.35 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 3	66
10.36 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 4	67

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556

รหัส 2104-2002

ระดับชั้น ปวช.

ทฤษฎี 1 ชั่วโมง ปฏิบัติ 3 ชั่วโมง 2 หน่วยกิต

วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

เวลาเรียนรวม 72 ชั่วโมง

จุดประสงค์รายวิชา

1. เพื่อให้ รู้ เข้าใจกฎและทฤษฎีวงจรไฟฟ้ากระแสตรงพื้นฐาน
2. เพื่อให้มีทักษะต่อ การวัดประลอง และคำนวณค่าต่างๆ ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง
3. เพื่อให้มีเจตคติที่ดีต่ออาชีพ มีกิจนิสัยในการค้นคว้าเพิ่มเติม และการทำงานด้วยความรอบคอบและปลอดภัย

มาตรฐานรายวิชา

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับการหาค่าต่าง ๆ ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง
2. ปฏิบัติการต่อวงจร วัด และทดสอบค่าต่าง ๆ ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับกฎของโอห์ม กฎของเคอร์ชอฟฟ์ กำลังไฟฟ้า เซลล์ไฟฟ้า วงจรความต้านทานแบบอนุกรม วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า วงจรความต้านทานแบบขนาน วงจรแบ่งกระแสไฟฟ้า การแปลงวงจรความต้านทานสตาร์-เดลตา วงจรบริดจ์ ดีเทอร์มิแนนต์ การวิเคราะห์วงจรเครือข่าย โดยใช้กฎของเคอร์ชอฟฟ์ เมชเคอเรนต์ โนดโวลเตจ ทฤษฎีการวางซ้อน เทเวนิน นอร์ตัน และการส่งถ่ายกำลังไฟฟ้าสูงสุด

คำชี้แจงการใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอน

การใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอน วิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรง รหัสวิชา 2104-2002 หน่วยที่ 10 เรื่องวิธีการผสม ใช้เวลาในการทำกิจกรรมการเรียนการสอน 2 สัปดาห์ คือสัปดาห์ที่ 12 และสัปดาห์ที่ 13 ทั้งหมด 480 นาที (8 ชั่วโมง) เพื่อให้กิจกรรมการเรียนการสอน เกิดประสิทธิผลของการเรียนรู้ควรปฏิบัติตามข้อแนะนำต่างๆในการใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอน ดังต่อไปนี้

หน่วยที่ 10 สัปดาห์ที่ 12 (240 นาที)

1. ศึกษาเอกสารประกอบการเรียนการสอนและสื่อการสอนเพื่อเตรียมการสอน
2. ชี้แจงการใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอน หน่วยที่ 10 เรื่องวิธีการผสม สอนครั้งที่ 1 สัปดาห์ที่ 12 เสนอการประเมินผลในการร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนและระเบียบต่างๆ ใช้เวลา 5 นาที
3. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนในการสอนครั้งที่ 1 ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 20 นาที
4. สอนทฤษฎีตามจุดประสงค์การเรียนการสอนประจำหน่วยที่ 10 สอนครั้งที่ 1 ด้วยสื่อ Power Point ในเอกสารประกอบการเรียนการสอน ใช้เวลาในการสอนทฤษฎี 100 นาที
5. สรุปสาระการเรียนรู้ประจำหน่วยที่ 10 เรื่องวิธีการผสม ในหัวข้อ กฎกระแสไฟฟ้า และกฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ การเขียนสมการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าโดยใช้กฎของเคอร์ชอฟฟ์ ดีเทอร์มิแนนต์ การแก้สมการเชิงเส้นหาค่าตัวแปร และการแก้สมการหาค่ากระแสไฟฟ้าโดยใช้กฎของเคอร์ชอฟฟ์ใช้เวลา 5 นาที
6. ให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัด ใช้เวลา 55 นาที
7. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนที่สอนครั้งที่ 1 ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 20 นาที
8. เฉลยแบบฝึกหัดที่สอนครั้งที่ 1 และแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน สอนครั้งที่ 1 ใช้เวลา 20 นาที
9. เก็บรวบรวม แบบฝึกหัด แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน บันทึกคะแนนลงในแบบวัดผลประเมินผลหน่วยที่ 10 โดยใช้เวลา 5 นาที
10. สรุปผลการประเมินผล พร้อมชี้แนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข และให้ผู้เรียนเตรียมความพร้อมในการเรียนหน่วยที่ 10 เรื่องวิธีการผสมที่จะสอนครั้งที่ 2 ให้ผู้เรียนเก็บเครื่องมือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองใบงาน ทำความสะอาดห้องเรียน ตรวจสอบเครื่องแต่งกาย ก่อนออกจากห้องเรียนโดยใช้เวลา 10 นาที

หน่วยที่ 10 สัปดาห์ที่ 13 (240 นาที)

1. ศึกษาเอกสารประกอบการเรียนการสอนและสื่อการสอนเพื่อเตรียมการสอน
2. ชี้แจงการใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอน หน่วยที่ 10 เรื่องวิถีกระแสน้ำ สอนครั้งที่ 2 สัปดาห์ที่ 13 เกณฑ์การประเมินผลในการร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนและระเบียบต่างๆ ใช้เวลา 5 นาที
3. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนในการสอนครั้งที่ 2 ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 20 นาที
4. สอนทฤษฎีตามจุดประสงค์การเรียนการสอนประจำหน่วยที่ 10 สอนครั้งที่ 2 ด้วยสื่อ Power Point ในเอกสารประกอบการเรียนการสอน ใช้เวลาในการสอนทฤษฎี 55 นาที
5. สรุปสาระการเรียนรู้ประจำหน่วยที่ 10 เรื่องวิถีกระแสน้ำ ในหัวข้อ แนวคิดของวิถีกระแสน้ำและการแก้ปัญหาทางจลไฟฟ้าด้วยวิถีกระแสน้ำ ใช้เวลา 5 นาที
6. ให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัด ใช้เวลา 40 นาที
7. ให้ผู้เรียนทำการทดลองใบงานที่ 10 ใช้เวลา 60 นาที
8. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนที่สอนครั้งที่ 2 ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 20 นาที
9. เฉลยแบบฝึกหัดหน่วยที่ 10 สอนครั้งที่ 2 ใบงานที่ 10 และแบบทดสอบก่อนเรียน หลังเรียน หน่วยที่ 10 สอนครั้งที่ 2 ใช้เวลา 20 นาที
10. เก็บรวบรวม แบบฝึกหัด ใบงาน แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน บันทึกคะแนนลงในแบบวัดผลประเมินผลหน่วยที่ 10 โดยใช้เวลา 5 นาที
11. สรุปผลการประเมินผล พร้อมชี้แนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข และให้ผู้เรียนเตรียมความพร้อมในการเรียนหน่วยที่ 11 วิธีแรงดันโหนด ให้ผู้เรียนเก็บเครื่องมือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองใบงาน ทำความสะอาดห้องเรียน สรรวจเครื่องแต่งกาย ก่อนออกจากห้องเรียนโดยใช้เวลา 10 นาที

ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เป็นภาคทฤษฎีบทบาทสำคัญของครูต้องสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน เพื่อแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีทักษะ เกิดการเชื่อมโยงความรู้จากทฤษฎีสู่ภาคปฏิบัติความสัมพันธ์ของเนื้อหาภาพรวมทั้งหมดที่เรียนสามารถขยายความรู้ในการนำไปประยุกต์ใช้งานจริงได้



แบบทดสอบก่อนเรียน

รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

สัปดาห์ที่ 12

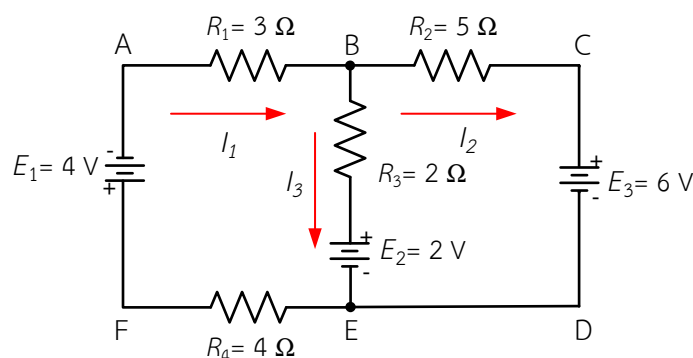
หน่วยที่ 10 : วิธีกระแสเมช

คำชี้แจง

- จงทำเครื่องหมายกากบาท (X) เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว
- แบบทดสอบมีจำนวน 10 ข้อ ใช้เวลาทำแบบทดสอบ 20 นาที

- ข้อใดคือกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์
 - ผลรวมทางพีชคณิตของกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าและไหลออกมีค่าเท่ากับศูนย์
 - ผลรวมของกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าไม่เท่ากับผลรวมของกระแสไฟฟ้าที่ไหลออก
 - ผลรวมทางพีชคณิตของกระแสไฟฟ้าทั้งหมดเท่ากับกระแสไฟฟ้ารวม
 - ไม่มีข้อถูก
- ข้อใดคือกฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์
 - ผลรวมทางพีชคณิตของแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัวจะเท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่าย
 - ผลรวมทางพีชคณิตของแรงดันไฟฟ้ามีค่าไม่เท่ากับศูนย์
 - ผลรวมทางพีชคณิตของแรงดันไฟฟ้าทั้งหมดเท่ากับแหล่งจ่าย
 - ไม่มีข้อถูก

จากวงจรในรูปที่ 1 ใช้ตอบคำถามข้อ 3-10



รูปที่ 1 สำหรับตอบคำถามข้อที่ 3-10

- ข้อใดคือสมการกระแสไฟฟ้าตามกฎกระแสของเคอร์ชอฟฟ์
 - $I_3 = I_1 + I_2$
 - $I_3 = I_1 - I_2$
 - $I_3 = -I_1 + I_2$
 - $I_3 = I_2 - I_1$

	แบบทดสอบก่อนเรียน	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 12
	หน่วยที่ 10 : วิธีกระแสเมฆ	

4. สมการแรงดันไฟฟ้าตามกฎกระแสของเคอร์ชอฟฟ์ในรูป ABEFA คือข้อใด

ก. $9I_1 + 2I_2 = -6$

ข. $9I_1 + 2I_2 = 6$

ค. $9I_1 - 2I_2 = -6$

ง. $9I_1 - 2I_2 = 6$

5. สมการแรงดันไฟฟ้าตามกฎกระแสของเคอร์ชอฟฟ์ในรูป BCDEB คือข้อใด

ก. $2I_1 + 7I_2 = 8$

ข. $-2I_1 + 7I_2 = -4$

ค. $-2I_1 + 7I_2 = 8$

ง. $2I_1 + 7I_2 = -4$

6. แก้มการหาค่า I_1 ได้เท่าไร

ก. -0.96 A

ข. -0.92 A

ค. -0.88 A

ง. -0.85 A

7. แก้มการหาค่า I_2 ได้เท่าไร

ก. -1.22 A

ข. -0.94 A

ค. -0.81 A

ง. -0.62 A

8. แก้มการหาค่า I_3 ได้เท่าไร

ก. -0.16 A

ข. -0.12 A

ค. -0.08 A

ง. -0.04 A

	แบบทดสอบก่อนเรียน	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 12
	หน่วยที่ 10 : วิธีกระแสเมฆ	

9.แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทาน R_3 คือข้อใด

ก. -1.70 V

ข. -1.62 V

ค. -0.08 V

ง. -0.06 V

10. แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทาน R_4 คือข้อใด

ก. -3.40 V

ข. -3.24 V

ค. -0.24 V

ง. -0.16 V

	แบบทดสอบก่อนเรียน	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 12
	หน่วยที่ 10 : วิธีกระแสเมฆ	

กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน

คำสั่ง จงทำเครื่องหมายกากบาท (X) เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว ลงในช่องของ
กระดาษคำตอบ

ชื่อ – สกุล เลขที่ ชั้น

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

สรุปผล

เต็ม	10
ทำแบบทดสอบได้	
คะแนนเก็บ 5 คะแนนได้	

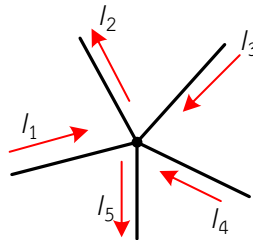
เกณฑ์การประเมิน

ทำแบบทดสอบได้ 5	คะแนน	ระดับคุณภาพ	ดีมาก
ทำแบบทดสอบได้ 3.5 – 4.5	คะแนน	ระดับคุณภาพ	ดี
ทำแบบทดสอบได้ 2 – 3	คะแนน	ระดับคุณภาพ	พอใช้
ทำแบบทดสอบได้ 0 – 1.5	คะแนน	ระดับคุณภาพ	ปรับปรุง

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 12
	หน่วยที่ 10 : วิธีกระแสเมฆ	จำนวน 4 ชั่วโมง
สาระสำคัญ ในวงจรไฟฟ้าที่มีความยุ่งยาก ซับซ้อน มีแหล่งจ่ายแรงดันหลายตัว และมีหลายสาขา ซึ่งวงจรลักษณะนี้ไม่สามารถใช้กฎของโอห์มแก้ปัญหาได้ นักวิทยาศาสตร์ชื่อ กุสตาฟ โรเบิร์ต เคอร์ชอฟฟ์ จึงได้คิดวิธีแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าเหล่านี้ เรียกว่า กฎของเคอร์ชอฟฟ์ โดยแบ่งเป็น 2 ข้อ คือ กฎกระแสไฟฟ้าและกฎแรงดันไฟฟ้า สามารถนำมาแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าเหล่านี้ได้ จุดประสงค์การเรียนรู้การสอน จุดประสงค์ทั่วไป เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ และเข้าใจวิธีแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าด้วยกฎของเคอร์ชอฟฟ์และด้วยวิธีกระแสเมฆ คำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลในสาขาต่าง ๆ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 1. บอกกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ได้ 2. บอกกฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ได้ 3. เขียนสมการไฟฟ้าโดยใช้กฎของเคอร์ชอฟฟ์ได้ 4. แก้สมการหาค่ากระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทานได้ 5. คำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมความต้านทานได้ คุณธรรม จริยธรรม 1. คุณลักษณะอันพึงประสงค์ 1.1 ความรับผิดชอบ 1.2 ความมีวินัย 1.3 การตรงต่อเวลา 1.4 ความมีมนุษยสัมพันธ์ 1.5 ความรู้และทักษะวิชาชีพ 1.6 ความสนใจใฝ่หาความรู้ 2. การบูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง 2.1 ศึกษาข้อมูลอย่างเป็นระบบ 2.2 ทำตามลำดับขั้น		

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 12
	หน่วยที่ 10 : วิธีกระแสเมซ	จำนวน 4 ชั่วโมง
2.3 ประหยัด เรียบง่าย ได้ประโยชน์สูงสุด 2.4 การมีส่วนร่วม สาระการเรียนรู้ 10.1 กฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ 10.2 กฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ 10.3 การเขียนสมการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าโดยใช้กฎของเคอร์ชอฟฟ์ 10.4 ดีเทอร์มิแนนต์ 10.5 การแก้สมการเชิงเส้นหาค่าตัวแปร 10.6 การแก้สมการหาค่ากระแสไฟฟ้าโดยใช้กฎของเคอร์ชอฟฟ์ เนื้อหาสาระ จากที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับลักษณะความรู้พื้นฐานและกฎต่างที่เกี่ยวข้องกับวงจรไฟฟ้ามาแล้วนั้น ในหน่วยนี้จะกล่าววิธีการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าที่จะใช้หาค่ากระแสไฟฟ้าให้ได้เร็วเร็วยิ่งขึ้นคือการโดยใช้กฎของเคอร์ชอฟฟ์เพื่อหาสมการของวงจรไฟฟ้าแล้วนำความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์เข้ามาช่วยในการพิสูจน์หาค่าของตัวแปรนั้น ๆ จะเป็นวิธีการกำจัดตัวแปร หรือใช้วิธีดีเทอร์มิแนนต์ในการหาค่าตัวแปร เพื่อหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ผ่านโหลดที่โจทย์กำหนด มีหัวข้อดังนี้ 10.1 กฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ (Kirchhoff's Current Law : KCL) กฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์กล่าวว่า “ณ จุดใดๆ ในวงจรไฟฟ้าผลรวมทางพีชคณิตของกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าและไหลออกมีค่าเท่ากับศูนย์” หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า “ณ จุดใด ๆ ในวงจรไฟฟ้าผลรวมของกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าจะเท่ากับผลรวมของกระแสไฟฟ้าที่ไหลออก” ดังสมการที่ 10-1 และ 10-2 จากผลรวมทางพีชคณิตของกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าและไหลออกเท่ากับศูนย์ เขียนเป็นสมการได้ $\sum I = 0 \quad (10-1)$ หรือผลรวมของกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าจุดเท่ากับผลรวมของกระแสไฟฟ้าที่ไหลออกจากจุดเขียนเป็นสมการได้ $\sum I_{in} = \sum I_{out} \quad (10-2)$		

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 12
	หน่วยที่ 10 : วิธีกระแสเมฆ	จำนวน 4 ชั่วโมง



รูปที่ 10.1 แสดงกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าและไหลออกตามกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์

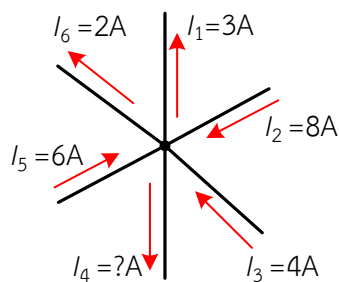
จากรูปที่ 10.1 กระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าคือ I_1, I_3, I_4 และกระแสไฟฟ้าที่ไหลออกคือ I_2, I_5 เขียนสมการกระแสได้ดังนี้

$$I_1 + I_3 + I_4 = I_2 + I_5 \quad (10-3)$$

หรือ $I_1 + I_3 + I_4 - I_2 - I_5 = 0 \quad (10-4)$

หรือ $I_1 + I_3 + I_4 - (I_2 + I_5) = 0 \quad (10-5)$

ตัวอย่างที่ 10.1 จากรูปที่ 10.2 กำหนดให้ $I_1 = 3A, I_2 = 1A, I_3 = 5A, I_5 = 4A, I_6 = 6A$ จงหากระแสไฟฟ้า I_4



รูปที่ 10.2 ทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 10.1

วิธีทำ

จาก

$$\sum I_{in} = \sum I_{out}$$

จะได้

$$I_2 + I_3 + I_5 = I_1 + I_4 + I_6$$

$$I_4 = -I_1 + I_2 + I_3 + I_5 - I_6$$

ดังนั้น

$$I_4 = -3 + 8 + 4 + 6 - 2 = 13A$$

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 12
	หน่วยที่ 10 : วิธีกระแสเมฆ	จำนวน 4 ชั่วโมง

10.2 กฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ (Kirchhoff's Voltage Law : KVL)

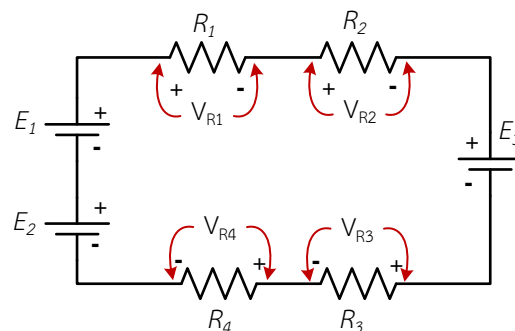
กฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ กล่าวว่า “ในวงจรไฟฟ้าปิดใดๆ ผลรวมทางพีชคณิตของแรงดันไฟฟ้ามีค่าเท่ากับศูนย์” หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า “ในวงจรไฟฟ้าปิดใดๆ ผลรวมทางพีชคณิตของแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัวจะเท่ากับแรงดันที่แหล่งจ่าย” ดังสมการที่ (10-6) และ (10-7)

จากผลรวมทางพีชคณิตของแรงดันไฟฟ้าเท่ากับศูนย์ เขียนเป็นสมการได้

$$\sum E = 0 \quad (10-6)$$

หรือ ผลรวมทางพีชคณิตของแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัวเท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่าย เขียนเป็นสมการได้

$$\sum V_R = \sum E \quad (10-7)$$



รูปที่ 10.3 แสดงแรงดันไฟฟ้าตามกฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์

จากวงจรไฟฟ้าในรูปที่ 10.3 แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทาน คือ V_{R1} , V_{R2} , V_{R3} และ V_{R4} แรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่ายคือ E_1 , E_2 และ E_3 เขียนสมการแรงดันไฟฟ้าได้ดังนี้

$$V_{R1} + V_{R2} + V_{R3} + V_{R4} = E_1 + E_2 - E_3 \quad (10-8)$$

หรือ

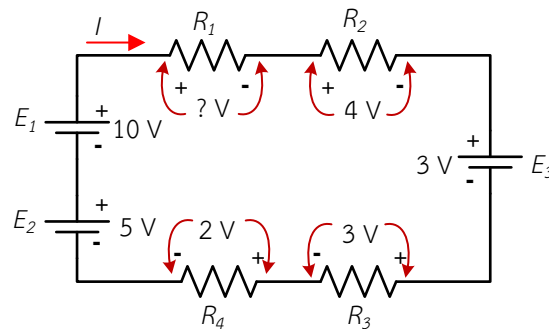
$$V_{R1} + V_{R2} + V_{R3} + V_{R4} - E_1 - E_2 + E_3 = 0 \quad (10-9)$$

หรือ

$$V_{R1} + V_{R2} + V_{R3} + V_{R4} + E_3 - (E_1 + E_2) = 0 \quad (10-10)$$

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 12
	หน่วยที่ 10 : วิธีกระแสเมช	จำนวน 4 ชั่วโมง

ตัวอย่างที่ 10.2 จากวงจรไฟฟ้าในรูปที่ 10.4 กำหนดให้ $E_1 = 10\text{ V}$, $E_2 = 5\text{ V}$, $E_3 = 3\text{ V}$, $V_{R_2} = 4\text{ V}$, $V_{R_3} = 3\text{ V}$, $V_{R_4} = 2\text{ V}$ จงหาแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_1



รูปที่ 10.4 วงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 10.2

วิธีทำ

$$\begin{aligned} \text{จาก} \quad \sum V_R &= \sum E \\ V_{R_1} + V_{R_2} + V_{R_3} + V_{R_4} &= E_1 + E_2 - E_3 \end{aligned}$$

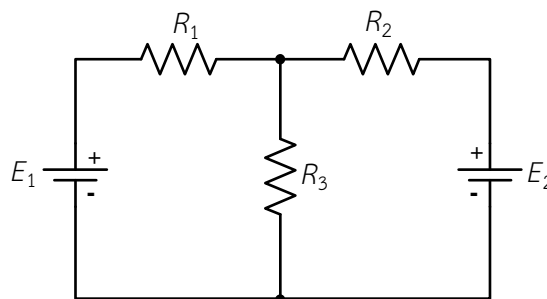
$$\text{จะได้} \quad V_{R_1} = E_1 + E_2 - E_3 - V_{R_2} - V_{R_3} - V_{R_4}$$

$$\text{ดังนั้น} \quad V_{R_1} = 10 + 5 - 3 - 4 - 3 - 2 = 3\text{ V}$$

$\therefore$ ค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทาน $R_1 = 3\text{ V}$

10.3 การเขียนสมการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าโดยใช้กฎของเคอร์ชอฟฟ์

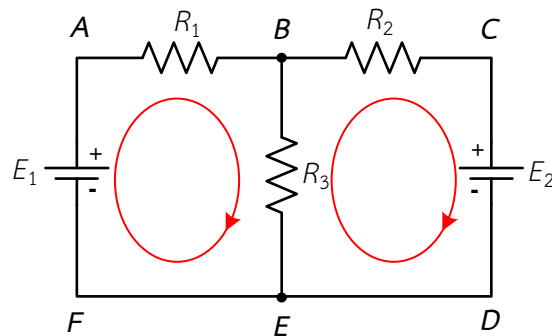
ในการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าในรูปที่ 10.5 โดยใช้กฎของเคอร์ชอฟฟ์ มีขั้นตอนดังนี้



รูปที่ 10.5 วงจรไฟฟ้า

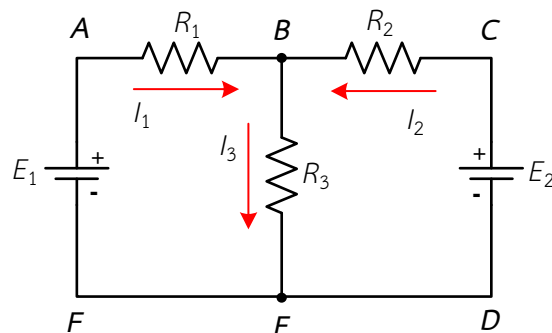
10.3.1 ตั้งชื่อลูป (Loop) หรือวงจร ดังรูปที่ 10.6 ซึ่งวงจรนี้มี 2 ลูป คือ ลูป ABEFA และลูป BCDEB

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 12
	หน่วยที่ 10 : วิธีกระแสเมช	จำนวน 4 ชั่วโมง



รูปที่ 10.6 แสดงการตั้งชื่อลูป

10.3.2 กำหนดทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าในแต่ละสาขาของวงจร โดยกำหนดให้กระแสไฟฟ้าไหลเข้าจุดหรือไหลออกจากจุดก็ได้ ดังรูปที่ 10.7



รูปที่ 10.7 แสดงการกำหนดทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้า

10.3.3 เขียนสมการกระแสไฟฟ้าตามกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ที่กล่าวว่าผลรวมของกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าจุดเท่ากับผลรวมของกระแสไฟฟ้าที่ไหลออกจากจุด

จะได้
$$I_1 + I_2 = I_3 \quad (10-11)$$

10.3.4 เขียนสมการแรงดันไฟฟ้าตามกฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ที่กล่าวว่า ผลรวมทางพีชคณิตของแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัวเท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่าย โดยพิจารณาที่ลูปในส่วนของการใส่เครื่องหมายหน้าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทานมีวิธีการพิจารณาคือ หากพิจารณาลูปไปในทางเดียวกันกับทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้า จะได้เครื่องหมายหน้าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทานเป็นบวก และหากพิจารณาลูปไปในทางสวนกับทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้า

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 12
	หน่วยที่ 10 : วิธีกระแสเมช	จำนวน 4 ชั่วโมง

จะได้เครื่องหมายหน้าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทานเป็นลบ ในส่วนของการใส่เครื่องหมายหน้าแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ามีวิธีการพิจารณาคือ หากพิจารณาแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าจากขั้วลบไปขั้วบวกได้ เครื่องหมายบวก และหากพิจารณาแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าจากขั้วบวกไปขั้วลบได้เครื่องหมายลบ จากรูปที่ 10.7 เขียนสมการแรงดันไฟฟ้าได้ดังนี้

พิจารณาลูป ABEFA (ทางเดียวกับทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้า I_1 และ I_3) จะได้

$$V_{R_1} + V_{R_3} = E_1$$

จากกฎของโอห์ม $E = IR$ โดยกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_1 คือ I_1 และกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_3 คือ I_3 จะได้

$$I_1 R_1 + I_3 R_3 = E_1 \quad (10-12)$$

แทนสมการที่ (10-11) ลงใน สมการที่ (10-12) จะได้

$$\begin{aligned} I_1 R_1 + (I_1 + I_2) R_3 &= E_1 \\ I_1 R_1 + I_1 R_3 + I_2 R_3 &= E_1 \\ I_1 (R_1 + R_3) + I_2 R_3 &= E_1 \end{aligned} \quad (10-13)$$

พิจารณาลูป CBEDC (ทางเดียวกับทิศทางกระแสไฟฟ้า I_2 และ I_3) จะได้

$$V_{R_2} + V_{R_3} = E_2$$

จากกฎของโอห์ม $E = IR$ โดยกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_2 คือ I_2 และกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_3 คือ I_3 จะได้

$$I_2 R_2 + I_3 R_3 = E_2 \quad (10-14)$$

แทนสมการที่ (10-11) ลงใน สมการที่ (10-14) จะได้

$$\begin{aligned} I_2 R_2 + (I_1 + I_2) R_3 &= E_2 \\ I_2 R_2 + I_1 R_3 + I_2 R_3 &= E_2 \\ I_1 R_3 + I_2 (R_2 + R_3) &= E_2 \end{aligned} \quad (10-15)$$

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 12
	หน่วยที่ 10 : วิธีกระแสเมช	จำนวน 4 ชั่วโมง

หากลองเขียนสมการแรงดันไฟฟ้าในรูปที่ 2 ใหม่ โดยจะพิจารณาสวนทางกับทิศทางของกระแสไฟฟ้า I_2 และ I_3 ดังนี้

พิจารณาลูป $BCDEB$ จะได้

$$\begin{aligned}
 -V_{R_2} - V_{R_3} &= -E_2 \\
 -I_2 R_2 - I_3 R_3 &= -E_2
 \end{aligned}
 \tag{10-16}$$

แทนสมการที่ (10-11) ลงใน สมการที่ (10-16) จะได้

$$\begin{aligned}
 -I_2 R_2 - (I_1 + I_2) R_3 &= -E_2 \\
 -I_2 R_2 - I_1 R_3 - I_2 R_3 &= -E_2 \\
 -I_1 R_3 - I_2 (R_2 + R_3) &= -E_2
 \end{aligned}
 \tag{10-17}$$

10.4 ดีเทอร์มิแนนต์

ดีเทอร์มิแนนต์ (Determinant) ใช้แก้โจทย์คณิตศาสตร์ที่มีตัวแปรตั้งแต่สองตัวแปรขึ้นไปในทางวงจรไฟฟ้าที่นำไปใช้ เช่น การแก้โจทย์ด้วยวิธีกระแสเมชและวิธีแรงดันโนดเป็นต้น

พิจารณาสมการต่อไปนี้ เมื่อ x และ y เป็นตัวแปรที่ไม่ทราบค่า และ a_1, a_2, b_1, b_2, c_1 และ c_2 เป็นค่าคงที่

แถวตั้ง 1 แถวตั้ง 2 แถวตั้ง 3

แถวนอน 1	$a_1 x + b_1 y = c_1$
แถวนอน 2	$a_2 x + b_2 y = c_2$

(10-18)

(10-19)

ดังนั้นถ้าใช้ดีเทอร์มิแนนต์เพื่อหาค่า x และ y จะได้รูปแบบแต่ละตัวแปรดังนี้

$$x = \frac{\begin{vmatrix} c_1 & b_1 \\ c_2 & b_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{vmatrix}} \qquad y = \frac{\begin{vmatrix} a_1 & c_1 \\ a_2 & c_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{vmatrix}}
 \tag{10-20}$$

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 12
	หน่วยที่ 10 : วิธีกระแสเมช	จำนวน 4 ชั่วโมง

การจัดเรียงค่าแต่ละค่าในสมการที่ 10-20 จำนวนที่เป็นเศษ และจำนวนที่เป็นส่วน ในตัวเศษส่วน หมายถึง ดีเทอร์มิแนนต์ (D) ซึ่งหาค่าเชิงตัวเลขได้ดังนี้

แถวตั้ง 1 แถวตั้ง 2

ดีเทอร์มิแนนต์ $D = \begin{vmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{vmatrix} = a_1b_2 - a_2b_1$ (10-21)

เมื่อใช้ดีเทอร์มิแนนต์เพื่อหาค่า x และ y จากสมการที่ 10-19 และ 10-20 จะได้ดังนี้

$$x = \frac{\begin{vmatrix} c_1 & b_1 \\ c_2 & b_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{vmatrix}} = \frac{c_1b_2 - c_2b_1}{a_1b_2 - a_2b_1}$$
 (10-22)

$$y = \frac{\begin{vmatrix} a_1 & c_1 \\ a_2 & c_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{vmatrix}} = \frac{a_1c_2 - a_2c_1}{a_1b_2 - a_2b_1}$$
 (10-23)

ตัวอย่างที่ 10.3 จากสมการจงหาค่า x และ y

$$\begin{aligned} 2x + y &= 3 \\ 3x + 4y &= 4 \end{aligned}$$

วิธีทำ

$$x = \frac{\begin{vmatrix} 3 & 1 \\ 4 & 4 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 2 & 1 \\ 3 & 4 \end{vmatrix}} = \frac{(3 \times 4) - (2 \times 1)}{(2 \times 4) - (3 \times 1)} = \frac{12 - 2}{8 - 3}$$

$$= \frac{10}{5} = 2$$

$\therefore x = 2$

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 12
	หน่วยที่ 10 : วิธีกระแสเมช	จำนวน 4 ชั่วโมง

$$y = \frac{\begin{vmatrix} 2 & 3 \\ 3 & 2 \end{vmatrix}}{5} = \frac{(2 \times 2) - (3 \times 3)}{5} = \frac{4 - 9}{5}$$

$$= \frac{-5}{5} = -1$$

$$\therefore y = -1$$

ตรวจสอบความถูกต้องของค่าตัวแปร x และ y โดยแทนค่าลงในสมการโห้ทย์จะได้

$$2x + y = (2 \times 2) + (-1) = 4 - 1 = 3 \text{ แสดงว่าถูกต้อง}$$

$$3x + 4y = (3 \times 2) + (4 + (-1)) = 6 - 4 = 2 \text{ แสดงว่าถูกต้อง}$$

ตัวอย่างที่ 10.4 จากสมการจงหาค่า x และ y

$$x = 4 - 8y$$

$$3x = -2 + 4y$$

วิธีทำ

เขียนสมการใหม่ให้อยู่ในรูปแบบสมการที่ 10-18 และ 10-29 จะได้

$$x + 4y = 4$$

$$3x - 4y = -2$$

หาค่า x และ y ด้วยดีเทอร์มิแนนต์จะได้

$$x = \frac{\begin{vmatrix} 4 & 4 \\ -2 & -4 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & 4 \\ 3 & -4 \end{vmatrix}} = \frac{(4 \times (-4)) - ((-2) \times 4)}{(1 \times (-4)) - (3 \times 4)} = \frac{-16 + 8}{-4 - 12}$$

$$= \frac{-8}{-16} = \frac{1}{2}$$

$$\therefore x = 0.5$$

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 12
	หน่วยที่ 10 : วิธีกระแสเมช	จำนวน 4 ชั่วโมง

$$y = \frac{\begin{vmatrix} 1 & 4 \\ 3 & -2 \end{vmatrix}}{-16} = \frac{(1 \times (-2)) - (3 \times 4)}{-16} = \frac{-2 - 12}{-16}$$

$$= \frac{-14}{-16} = \frac{7}{8}$$

$$\therefore y = 0.875$$

ตรวจสอบความถูกต้องของค่าตัวแปร x และ y โดยแทนค่าลงในสมการใดๆ ก็ได้

$$x + 4y = 0.5 + (4 \times 0.875) = 0.5 + 3.5 = 4 \quad \text{แสดงว่าถูกต้อง}$$

$$3x - 4y = (3 \times 0.5) - (4 \times 0.875) = 1.5 - 3.5 = -2 \quad \text{แสดงว่าถูกต้อง}$$

การใช้ดีเทอร์มิแนนต์ไม่ได้จำกัดแต่เพียงการแก้สมการที่มีสองตัวแปรเท่านั้น แต่ยังสามารถใช้กับตัวเลขใดก็ได้ของสมการเชิงเส้นที่เกิดขึ้นพร้อมกัน การนำไปใช้งานต้องตรวจสอบความถูกต้องให้ละเอียด โดยเฉพาะดีเทอร์มิแนนต์สามตัวแปรซึ่งมีขั้นตอนการพิจารณาดังนี้

	แถวตั้ง 1	แถวตั้ง 2	แถวตั้ง 3	แถวตั้ง 4	
แถวนอน 1	a_1x	$+ b_1y$	$+ c_1z$	$= d_1$	(10-24)
แถวนอน 2	a_2x	$+ b_2y$	$+ c_2z$	$= d_2$	(10-25)
แถวนอน 3	a_3x	$+ b_3y$	$+ c_3z$	$= d_3$	(10-26)

เมื่อ x , y และ z เป็นตัวแปร และ $a_{1,2,3}$, $b_{1,2,3}$ และ $c_{1,2,3}$ เป็นค่าคงที่ การจัดเรียงดีเทอร์มิแนนต์สำหรับ x , y และ z จัดเรียงคล้ายกับแบบสองตัวแปร นั่นคือ การหาค่า x โดยนำค่าในแถวตั้ง 4 แทนในจำนวนที่เป็นเศษส่วนของแถวตั้ง 1 ในดีเทอร์มิแนนต์แล้วหารด้วยดีเทอร์มิแนนต์ (D) ในส่วนของการหาค่า y และ z ทำโดยใช้หลักการเดียวกันกับการหาค่า x อธิบายได้ดังนี้

$$\text{ดีเทอร์มิแนนต์ } D = \begin{vmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{vmatrix}$$

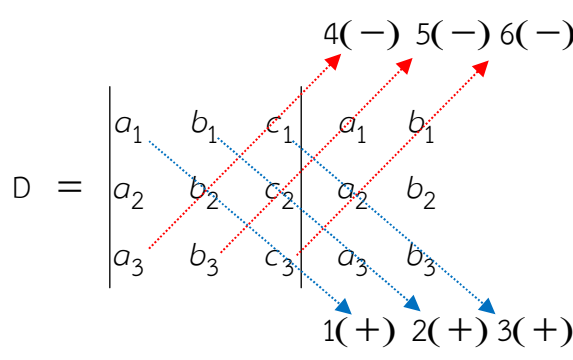
	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 12
	หน่วยที่ 10 : วิธีกระแสเมช	จำนวน 4 ชั่วโมง

$$x = \frac{\begin{vmatrix} d_1 & b_1 & c_1 \\ d_2 & b_2 & c_2 \\ d_3 & b_3 & c_3 \end{vmatrix}}{D}$$

$$y = \frac{\begin{vmatrix} a_1 & d_1 & c_1 \\ a_2 & d_2 & c_2 \\ a_3 & d_3 & c_3 \end{vmatrix}}{D}$$

$$z = \frac{\begin{vmatrix} a_1 & b_1 & d_1 \\ a_2 & b_2 & d_2 \\ a_3 & b_3 & d_3 \end{vmatrix}}{D}$$

วิธีการหาค่าดีเทอร์มิแนนต์อันดับที่ 3 หรือ 3 ตัวแปร มีวิธีการโดยเพิ่มแถวตั้งที่ 1 และแถวตั้งที่ 2 ต่อจากแถวตั้งที่ 3 จากนั้นหาผลรวมของตัวเลขในแนวทแยงดังนี้



ผลลัพธ์ตามแนวทแยง 1, 2 และ 3 เป็นบวกเรียงลำดับดังนี้

$$+ a_1 b_1 c_3 + b_1 c_2 a_3 + c_1 a_2 b_3$$

ผลลัพธ์ตามแนวทแยง 4, 5 และ 6 เป็นบวกเรียงลำดับดังนี้

$$- a_3 b_2 c_1 - b_3 c_2 a_1 - c_3 a_2 b_1$$

ผลรวมของแนวทแยง 1-3 และ 4-6 ได้ดังนี้

$$(+a_1 b_1 c_3 + b_1 c_2 a_3 + c_1 a_2 b_3) + (-a_3 b_2 c_1 - b_3 c_2 a_1 - c_3 a_2 b_1)$$

หรือ $(+a_1 b_1 c_3 + b_1 c_2 a_3 + c_1 a_2 b_3) - (+a_1 b_1 c_3 + b_1 c_2 a_3 + c_1 a_2 b_3)$

หมายเหตุ วิธีการคิดแบบนี้ใช้ได้กับดีเทอร์มิแนนต์ 3 อันดับเท่านั้น ไม่เหมาะกับ 4 อันดับหรือสูงกว่านี้

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 12
	หน่วยที่ 10 : วิธีกระแสเมช	จำนวน 4 ชั่วโมง

ตัวอย่างที่ 10.5 จากสมการหาค่า x, y และ z

$$1x + 0y + 2z = -1$$

$$0x + 4y + 2z = 2$$

$$1x + 3y + 2z = 0$$

วิธีทำ

$$D = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 4 & 2 & 0 & 4 \\ 1 & 3 & 2 & 1 & 3 \end{vmatrix}$$

$$= \left\{ \begin{aligned} &[(1 \times 4 \times 2) + (0 \times 2 \times 1) + (2 \times 0 \times 3)] \\ &- [(1 \times 4 \times 2) + (3 \times 2 \times 1) + (2 \times 0 \times 0)] \end{aligned} \right\}$$

$$= (8 + 0 + 0) - (8 + 6 + 0)$$

$$= 8 - 14 = -6$$

$$\therefore \text{ดีเทอร์มิแนนต์ (D)} = -6$$

$$x = \frac{\begin{vmatrix} d_1 & b_1 & c_1 \\ d_2 & b_2 & c_2 \\ d_3 & b_3 & c_3 \end{vmatrix}}{D} = \frac{\begin{vmatrix} -1 & 0 & 2 & -1 & 0 \\ 2 & 4 & 2 & 0 & 4 \\ 0 & 3 & 2 & 0 & 3 \end{vmatrix}}{-6}$$

$$= \frac{\left\{ \begin{aligned} &[((-1) \times 4 \times 2) + (0 \times 2 \times 0) + (2 \times 2 \times 3)] \\ &- [(0 \times 4 \times 2) + (3 \times 2 \times (-1)) + (2 \times 2 \times 0)] \end{aligned} \right\}}{-6}$$

$$-6$$

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 12
	หน่วยที่ 10 : วิธีกระแสเมช	จำนวน 4 ชั่วโมง

$$= \frac{((-8) + 0 + 12) - (0 + (-6) + 0)}{-6}$$

$$= \frac{4 + 6}{-6}$$

$$= \frac{10}{-6} = -1.67$$

$$\therefore x = -1.67$$

$$y = \frac{\begin{vmatrix} a_1 & d_1 & c_1 \\ a_2 & d_2 & c_2 \\ a_3 & d_3 & c_3 \end{vmatrix}}{D} = \frac{\begin{vmatrix} 1 & -1 & 2 & 1 & -1 \\ 0 & 2 & 2 & 0 & 2 \\ 1 & 0 & 2 & 1 & 0 \end{vmatrix}}{-6}$$

$$= \frac{\left\{ [(1 \times 2 \times 2) + ((-1) \times 2 \times 1) + (2 \times 0 \times 0)] \right\} - \left\{ [(1 \times 2 \times 2) + (0 \times 2 \times 1) + (2 \times 0 \times (-1))] \right\}}{-6}$$

$$= \frac{(4 + (-2) + 0) - (4 + 0 + 0)}{-6}$$

$$= \frac{2 - 4}{-6}$$

$$= \frac{-2}{-6}$$

$$= 0.33$$

$$\therefore y = 0.33$$

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 12
	หน่วยที่ 10 : วิธีกระแสเมช	จำนวน 4 ชั่วโมง

$$z = \frac{\begin{vmatrix} a_1 & b_1 & d_1 \\ a_2 & b_2 & d_2 \\ a_3 & b_3 & d_3 \end{vmatrix}}{D} = \frac{\begin{vmatrix} 1 & 0 & -1 & 1 & 0 \\ 0 & 4 & 2 & 0 & 4 \\ 1 & 3 & 0 & 1 & 3 \end{vmatrix}}{-6}$$

$$= \frac{\left\{ \begin{aligned} &[(1 \times 4 \times 0) + (0 \times 2 \times 1) + ((-1) \times 0 \times 3)] \\ &- [(1 \times 4 \times (-1)) + (3 \times 2 \times 1) + (0 \times 0 \times 0)] \end{aligned} \right\}}{-6}$$

$$= \frac{(0+0+0) - ((-4) + 6 + 0)}{-6}$$

$$= \frac{0-2}{-6}$$

$$= \frac{-2}{-6}$$

$$= 0.33$$

$$\therefore z = 0.33$$

ตรวจสอบความถูกต้องของค่าตัวแปร x , y และ z โดยแทนค่าลงในสมการโจทย์จะได้

$$\left. \begin{aligned} 1x + 0y + 2z &= -1 \\ 0x + 4y + 2z &= 2 \\ 1x + 3y + 2z &= 0 \end{aligned} \right\} \begin{aligned} (1 \times (-1.67)) + (0 \times 0.33) + (2 \times 0.33) &= -1.01 \approx -1 \\ (0 \times (-1.67)) + (4 \times 0.33) + (2 \times 0.33) &= 1.98 \approx 2 \\ (1 \times (-1.67)) + (3 \times 0.33) + (2 \times 0.33) &= -0.02 \approx 0 \end{aligned} \right\} \text{ถูกต้อง}$$

10.5 การแก้สมการเชิงเส้นหาค่าตัวแปร

นำสมการที่ได้จากการกระบวนกราคิดที่ผ่านมามาไม่ว่าสมการได้มาจากวิธีการเขียนจากการเขียนสมการกระแสไฟฟ้าโดยใช้กฎของเคอร์ชอฟฟ์ หรือได้จากวิธีกระแสเมช นำไปแก้สมการ เพื่อหาค่ากระแสไฟฟ้า I_1 และ I_2 หากค่ากระแสไฟฟ้าที่คำนวณได้มีค่าเป็นลบ แสดงว่าทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าที่แท้จริงตรงข้ามกับทิศทางของกระแสที่กำหนดไว้ สมการเชิงเส้น 2 ตัวแปรมีรูปแบบการแก้สมการเพื่อหาค่าตัวแปรมีวิธีการดังนี้

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 12
	หน่วยที่ 10 : วิธีกระแสเมช	จำนวน 4 ชั่วโมง

10.5.1 วิธีที่ 1 กำจัดตัวแปร

ให้จัดระบบสมการให้เป็นสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยนำสมการทั้งสองมาบวกหรือลบกัน เพื่อกำจัดตัวแปรตัวใดตัวหนึ่งให้หมดไปก่อน หากไม่สามารถบวกหรือลบเพื่อกำจัดตัวแปรตัวใดตัวหนึ่งได้ ให้นำค่าคงที่มาคูณตลอดในสมการใดสมการหนึ่ง หรือในบางครั้งอาจต้องนำค่าคงที่ที่ต่างกันมาคูณตลอดทั้งสองสมการ เมื่อกำจัดตัวแปรตัวใดตัวหนึ่งได้แล้ว ให้แก้สมการหาตัวแปรจากสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว แล้วนำค่าตัวแปรที่ได้ไปแทนค่าในสมการใดสมการหนึ่งที่เหมาะสมเพื่อหาตัวแปรอีกตัวหนึ่งดังตัวอย่างที่ 10.8

ตัวอย่างที่ 10.6 จงแก้สมการ หาค่า I_1 และ I_2

$$2I_1 + 3I_2 = -5$$

$$3I_1 - 6I_2 = 4$$

วิธีทำ

$$2I_1 + 3I_2 = -5 \quad (1)$$

$$3I_1 - 6I_2 = 4 \quad (2)$$

นำ $2 \times (1)$ จะได้

$$4I_1 + 6I_2 = -10 \quad (3)$$

นำ $(3) + (2)$ จะได้

$$7I_1 = -6$$

ดังนั้น

$$I_1 = \frac{-6}{7} = -0.857$$

$$\therefore I_1 = -0.857$$

นำค่า I_1 แทนในสมการ (1) จะได้

$$2 \times (-0.857) + 3I_2 = -5$$

$$-1.714 + 3I_2 = -5$$

$$3I_2 = -5 + 1.714$$

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 12
	หน่วยที่ 10 : วิธีกระแสเมช	จำนวน 4 ชั่วโมง

$$I_2 = \frac{-3.286}{3}$$

$$= -1.095$$

$$\therefore I_2 = -1.095$$

ตรวจคำตอบ โดยแทนค่าของ I_1 และ I_2 ลงในสมการ (1) จะได้

$$2(-0.857) + 3(-1.095) = -5$$

$$-1.714 - 3.285 = -5$$

$$-4.999 = -5$$

จากการแทนค่า I_1 และ I_2 ลงในสมการ (1) แล้ว ค่าของสมการด้านซ้ายมือได้ -4.999 หรือโดยประมาณ -5 นั่นเอง สมการทั้ง 2 ข้างจึงมีค่าเท่ากัน แสดงว่าค่าของ I_1 และ I_2 ที่หาได้นั้นถูกต้อง

10.5.2 วิธีที่ 2 ดีเทอร์มิแนนต์

การแก้สมการหลายตัวแปรด้วยดีเทอร์มิแนนต์ ทำได้ง่ายและรวดเร็ว จากรูปแบบของสมการเชิงเส้น 2 ตัวแปร

ตัวอย่างที่ 10.7 จงแก้สมการ หาค่า I_1 และ I_2

$$2I_1 + 3I_2 = -5$$

$$3I_1 - 6I_2 = 4$$

วิธีทำ

$$\begin{bmatrix} 2 & 3 \\ 3 & -6 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -5 \\ 4 \end{bmatrix}$$

$$D = \begin{vmatrix} 2 & 3 \\ 3 & -6 \end{vmatrix}$$

$$= (2 \times (-6)) - (3 \times 3)$$

$$= 12 - 9$$

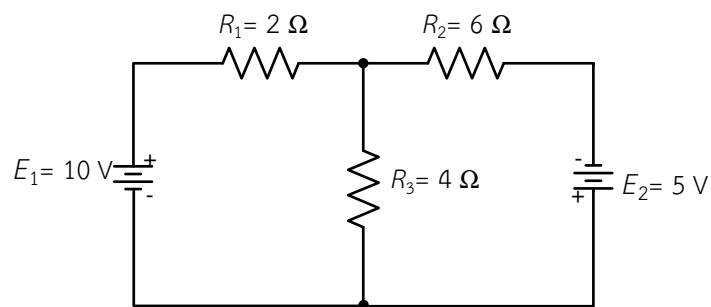
$$= -3$$

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 12
	หน่วยที่ 10 : วิธีกระแสเมช	จำนวน 4 ชั่วโมง

$$\begin{aligned}
 I_1 &= \frac{\begin{vmatrix} -5 & 3 \\ 4 & -6 \end{vmatrix}}{D} \\
 &= \frac{((-5) \times (-6)) - (4 \times 3)}{-21} \\
 &= \frac{30 - 12}{-21} \\
 &= -0.857 \\
 \therefore I_1 &= -0.875 \text{ A} \\
 I_2 &= \frac{\begin{vmatrix} 2 & -5 \\ 3 & 4 \end{vmatrix}}{D} \\
 &= \frac{(2 \times 4) - (3 \times (-5))}{-21} \\
 &= \frac{8 + 15}{-21} \\
 &= -1.095 \\
 \therefore I_2 &= -1.095 \text{ A}
 \end{aligned}$$

10.6 การแก้สมการหาค่ากระแสไฟฟ้าโดยใช้กฎของเคอร์ชอฟฟ์

จากหลักการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าสามารถนำมาแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าดังตัวอย่างต่อไปนี้
ตัวอย่างที่ 10.8 จากวงจรในรูปที่ 10.8 จงหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานทุกตัว

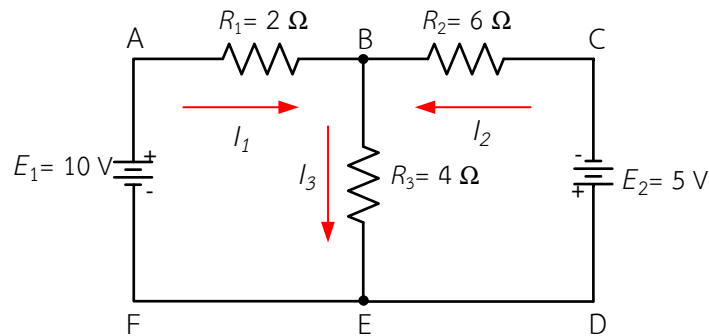


รูปที่ 10.8 แสดงวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 10.8

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 12
	หน่วยที่ 10 : วิธีกระแสเมช	จำนวน 4 ชั่วโมง

วิธีทำ

ตั้งชื่อลูป และกำหนดทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าในแต่ละสาขาของวงจร ดังรูปที่ 10.9



รูปที่ 10.9 แสดงการตั้งชื่อลูป และกำหนดทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้า
ในวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 10.5

เขียนสมการกระแสตามกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ จะได้

$$I_3 = I_1 + I_2 \quad (1)$$

เขียนสมการแรงดันตามกฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์

พิจารณาลูป ABEFA จะได้

$$\begin{aligned} I_1 R_1 + I_3 R_3 &= E_1 \\ 2I_1 + 4I_3 &= 10 \end{aligned} \quad (2)$$

แทนสมการที่ (1) ลงใน สมการที่ (2) จะได้

$$\begin{aligned} 2I_1 + 4(I_1 + I_2) &= 10 \\ 2I_1 + 4I_1 + 4I_2 &= 10 \\ 6I_1 + 4I_2 &= 10 \end{aligned} \quad (3)$$

พิจารณาลูป CBEDC จะได้

$$\begin{aligned} I_2 R_2 + I_3 R_3 &= -E_2 \\ 6I_2 + 4I_3 &= -5 \end{aligned} \quad (4)$$

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 12
	หน่วยที่ 10 : วิธีกระแสเมช	จำนวน 4 ชั่วโมง
แทนสมการที่ (1) ลงใน สมการที่ (4) จะได้ $6I_2 + 4(I_1 + I_2) = -5$ $4I_1 + 10I_2 = -5 \quad (5)$ นำสมการที่ (3) และสมการที่ (5) มาแก้สมการด้วยดีเทอร์มิแนนท์ $\begin{bmatrix} 6 & 4 \\ 4 & 10 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 10 \\ -5 \end{bmatrix}$ $D = \begin{vmatrix} 6 & 4 \\ 4 & 10 \end{vmatrix}$ $= (6 \times 10) - (4 \times 4)$ $= 60 - 16$ $= 44$ $I_1 = \frac{\begin{vmatrix} 10 & 4 \\ -5 & 10 \end{vmatrix}}{D}$ $= \frac{(10 \times 10) - ((-5) \times 4)}{44}$ $= \frac{100 + 20}{44}$ $= 2.73$ $I_2 = \frac{\begin{vmatrix} 6 & 10 \\ 4 & -5 \end{vmatrix}}{D}$		

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 12
	หน่วยที่ 10 : วิธีกระแสเมช	จำนวน 4 ชั่วโมง

$$= \frac{(6 \times (-5)) - (4 \times 10)}{44}$$

$$= \frac{-30 - 40}{44}$$

$$= -1.59$$

ค่า I_2 ได้ค่าเป็นลบแสดงว่าทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าที่แท้จริงตรงข้ามกับทิศทางของกระแสไฟฟ้าที่กำหนดไว้ ฉะนั้น $I_2 = 1.59 \text{ A}$

ดังนั้น $I_1 = 2.73 \text{ A}$

$$I_2 = -1.59 \text{ A}$$

$$I_3 = I_1 + I_2$$

$$= 2.73 + (-1.59)$$

$$= 1.14 \text{ A}$$

หาค่าแรงดันตกคร่อมตัวต้านทานทุกตัวในวงจร

$$V_{R1} = I_{R1} \times R_1$$

$$= 2.73 \text{ A} \times 2 \Omega$$

$$= 5.46 \text{ V}$$

$$V_{R2} = I_{R2} \times R_2$$

$$= -1.59 \text{ A} \times 6 \Omega$$

$$= -9.54 \text{ V}$$

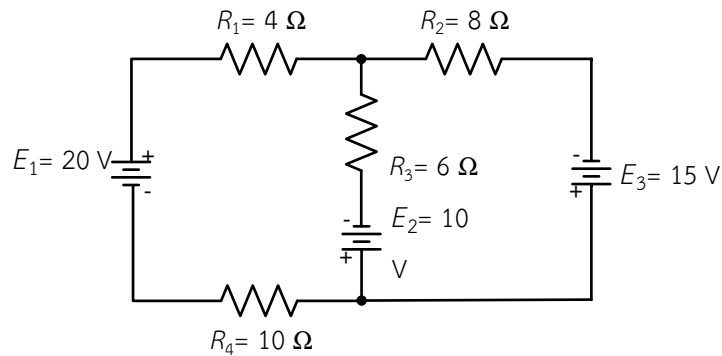
$$V_{R3} = I_{R3} \times R_3$$

$$= 1.14 \text{ A} \times 4 \Omega$$

$$= 5.76 \text{ V}$$

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 12
	หน่วยที่ 10 : วิธีกระแสเมฆ	จำนวน 4 ชั่วโมง

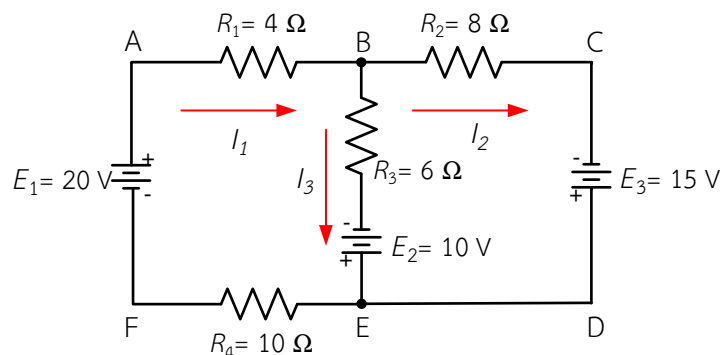
ตัวอย่างที่ 10.9 จากวงจรในรูปที่ 10.10 จงหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานทุกตัวและแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทานทุกตัว



รูปที่ 10.10 แสดงวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 10.9

วิธีทำ

ตั้งชื่อลูป และกำหนดทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าในแต่ละสาขาของวงจร ดังรูปที่ 10.11



รูปที่ 10.11 แสดงการตั้งชื่อลูป และกำหนดทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 10.7

เขียนสมการกระแสไฟฟ้าตามกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ จะได้

$$I_1 = I_2 + I_3$$

$$I_3 = I_1 - I_2 \quad (1)$$

เขียนสมการแรงดันไฟฟ้าตามกฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์

พิจารณาลูป ABEFA จะได้

$$I_1 R_1 + I_3 R_3 + I_1 R_4 = E_2 + E_1$$

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 12
	หน่วยที่ 10 : วิธีกระแสเมช	จำนวน 4 ชั่วโมง
$4I_1 + 6I_3 + 10I_1 = 10 + 20 \quad (2)$ แทนสมการที่ (1) ลงใน สมการที่ (2) จะได้ $4I_1 + 6(I_1 - I_2) + 10I_1 = 30$ $4I_1 + 6I_1 - 6I_2 + 10I_1 = 30$ $20I_1 - 6I_2 = 30 \quad (3)$ พิจารณาloop $BCDEB$ จะได้ $I_2R_2 - I_3R_3 = E_3 - E_2$ $8I_2 - 6I_3 = 15 - 10 \quad (4)$ แทนสมการที่ (1) ลงใน สมการที่ (4) จะได้ $8I_2 - 6(I_1 - I_2) = 5$ $8I_2 - 6I_1 + 6I_2 = 5$ $-6I_1 + 14I_2 = 5 \quad (5)$ นำสมการที่ (3) และสมการที่ (5) มาแก้สมการด้วยดีเทอร์มิแนนท์ $\begin{bmatrix} 20 & -6 \\ -6 & 14 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 30 \\ 5 \end{bmatrix}$ $D = \begin{vmatrix} 20 & -6 \\ -6 & 14 \end{vmatrix}$ $= (20 \times 14) - ((-6) \times (-6))$ $= 280 - 36$ $= 244$ $I_1 = \frac{\begin{vmatrix} 30 & -6 \\ 5 & 14 \end{vmatrix}}{D}$		

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 12
	หน่วยที่ 10 : วิธีกระแสเมช	จำนวน 4 ชั่วโมง
$= \frac{(30 \times 14) - (5 \times (-6))}{244}$ $= \frac{420 + 30}{244}$ $= 1.84$ $I_2 = \frac{\begin{vmatrix} 20 & 30 \\ -6 & 5 \end{vmatrix}}{D}$ $= \frac{(20 \times 5) - ((-6) \times 30)}{244}$ $= \frac{100 + 180}{244}$ $= 1.15$ $I_1 = 1.84 \text{ A}$ $I_2 = 1.15 \text{ A}$ $I_3 = I_1 - I_2$ $= 1.84 - 1.15$ $= 0.69 \text{ A}$ ดังนั้น กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_1 และ $R_4 = I_1 = 1.84 \text{ A}$ กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน $R_2 = I_2 = 1.15 \text{ A}$ กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน $R_3 = I_3 = 0.69 \text{ A}$ หาค่าแรงดันตกคร่อมตัวต้านทุกตัวในวงจร $V_{R1} = I_{R1} \times R_1$ $= 1.84 \text{ A} \times 4 \Omega$ $= 7.36 \text{ V}$		

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 12
	หน่วยที่ 10 : วิธีกระแสเมฆ	จำนวน 4 ชั่วโมง
$ \begin{aligned} V_{R2} &= I_{R2} \times R_2 \\ &= 1.15 \text{ A} \times 8 \Omega \\ &= 9.20 \text{ V} \\ V_{R3} &= I_{R3} \times R_3 \\ &= 0.69 \text{ A} \times 6 \Omega \\ &= 4.14 \text{ V} \\ V_{R4} &= I_{R4} \times R_4 \\ &= 1.84 \text{ A} \times 10 \Omega \\ &= 18.4 \text{ V} \end{aligned} $ สรุป กฎของเคอร์ชอฟฟ์ใช้สำหรับแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าที่ค่อนข้างยุ่งยากและซับซ้อน กฎของเคอร์ชอฟฟ์มีกฎที่สำคัญสองกฎ คือ กฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ และกฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ กฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์กล่าวว่า ณ จุดใด ๆ ในวงจรไฟฟ้า ผลรวมของกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าจะเท่ากับผลรวมของกระแสไฟฟ้าที่ไหลออก กฎแรงดันไฟฟ้ากล่าวว่า ในวงจรไฟฟ้าปิดใด ๆ ผลรวมทางพีชคณิตของแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัวจะเท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่าย นำทฤษฎีทั้งสองไปใช้ในการเขียนสมการโดยพิจารณาทีละลูป แล้วใช้ ดีเทอร์มิแนนต์แก้สมการ		

	ใบแบบฝึกหัด	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 12
	หน่วยที่ 10 : วิธีกระแสเมช	จำนวน 4 ชั่วโมง

คำสั่ง จงตอบคำถามและแสดงวิธีทำให้สมบูรณ์ถูกต้อง (55 นาที)

ตอนที่ 1 จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้องและสมบูรณ์

1. ค่ากล่าวของกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ คือ (5 คะแนน)

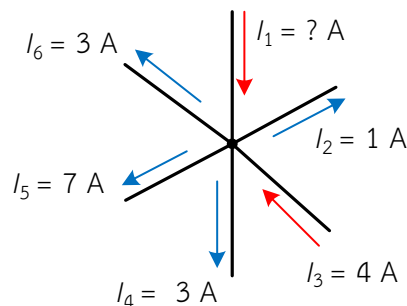
.....

2. ค่ากล่าวกฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ คือ (5 คะแนน)

.....

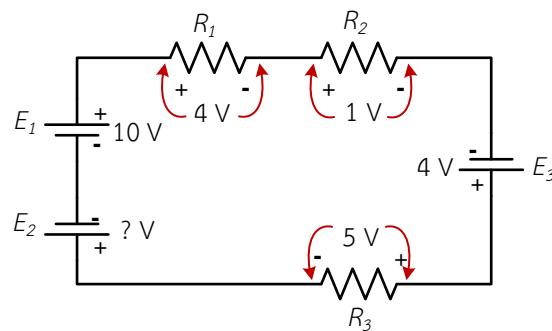
ตอนที่ 2 จงแสดงวิธีทำ

1. จากรูปที่ 10.12 จงหาค่ากระแสไฟฟ้า I_1 (10 คะแนน)



รูปที่ 10.12 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 1

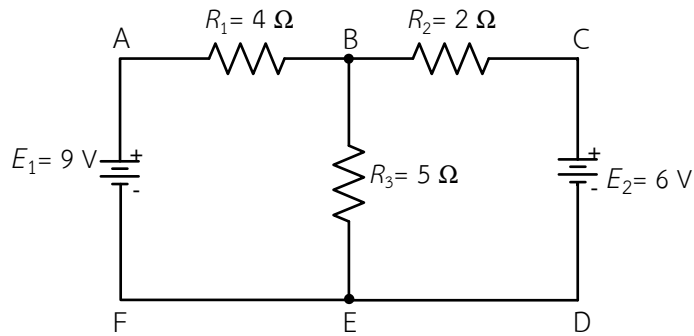
2. จากวงจรไฟฟ้าในรูปที่ 10.13 จงหาค่าแรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่าย E_2 (10 คะแนน)



รูปที่ 10.13 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 2

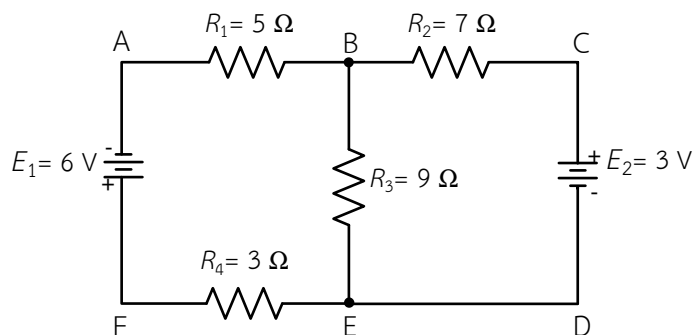
	ใบแบบฝึกหัด	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 12
	หน่วยที่ 10 : วิธีกระแสเมช	จำนวน 4 ชั่วโมง

3. จากวงจรไฟฟ้าในรูปที่ 10.14 จงหากระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทานทุกตัว (10 คะแนน)



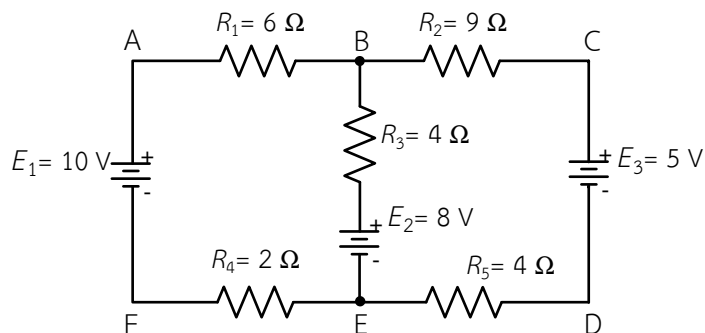
รูปที่ 10.14 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 3

4. จากวงจรไฟฟ้าในรูปที่ 10.15 จงหากระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทานทุกตัว (10 คะแนน)



รูปที่ 10.15 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 4

5. จากวงจรไฟฟ้าในรูปที่ 10.16 จงหากระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทานทุกตัว และแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทานทุกตัว (10 คะแนน)



รูปที่ 10.16 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 5

	ใบประเมินผลแบบฝึกหัด	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 12
	หน่วยที่ 10 : วิธีกระแสเมฆ	4 ชั่วโมง

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....กลุ่ม.....

รายการประเมินผล	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
ตอนที่ 1			
แบบฝึกหัดข้อที่ 1.	5		
แบบฝึกหัดข้อที่ 2.	5		
ตอนที่ 2			
แบบฝึกหัดข้อที่ 1.	10		
แบบฝึกหัดข้อที่ 2.	10		
แบบฝึกหัดข้อที่ 3.	10		
แบบฝึกหัดข้อที่ 4.	10		
แบบฝึกหัดข้อที่ 5.	10		
รวมคะแนน	60		
คะแนนจริง	10		

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....



แบบทดสอบหลังเรียน

รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

สัปดาห์ที่ 12

หน่วยที่ 10 : วิธีกระแสเมช

คำชี้แจง

1. จงทำเครื่องหมายกากบาท (X) เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว
2. แบบทดสอบมีจำนวน 10 ข้อ ใช้เวลาทำแบบทดสอบ 20 นาที

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 1. บอกกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ได้

1. ข้อใดคือกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์

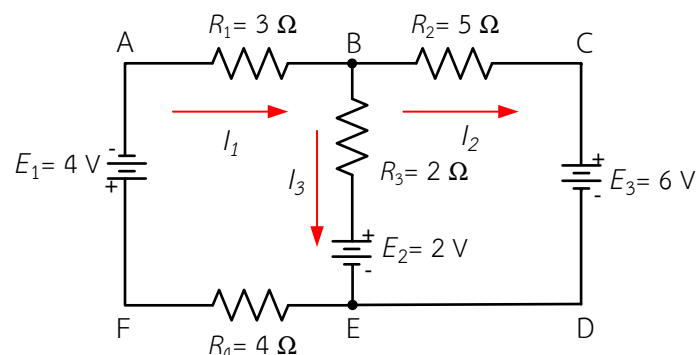
- ก. ผลรวมทางพีชคณิตของกระแสไฟฟ้าทั้งหมดเท่ากับกระแสไฟฟ้ารวม
- ข. ผลรวมของกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าไม่เท่ากับผลรวมของกระแสไฟฟ้าที่ไหลออก
- ค. ผลรวมทางพีชคณิตของกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าและไหลออกมีค่าเท่ากับศูนย์
- ง. ไม่มีข้อถูก

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 2. บอกกฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ได้

2. ข้อใดคือกฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์

- ก. ผลรวมทางพีชคณิตของแรงดันไฟฟ้ามีค่าไม่เท่ากับศูนย์
- ข. ผลรวมทางพีชคณิตของแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัวจะเท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่าย
- ค. ผลรวมทางพีชคณิตของแรงดันไฟฟ้าทั้งหมดเท่ากับแหล่งจ่าย
- ง. ไม่มีข้อถูก

จากวงจรในรูปที่ 1 ใช้ตอบคำถามข้อ 3-10



รูปที่ 1 สำหรับตอบคำถามข้อที่ 3-10

	แบบทดสอบหลังเรียน	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 12
	หน่วยที่ 10 : วิธีกระแสเมฆ	

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 3. เขียนสมการไฟฟ้าโดยใช้กฎของเคอร์ชอฟฟ์ได้

3.ข้อใดคือสมการกระแสไฟฟ้าตามกฎกระแสของเคอร์ชอฟฟ์

ก. $I_3 = I_1 + I_2$

ข. $I_3 = I_2 - I_1$

ค. $I_3 = -I_1 + I_2$

ง. $I_3 = I_1 - I_2$

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 3. เขียนสมการไฟฟ้าโดยใช้กฎของเคอร์ชอฟฟ์ได้

4. สมการแรงดันไฟฟ้าตามกฎกระแสของเคอร์ชอฟฟ์ในรูป ABEFA คือข้อใด

ก. $9I_1 + 2I_2 = -6$

ข. $9I_1 + 2I_2 = 6$

ค. $9I_1 - 2I_2 = -6$

ง. $9I_1 - 2I_2 = 6$

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 3. เขียนสมการไฟฟ้าโดยใช้กฎของเคอร์ชอฟฟ์ได้

5. สมการแรงดันไฟฟ้าตามกฎกระแสของเคอร์ชอฟฟ์ในรูป BCDEB คือข้อใด

ก. $2I_1 + 7I_2 = 8$

ข. $-2I_1 + 7I_2 = -4$

ค. $-2I_1 + 7I_2 = 8$

ง. $2I_1 + 7I_2 = -4$

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 4. แก่สมการหาค่ากระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทานได้

6. แก่สมการหาค่า I_1 ได้เท่าไร

ก. -0.85 A

ข. -0.88 A

ค. -0.92 A

ง. -0.96 A

	แบบทดสอบหลังเรียน	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 12
	หน่วยที่ 10 : วิธีกระแสเมฆ	

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 4. แก่สมการหาค่ากระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทานได้

7. แก่สมการหาค่า I_2 ได้เท่าไร

ก. -1.22 A

ข. -0.94 A

ค. -0.81 A

ง. -0.62 A

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 4. แก่สมการหาค่ากระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทานได้

8. แก่สมการหาค่า I_3 ได้เท่าไร

ก. -0.02 A

ข. -0.04 A

ค. -0.10 A

ง. -0.12 A

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 5. คำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมความต้านทานได้

9. แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทาน R_3 คือข้อใด

ก. -0.06 V

ข. -0.08 V

ค. -1.62 V

ง. -1.70 V

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 5. คำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมความต้านทานได้

10. แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทาน R_4 คือข้อใด

ก. -0.16 V

ข. -0.24 V

ค. -3.24 V

ง. -3.40 V

	แบบทดสอบหลังเรียน	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 12
	หน่วยที่ 10 : วิธีกระแสเมฆ	

กระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเรียน

คำสั่ง จงทำเครื่องหมายกากบาท (X) เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว ลงในช่องของ
กระดาษคำตอบ

ชื่อ – สกุล เลขที่ ชั้น

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

สรุปผล

เต็ม	10
ทำแบบทดสอบได้	
คะแนนเก็บ 5 คะแนนได้	

เกณฑ์การประเมิน

ทำแบบทดสอบได้ 5	คะแนน	ระดับคุณภาพ	ดีมาก
ทำแบบทดสอบได้ 3.5 – 4.5	คะแนน	ระดับคุณภาพ	ดี
ทำแบบทดสอบได้ 2 – 3	คะแนน	ระดับคุณภาพ	พอใช้
ทำแบบทดสอบได้ 0 – 1.5	คะแนน	ระดับคุณภาพ	ปรับปรุง

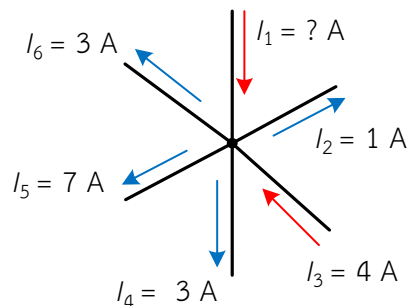
	ใบเฉลยแบบฝึกหัด	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 12
	หน่วยที่ 10 : วิธีกระแสเมช (สอนครั้งที่ 1)	จำนวน 4 ชั่วโมง

ตอนที่ 1 จงเติมคำในช่องว่างหรือให้ความหมายของคำต่อไปนี้

- กฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ กล่าวว่า ณ จุดใด ๆ ในวงจรไฟฟ้า ผลรวมทางพีชคณิตของกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าและไหลออกมีค่าเท่ากับศูนย์
- กฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ กล่าวว่า ในวงจรไฟฟ้าปิดใด ๆ ผลรวมทางพีชคณิตของแรงดันไฟฟ้ามีค่าเท่ากับศูนย์

ตอนที่ 2 จงแสดงวิธีทำ

- จากรูปที่ 10.12 จงหาค่ากระแสไฟฟ้า I_1

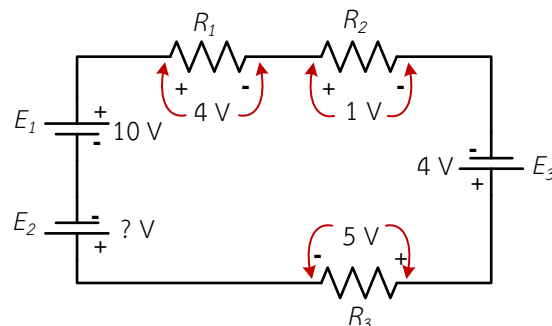


รูปที่ 10.12 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 1

วิธีทำ

$$\begin{aligned}
 \text{จาก} \quad & \sum I_{in} = \sum I_{out} \\
 \text{จะได้} \quad & I_1 + I_3 = I_2 + I_4 + I_5 + I_6 \\
 & I_1 = I_2 + I_4 + I_5 + I_6 - I_3 \\
 \text{ดังนั้น} \quad & I_1 = 1 + 3 + 7 + 3 - 4 = 10 \text{ A}
 \end{aligned}$$

- จากวงจรไฟฟ้าในรูปที่ 10.13 จงหาค่าแรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่าย E_2



รูปที่ 10.13 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 2



ใบเฉลยแบบฝึกหัด

รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

สัปดาห์ที่ 12

หน่วยที่ 10 : วิธีกระแสเมช (สอนครั้งที่ 1)

จำนวน 4 ชั่วโมง

วิธีทำ

จาก

$$\sum V_R = \sum E$$

$$V_{R_1} + V_{R_2} + V_{R_3} = E_1 + E_3 - E_2$$

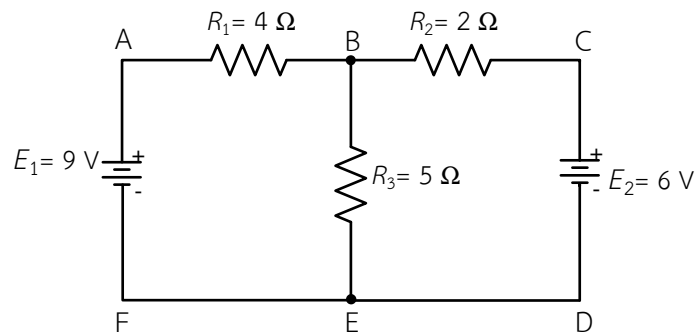
จะได้

$$E_2 = E_1 + E_3 - V_{R_1} - V_{R_2} - V_{R_3}$$

ดังนั้น

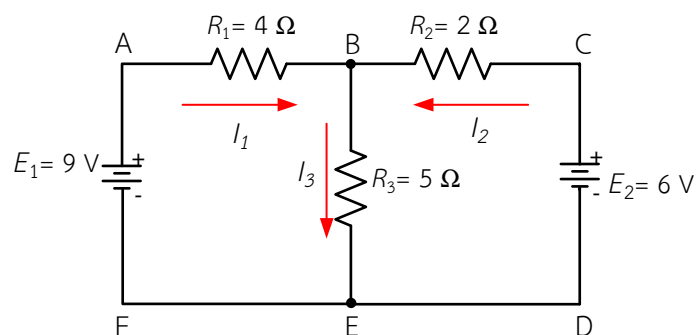
$$E_2 = 10 + 4 - 4 - 1 - 5 = 4 \text{ V}$$

3. จากวงจรไฟฟ้าในรูปที่ 10.14 จงหากระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทานทุกตัว



รูปที่ 10.14 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 3

วิธีทำ



$$I_3 = I_1 + I_2 \quad (1)$$

พิจารณาloop ABEFA จะได้

$$I_1 R_1 + I_3 R_3 = E_1$$

$$4I_1 + 5I_3 = 9 \quad (2)$$

แทนสมการที่ (1) ลงใน สมการที่ (2) จะได้

$$4I_1 + 5(I_1 + I_2) = 9$$

	ใบเฉลยแบบฝึกหัด	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 12
	หน่วยที่ 10 : วิธีกระแสเมช (สอนครั้งที่ 1)	จำนวน 4 ชั่วโมง
$9I_1 + 5I_2 = 9 \quad (3)$ พิจารณาloop <i>CBEDC</i> จะได้ $I_2R_2 + I_3R_3 = E_2$ $2I_2 + 5I_3 = 6 \quad (4)$ แทนสมการที่ (1) ลงใน สมการที่ (4) จะได้ $2I_2 + 5(I_1 + I_2) = 6$ $5I_1 + 7I_2 = 6 \quad (5)$ นำสมการที่ (3) และสมการที่ (5) มาแก้สมการด้วยดีเทอร์มิแนนต์ $\begin{bmatrix} 9 & 5 \\ 5 & 7 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 9 \\ 6 \end{bmatrix}$ $D = \begin{vmatrix} 9 & 5 \\ 5 & 7 \end{vmatrix}$ $= 63 - 25$ $= 38$ $I_1 = \frac{\begin{vmatrix} 9 & 5 \\ 6 & 7 \end{vmatrix}}{D}$ $= \frac{63 - 30}{38}$ $= \frac{33}{38}$ $= 0.87 \text{ A}$		



ใบเฉลยแบบฝึกหัด

รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

สัปดาห์ที่ 12

หน่วยที่ 10 : วิธีกระแสเมช (สอนครั้งที่ 1)

จำนวน 4 ชั่วโมง

$$I_2 = \frac{\begin{vmatrix} 9 & 9 \\ 5 & 6 \end{vmatrix}}{D}$$

$$= \frac{54 - 45}{38}$$

$$= \frac{9}{38}$$

$$= 0.24 \text{ A}$$

$$I_1 = 0.87 \text{ A}$$

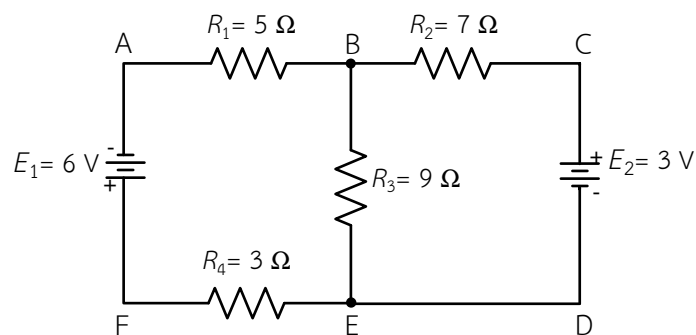
$$I_2 = 0.24 \text{ A}$$

$$I_3 = I_1 + I_2$$

$$= 0.87 + 0.24$$

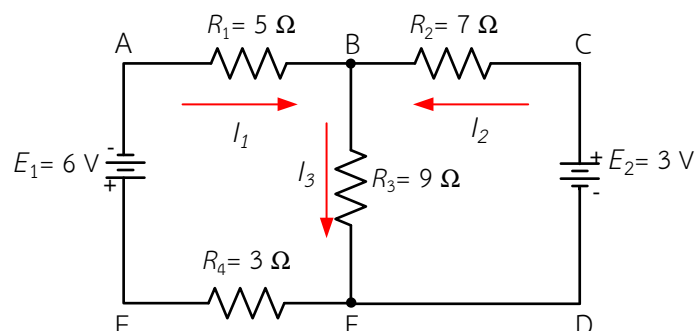
$$= 1.11 \text{ A}$$

4. จากวงจรไฟฟ้าในรูปที่ 10.15 จงหากระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทานทุกตัว



รูปที่ 10.15 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 4

วิธีทำ



	ใบเฉลยแบบฝึกหัด	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 12
	หน่วยที่ 10 : วิธีกระแสเมช (สอนครั้งที่ 1)	จำนวน 4 ชั่วโมง
$I_3 = I_1 + I_2$ (1) พิจารณาloop <u>ABEFA</u> จะได้ $\begin{aligned} I_1 R_1 + I_3 R_3 + I_1 R_4 &= -E_1 \\ 5I_1 + 9I_3 + 3I_1 &= -6 \end{aligned} \quad (2)$ แทนสมการที่ (1) ลงใน สมการที่ (2) จะได้ $\begin{aligned} 5I_1 + 9(I_1 + I_2) + 3I_1 &= -6 \\ 17I_1 + 9I_2 &= -6 \end{aligned} \quad (3)$ พิจารณาloop <u>CBEDC</u> จะได้ $\begin{aligned} I_2 R_2 + I_3 R_3 &= E_2 \\ 7I_2 + 9I_3 &= 3 \end{aligned} \quad (4)$ แทนสมการที่ (1) ลงใน สมการที่ (4) จะได้ $\begin{aligned} 7I_2 + 9(I_1 + I_2) &= 3 \\ 9I_1 + 16I_2 &= 3 \end{aligned} \quad (5)$ นำสมการที่ (3) และสมการที่ (5) มาแก้สมการด้วยดีเทอร์มิแนนต์ $\begin{bmatrix} 17 & 9 \\ 9 & 16 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -6 \\ 3 \end{bmatrix}$ $D = \begin{vmatrix} 17 & 9 \\ 9 & 16 \end{vmatrix}$ $= 272 - 81$ $= 191$ $I_1 = \frac{\begin{vmatrix} -6 & 9 \\ 3 & 16 \end{vmatrix}}{D}$		



ใบเฉลยแบบฝึกหัด

รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

สัปดาห์ที่ 12

หน่วยที่ 10 : วิธีกระแสเมช (สอนครั้งที่ 1)

จำนวน 4 ชั่วโมง

$$= \frac{-96 - 27}{191}$$

$$= \frac{-123}{191}$$

$$= -0.64 \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{\begin{vmatrix} 17 & -6 \\ 9 & 3 \end{vmatrix}}{D}$$

$$= \frac{51 + 54}{191}$$

$$= \frac{105}{191}$$

$$= 0.55 \text{ A}$$

$$I_1 = -0.64 \text{ A}$$

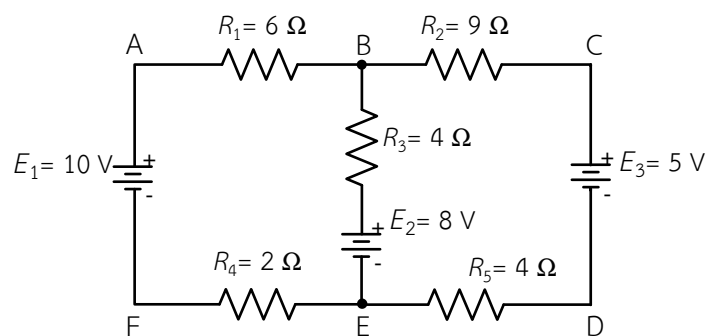
$$I_2 = 0.55 \text{ A}$$

$$I_3 = I_1 + I_2$$

$$= -0.64 + (0.55)$$

$$= -0.09 \text{ A}$$

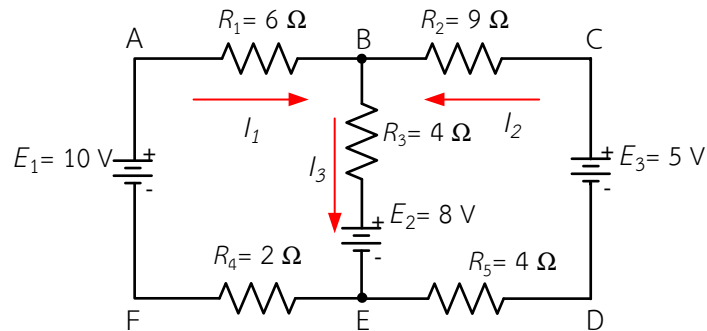
5. จากวงจรไฟฟ้าในรูปที่ 10.16 จงหากระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทานทุกตัว และแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทานทุกตัว



รูปที่ 10.16 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 5

	ใบเฉลยแบบฝึกหัด	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 12
	หน่วยที่ 10 : วิธีกระแสเมช (สอนครั้งที่ 1)	จำนวน 4 ชั่วโมง

วิธีทำ



$$I_3 = I_1 + I_2 \quad (1)$$

พิจารณาloop ABEFA จะได้

$$\begin{aligned} I_1 R_1 + I_3 R_3 + I_1 R_4 &= E_1 - E_2 \\ 6I_1 + 4I_3 + 2I_1 &= 10 - 8 \end{aligned} \quad (2)$$

แทนสมการที่ (1) ลงใน สมการที่ (2) จะได้

$$\begin{aligned} 6I_1 + 4(I_1 + I_2) + 2I_1 &= 2 \\ 12I_1 + 4I_2 &= 2 \end{aligned} \quad (3)$$

พิจารณาloop CBEDC จะได้

$$\begin{aligned} I_2 R_2 + I_3 R_3 + I_2 R_5 &= -E_2 + E_3 \\ 9I_2 + 4I_3 + 4I_2 &= -8 + 5 \end{aligned} \quad (4)$$

แทนสมการที่ (1) ลงใน สมการที่ (4) จะได้

$$\begin{aligned} 9I_2 + 4(I_1 + I_2) + 4I_2 &= -3 \\ 4I_1 + 17I_2 &= -3 \end{aligned} \quad (5)$$

นำสมการที่ (3) และสมการที่ (5) มาแก้สมการด้วยดีเทอร์มิแนนต์

$$\begin{bmatrix} 12 & 4 \\ 4 & 17 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 \\ -3 \end{bmatrix}$$

	ใบเฉลยแบบฝึกหัด	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 12
	หน่วยที่ 10 : วิธีกระแสเมช (สอนครั้งที่ 1)	จำนวน 4 ชั่วโมง
$D = \begin{vmatrix} 12 & 4 \\ 4 & 17 \end{vmatrix}$ $= 204 - 16$ $= 188$ $I_1 = \frac{\begin{vmatrix} 2 & 4 \\ -3 & 17 \end{vmatrix}}{D}$ $= \frac{34 + 12}{188}$ $= \frac{46}{188}$ $= 0.24 \text{ A}$ $I_2 = \frac{\begin{vmatrix} 12 & 2 \\ 4 & -3 \end{vmatrix}}{D}$ $= \frac{-36 - 8}{188}$ $= \frac{-44}{188}$ $= -0.23 \text{ A}$ $I_1 = 0.24 \text{ A}$ $I_2 = -0.23 \text{ A}$ $I_3 = I_1 + I_2$ $= 0.24 + (-0.23)$ $= 0.01 \text{ A}$		

	ใบเฉลยแบบฝึกหัด	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 12
	หน่วยที่ 10 : วิธีกระแสเมช (สอนครั้งที่ 1)	จำนวน 4 ชั่วโมง
หาค่าแรงดันตกคร่อมตัวต้านทานทุกตัวในวงจร $ \begin{aligned} V_{R1} &= I_1 \times R_1 \\ &= 0.24 \text{ A} \times 6 \Omega \\ &= 1.44 \text{ V} \\ V_{R2} &= I_2 \times R_2 \\ &= -0.23 \text{ A} \times 9 \Omega \\ &= -20.7 \text{ V} \\ V_{R3} &= I_3 \times R_3 \\ &= 0.01 \text{ A} \times 4 \Omega \\ &= 0.04 \text{ V} \\ V_{R4} &= I_1 \times R_4 \\ &= 0.24 \text{ A} \times 2 \Omega \\ &= 0.48 \text{ V} \\ V_{R5} &= I_2 \times R_5 \\ &= -0.23 \text{ A} \times 4 \Omega \\ &= -0.92 \text{ V} \end{aligned} $		



ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน

รหัสวิชา 2104-2002 วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

สัปดาห์ที่ 12

หน่วยที่ 10 วิธีกระแสเมซ (สอนครั้งที่ 1)

จำนวน 10 ข้อ

ก่อนเรียน

ข้อ	เฉลย
1	ก
2	ก
3	ข
4	ค
5	ข
6	ง
7	ค
8	ง
9	ค
10	ก

หลังเรียน

ข้อ	เฉลย
1	ค
2	ข
3	ง
4	ค
5	ข
6	ก
7	ค
8	ข
9	ข
10	ง

หน่วยที่ 10 : วิธีกระแสนเมช

สอนครั้งที่ 1

สาระการเรียนรู้

- 10.1 กฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์
- 10.2 กฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์
- 10.3 การเขียนสมการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าโดยใช้กฎของเคอร์ชอฟฟ์
- 10.4 ดีเทอร์มิแนนต์
- 10.5 การแก้สมการเชิงเส้นหาค่าตัวแปร
- 10.6 การแก้สมการหาค่ากระแสไฟฟ้าโดยใช้กฎของเคอร์ชอฟฟ์

จุดประสงค์การสอน

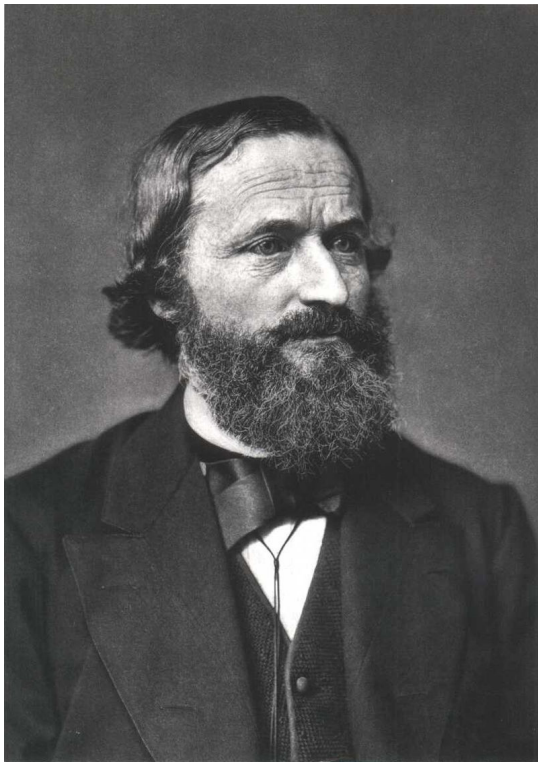
จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ และเข้าใจวิธีแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าด้วยกฎของเคอร์ชอฟฟ์และด้วยวิธีกระแสเมฆ คำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลในสาขาต่าง ๆ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ได้
2. บอกกฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ได้
3. เขียนสมการไฟฟ้าโดยใช้กฎของเคอร์ชอฟฟ์ได้
4. แก้สมการหาค่ากระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทานได้
5. คำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมความต้านทานได้

กฎของเคอร์ชอฟฟ์

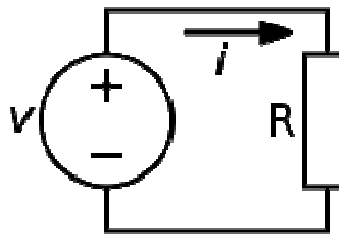


Gustav Robert Kirchhoff

กุสตาฟ โรเบิร์ต เคอร์ชอฟฟ์

คิดวิธีแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าแบ่งเป็น 2 ข้อ

- ❖ กฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์
- ❖ กฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์



10.1 กฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ (Kirchhoff's Current Law : KCL)

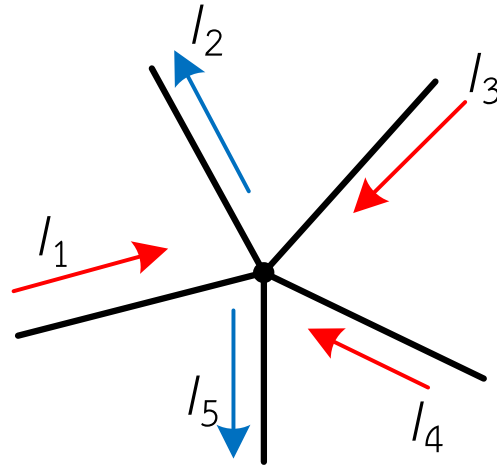
“ณ จุดใด ๆ ในวงจรไฟฟ้า ผลรวมทางพีชคณิตของกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าและไหลออกมีค่าเท่ากับศูนย์ ”

$$\sum I = 0$$

หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า

“ ณ จุดใด ๆ ในวงจรไฟฟ้า ผลรวมของกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าจะเท่ากับผลรวมของกระแสไฟฟ้าที่ไหลออก ”

$$\sum I_{in} = \sum I_{out}$$



รูปแสดงกระแสไฟฟ้าที่
ไหลเข้าและไหลออก
ตามกฎกระแสไฟฟ้าของ
เคอร์ชอฟฟ์

เขียนสมการกระแสได้ดังนี้

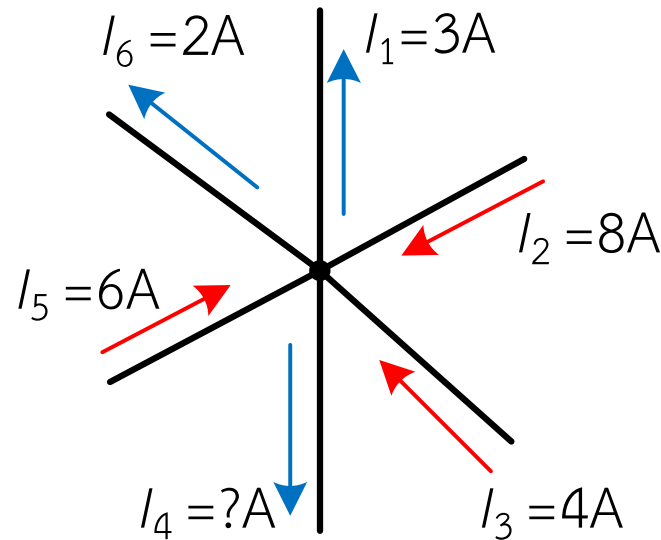
$$I_1 + I_3 + I_4 = I_2 + I_5$$

$$I_1 + I_3 + I_4 - I_2 - I_5 = 0$$

$$I_1 + I_3 + I_4 - (I_2 + I_5) = 0$$

ตัวอย่างที่ 10.1

จากรูปกำหนดให้
จงหากระแสไฟฟ้า I_4



จาก $\sum I_{in} = \sum I_{out}$

จะได้ $I_2 + I_3 + I_5 = I_1 + I_4 + I_6$

$$I_4 = -I_1 + I_2 + I_3 + I_5 - I_6$$

ดังนั้น

$$I_4 = -3 + 8 + 4 + 6 - 2$$

$$= 13 \text{ A}$$

10.2 กฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ (Kirchhoff's Voltage Law : KCL)

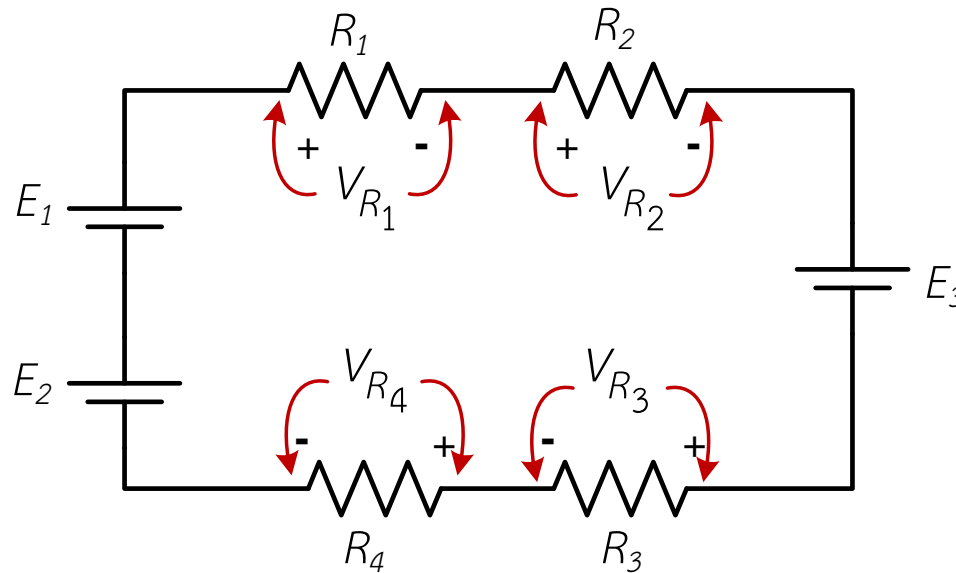
“ ในวงจรไฟฟ้าปิดใด ๆ ผลรวมทางพีชคณิตของแรงดันไฟฟ้า มีค่าเท่ากับศูนย์ ”

$$\sum E = 0$$

หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า

“ ในวงจรไฟฟ้าปิดใด ๆ ผลรวมทางพีชคณิตของ แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัวจะเท่ากับแรงดันที่ แหล่งจ่าย ”

$$\sum V_R = \sum E$$



รูปแสดงแรงดันไฟฟ้า
ตามกฎแรงดันไฟฟ้า
ของเคอร์ชอฟฟ์

เขียนสมการแรงดันไฟฟ้าได้ดังนี้

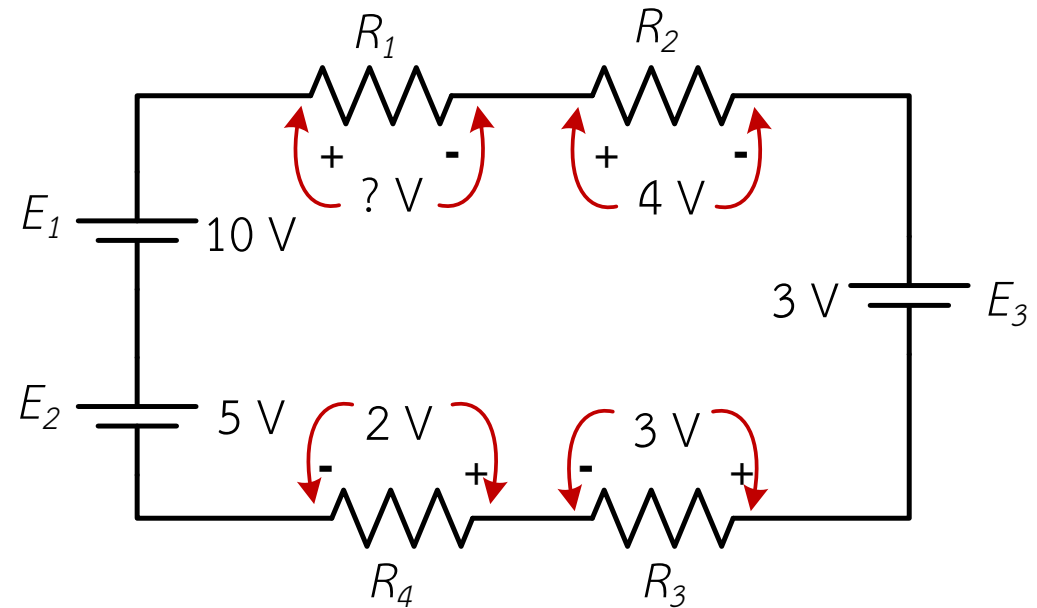
$$V_{R_1} + V_{R_2} + V_{R_3} + V_{R_4} = E_1 + E_2 - E_3$$

$$V_{R_1} + V_{R_2} + V_{R_3} + V_{R_4} - E_1 - E_2 + E_3 = 0$$

$$V_{R_1} + V_{R_2} + V_{R_3} + V_{R_4} + E_3 - (E_1 + E_2) = 0$$

ตัวอย่างที่ 10.2

จากวงจรไฟฟ้า กำหนดให้
จงหาแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_1



จาก

$$\sum V_R = \sum E$$

$$V_{R_1} + V_{R_2} + V_{R_3} + V_{R_4} = E_1 + E_2 - E_3$$

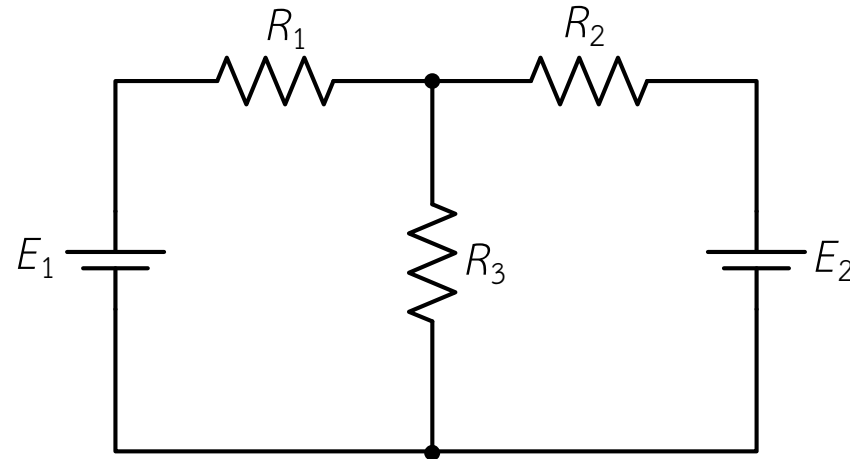
จะได้

$$V_{R_1} = E_1 + E_2 - E_3 - V_{R_2} - V_{R_3} - V_{R_4}$$

ดังนั้น

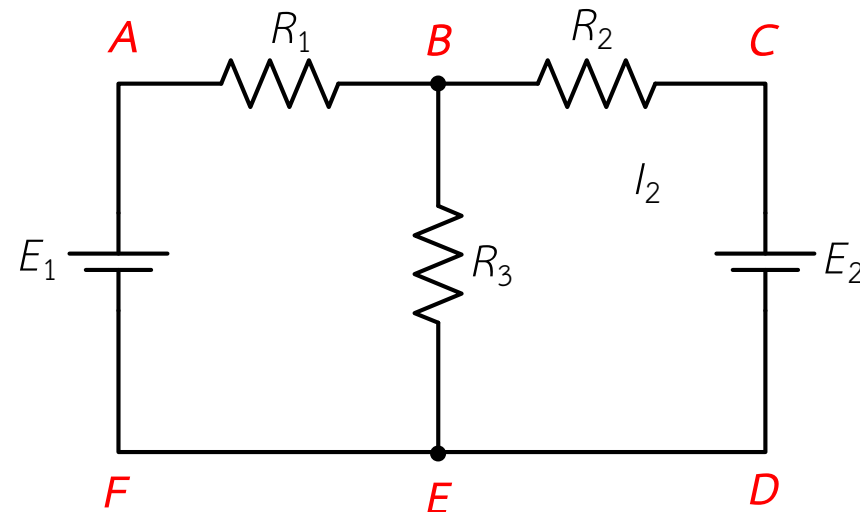
$$V_{R_1} = 10 + 5 - 3 - 4 - 3 - 2 = 3 \text{ V} \quad \text{ตอบ}$$

10.3 การเขียนสมการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าโดยใช้กฎของเคอร์ชอฟฟ์



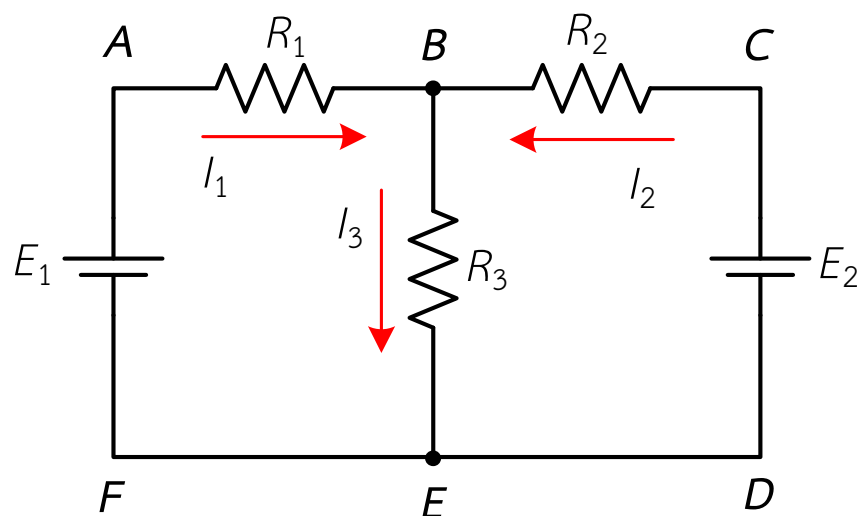
มีขั้นตอนดังนี้

1. ตั้งชื่อลูป (Loop) หรือวงจร ซึ่งมี 2 ลูป คือ ลูป *ABEFA* และลูป *BCDEB*



การเขียนสมการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าโดยใช้กฎของเคอร์ชอฟฟ์ (ต่อ)

2. กำหนดทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าในแต่ละสาขาของวงจร

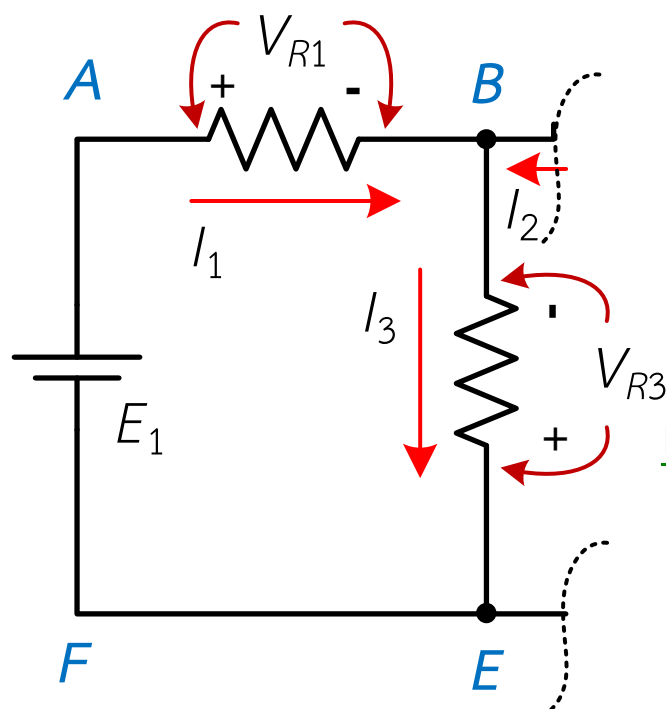


3. เขียนสมการกระแสไฟฟ้าตามกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์

$$I_1 + I_2 = I_3 \dots\dots\dots(1)$$

การเขียนสมการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าโดยใช้กฎของเคอร์ชอฟฟ์ (ต่อ)

4. เขียนสมการแรงดันไฟฟ้าตามกฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์



$$I_1 + I_2 = I_3$$

พิจารณาลูป ABEFA จะได้

$$V_{R_1} + V_{R_3} = E_1$$

$$I_1 R_1 + I_3 R_3 = E_1 \text{(2)}$$

แทนสมการที่ (1) ลงในสมการที่ (2) จะได้

$$I_1 R_1 + (I_1 + I_2) R_3 = E_1$$

$$I_1 R_1 + I_1 R_3 + I_2 R_3 = E_1$$

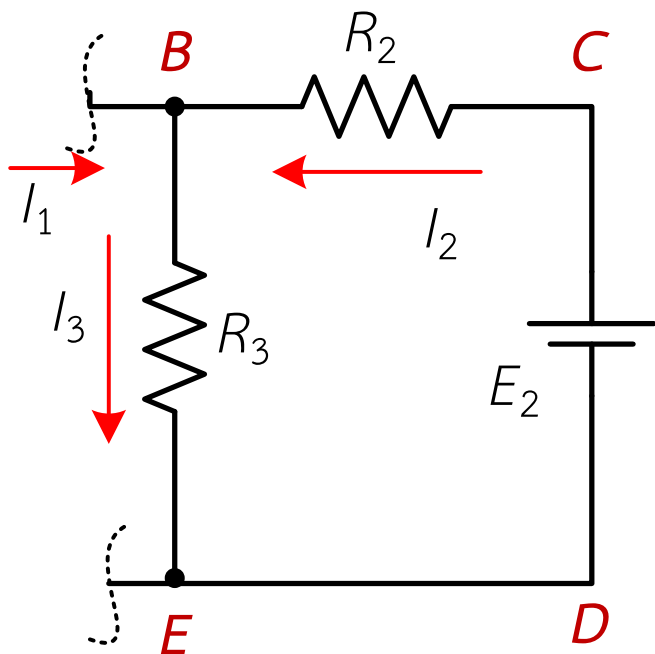
$$I_1 (R_1 + R_3) + I_2 R_3 = E_1 \text{(3)}$$

การเขียนสมการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าโดยใช้กฎของเคอร์ชอฟฟ์ (ต่อ)

พิจารณาลูป CBEDC จะได้

$$V_{R_2} + V_{R_3} = E_2$$

$$I_2 R_2 + I_3 R_3 = E_2 \dots\dots(4)$$



แทนสมการที่ (1) ลงในสมการที่ (4) จะได้

$$I_2 R_2 + (I_1 + I_2) R_3 = E_2$$

$$I_2 R_2 + I_1 R_3 + I_2 R_3 = E_2$$

$$I_1 R_3 + I_2 (R_2 + R_3) = E_2 \dots\dots(5)$$

$$I_1 + I_2 = I_3$$

การเขียนสมการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าโดยใช้กฎของเคอร์ชอฟฟ์ (ต่อ)

หากลองเขียนสมการแรงดันไฟฟ้าในลูปที่ 2 ใหม่ โดยจะพิจารณาสวนทางกับทิศทางของกระแสไฟฟ้า I_2 และ I_3 ดังนี้

พิจารณาลูป BCDEB จะได้

$$\begin{aligned} -V_{R_2} - V_{R_3} &= -E_2 \\ -I_2 R_2 - I_3 R_3 &= -E_2 \dots\dots\dots(6) \end{aligned}$$

แทนสมการที่ (1) ลงในสมการที่ (6) จะได้

$$\begin{aligned} -I_2 R_2 - (I_1 + I_2) R_3 &= -E_2 \\ -I_2 R_2 - I_1 R_3 - I_2 R_3 &= -E_2 \\ -I_1 R_3 - I_2 (R_2 + R_3) &= -E_2 \dots\dots\dots(7) \end{aligned}$$

10.4 ดีเทอร์มิแนนต์ (Determinant)

ใช้แก้โจทย์คณิตศาสตร์ที่มีตัวแปรตั้งแต่สองตัวแปรขึ้นไป ในทางไฟฟ้าที่นำไปใช้เช่น การแก้โจทย์ด้วยวิธีกระแสเมชและวิธีแรงดันโนดเป็นต้น

พิจารณาสมการต่อไปนี้ เมื่อ x และ y เป็นตัวแปรที่ไม่ทราบค่า และ a_1, a_2, b_1, b_2, c_1 และ c_3 เป็นค่าคงที่

แถวตั้ง 1 แถวตั้ง 2 แถวตั้ง 3

แถวนอน 1

$$a_1x + b_1y = c_1$$

แถวนอน 2

$$a_2x + b_2y = c_2$$

ดีเทอร์มิแนนต์ (ต่อ)

ดังนั้นถ้าใช้ดีเทอร์มิแนนต์เพื่อหาค่า x และ y จะได้รูปแบบแต่ละตัวแปรดังนี้

$$\begin{array}{cc}
 \text{แถวตั้ง 1} & \text{แถวตั้ง 2} \\
 x = \frac{\begin{vmatrix} c_1 & b_1 \\ c_2 & b_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{vmatrix}} & y = \frac{\begin{vmatrix} a_1 & c_1 \\ a_2 & c_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{vmatrix}}
 \end{array}$$

ดีเทอร์มิแนนต์ (ต่อ)

การจัดเรียงค่าแต่ละค่าในสมการ จำนวนที่เป็นเศษ และจำนวนที่เป็นส่วนในตัวเศษส่วน หมายถึง ดีเทอร์มิแนนต์ (D) ซึ่งหาค่าเชิงตัวเลขได้ดังนี้

แถวตั้ง 1 แถวตั้ง 2

$$D = \begin{vmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{vmatrix} = a_1b_2 - a_2b_1$$

โดยคูณลงได้เครื่องหมายเป็นบวก
และคูณขึ้นได้เครื่องหมายเป็นลบ

เมื่อใช้ดีเทอร์มิแนนต์เพื่อหาค่า x และ y จะได้ดังนี้

$$x = \frac{\begin{vmatrix} c_1 & b_1 \\ c_2 & b_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{vmatrix}} = \frac{c_1b_2 - c_2b_1}{a_1b_2 - a_2b_1}$$

suriyan rukpouk

$$y = \frac{\begin{vmatrix} a_1 & c_1 \\ a_2 & c_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{vmatrix}} = \frac{a_1c_2 - a_2c_1}{a_1b_2 - a_2b_1}$$

ดีเทอร์มิแนนต์ (ต่อ)

ตัวอย่างที่ 10.3 จากสมการจงหาค่า x และ y

$$2x + y = 3$$

$$3x + 4y = 4$$

วิธีทำ

$$x = \frac{\begin{vmatrix} 3 & 1 \\ 4 & 4 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 2 & 1 \\ 3 & 4 \end{vmatrix}} = \frac{(3 \times 4) - (2 \times 1)}{(2 \times 4) - (3 \times 1)} = \frac{12 - 2}{8 - 3}$$

$$= \frac{10}{5} = 2$$

$$\therefore x = 2$$

ดีเทอร์มิแนนต์ (ต่อ)

ตัวอย่างที่ 10.3 (ต่อ)

$$\begin{aligned}
 y &= \frac{\begin{vmatrix} 2 & 3 \\ 3 & 2 \end{vmatrix}}{5} = \frac{(2 \times 2) - (3 \times 3)}{5} = \frac{4 - 9}{5} \\
 &= \frac{-5}{5} = -1 \\
 \therefore y &= -1
 \end{aligned}$$

ตรวจสอบความถูกต้องของค่าตัวแปร x และ y โดยแทนค่าลงในสมการโจทย์จะได้

$$\begin{aligned}
 2x + y &= (2 \times 2) + (-1) = 4 - 1 = 3 \text{ แสดงว่าถูกต้อง} \\
 3x + 4y &= (3 \times 2) + (4 + (-1)) = 6 - 4 = 2 \text{ แสดงว่าถูกต้อง}
 \end{aligned}$$

ดีเทอร์มิแนนต์ (ต่อ)

ตัวอย่างที่ 10.4 จากสมการจงหาค่า x และ y

$$x = 4 - 8y$$

$$3x = -2 + 4y$$

วิธีทำ

เขียนสมการใหม่ให้อยู่ในรูปแบบสมการที่

$$\begin{array}{l} a_1x + b_1y = c_1 \\ a_2x + b_2y = c_2 \end{array}$$

จะได้

$$x + 4y = 4$$

$$3x - 4y = -2$$

ดีเทอร์มิแนนต์ (ต่อ)

ตัวอย่างที่ 10.4(ต่อ)

หาค่า x ด้วยดีเทอร์มิแนนต์จะได้

$$\begin{aligned}
 x &= \frac{\begin{vmatrix} 4 & 4 \\ -2 & -4 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & 4 \\ 3 & -4 \end{vmatrix}} = \frac{(4 \times (-4)) - ((-2) \times 4)}{(1 \times (-4)) - (3 \times 4)} = \frac{-16 + 8}{-4 - 12} \\
 &= \frac{-8}{-16} = \frac{1}{2} \\
 \therefore x &= 0.5
 \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 10.4(ต่อ)

หาค่า y ด้วยดีเทอร์มิแนนต์จะได้

$$y = \frac{\begin{vmatrix} 1 & 4 \\ 3 & -2 \end{vmatrix}}{-16} = \frac{(1 \times (-2)) - (3 \times 4)}{-16} = \frac{-2 - 12}{-16}$$

$$= \frac{-14}{-16} = \frac{7}{8}$$

$$\therefore y = 0.875$$

ตรวจสอบความถูกต้องของค่าตัวแปร x และ y โดยแทนค่าลงในสมการโจทย์จะได้

$$x + 4y = 0.5 + (4 \times 0.875) = 0.5 + 3.5 = 4 \quad \text{แสดงว่าถูกต้อง}$$

$$3x - 4y = (3 \times 0.5) - (4 \times 0.875) = 1.5 - 3.5 = -2 \quad \text{แสดงว่าถูกต้อง}$$

suriyan rukpouk

ดีเทอร์มิแนนต์ 3 ตัวแปร

	แถวตั้ง 1	แถวตั้ง 2	แถวตั้ง 3	แถวตั้ง 4
แถวนอน 1	a_1x	$+ b_1y$	$+ c_1z$	$= d_1$
แถวนอน 2	a_2x	$+ b_2y$	$+ c_2z$	$= d_2$
แถวนอน 3	a_3x	$+ b_3y$	$+ c_3z$	$= d_3$

เมื่อ x, y และ z เป็นตัวแปร และ $a_{1,2,3}, b_{1,2,3}$ และ $c_{1,2,3}$ เป็นค่าคงที่

ดีเทอร์มิแนนต์

$$D = \begin{vmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{vmatrix}$$

ดีเทอร์มิแนนต์ 3 ตัวแปร (ต่อ)

	แถวตั้ง 1	แถวตั้ง 2	แถวตั้ง 3	แถวตั้ง 4
แถวนอน 1	a_1x	$+ b_1y$	$+ c_1z$	$= d_1$
แถวนอน 2	a_2x	$+ b_2y$	$+ c_2z$	$= d_2$
แถวนอน 3	a_3x	$+ b_3y$	$+ c_3z$	$= d_3$

การหาค่า x , y และ z ได้ดังนี้

$$x = \frac{\begin{vmatrix} d_1 & b_1 & c_1 \\ d_2 & b_2 & c_2 \\ d_3 & b_3 & c_3 \end{vmatrix}}{D}$$

$$y = \frac{\begin{vmatrix} a_1 & d_1 & c_1 \\ a_2 & d_2 & c_2 \\ a_3 & d_3 & c_3 \end{vmatrix}}{D}$$

$$z = \frac{\begin{vmatrix} a_1 & b_1 & d_1 \\ a_2 & b_2 & d_2 \\ a_3 & b_3 & d_3 \end{vmatrix}}{D}$$

ดีเทอร์มิแนนต์ 3 ตัวแปร (ต่อ)

วิธีการหาค่าดีเทอร์มิแนนต์อันดับที่ 3 หรือ 3 ตัวแปร

$$D = \begin{vmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{vmatrix}$$

$4(-) \ 5(-) \ 6(-) \Rightarrow -a_3b_2c_1 - b_3c_2a_1 - c_3a_2b_1$
 $1(+) \ 2(+) \ 3(+) \Rightarrow +a_1b_1c_3 + b_1c_2a_3 + c_1a_2b_3$

โดยคูณลงได้เครื่องหมายเป็นบวก
และคูณขึ้นได้เครื่องหมายเป็นลบ

ผลรวมของแนวทแยง 1-3 และ 4-6 ได้ดังนี้

$$\left(+a_1b_1c_3 + b_1c_2a_3 + c_1a_2b_3\right) + \left(-a_3b_2c_1 - b_3c_2a_1 - c_3a_2b_1\right)$$

หรือ $\left(+a_1b_1c_3 + b_1c_2a_3 + c_1a_2b_3\right) - \left(a_3b_2c_1 + b_3c_2a_1 + c_3a_2b_1\right)$

ดีเทอร์มิแนนต์ 3 ตัวแปร (ต่อ)

ตัวอย่างที่ 10.5 จากสมการจงหาค่า x, y และ z

$$1x + 0y + 2z = -1$$

$$0x + 4y + 2z = 2$$

$$1x + 3y + 2z = 0$$

วิธีทำ

$$D = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 4 & 2 & 0 & 4 \\ 1 & 3 & 2 & 1 & 3 \end{vmatrix}$$

$$= \left\{ \begin{aligned} &[(1 \times 4 \times 2) + (0 \times 2 \times 1) + (2 \times 0 \times 3)] \\ &- [(1 \times 4 \times 2) + (3 \times 2 \times 1) + (2 \times 0 \times 0)] \end{aligned} \right\}$$

$$= (8 + 0 + 0) - (8 + 6 + 0)$$

$$= 8 - 14 = -6$$

$$\therefore \text{ดีเทอร์มิแนนต์ (D)} = -6$$

ดีเทอร์มิแนนต์ 3 ตัวแปร (ต่อ)

ตัวอย่างที่ 10.5(ต่อ) จากสมการจงหาค่า x

$$1x + 0y + 2z = -1$$

$$0x + 4y + 2z = 2$$

$$1x + 3y + 2z = 0$$

วิธีทำ (ต่อ)

$$x = \frac{\begin{vmatrix} d_1 & b_1 & c_1 \\ d_2 & b_2 & c_2 \\ d_3 & b_3 & c_3 \end{vmatrix}}{D} = \frac{\begin{vmatrix} -1 & 0 & 2 \\ 2 & 4 & 2 \\ 0 & 3 & 2 \end{vmatrix}}{-6}$$

$$= \frac{\left\{ \begin{aligned} & [((-1) \times 4 \times 2) + (0 \times 2 \times 0) + (2 \times 2 \times 3)] \\ & - [(0 \times 4 \times 2) + (3 \times 2 \times (-1)) + (2 \times 2 \times 0)] \end{aligned} \right\}}{-6}$$

$$= \frac{((-8) + 0 + 12) - (0 + (-6) + 0)}{-6} = \frac{4 + 6}{-6} = \frac{10}{-6}$$

$$= -1.67$$

$$\therefore x = -1.67$$

ดีเทอร์มิแนนต์ 3 ตัวแปร (ต่อ)

ตัวอย่างที่ 10.5(ต่อ) จากสมการจงหาค่า y

$$1x + 0y + 2z = -1$$

$$0x + 4y + 2z = 2$$

$$1x + 3y + 2z = 0$$

วิธีทำ (ต่อ)

$$y = \frac{\begin{vmatrix} a_1 & d_1 & c_1 \\ a_2 & d_2 & c_2 \\ a_3 & d_3 & c_3 \end{vmatrix}}{D} = \frac{\begin{vmatrix} 1 & -1 & 2 & 1 & -1 \\ 0 & 2 & 2 & 0 & 2 \\ 1 & 0 & 2 & 1 & 0 \end{vmatrix}}{-6}$$

$$= \frac{\left\{ \begin{aligned} &[(1 \times 2 \times 2) + ((-1) \times 2 \times 1) + (2 \times 0 \times 0)] \\ &- [(1 \times 2 \times 2) + (0 \times 2 \times 1) + (2 \times 0 \times (-1))] \end{aligned} \right\}}{-6}$$

$$= \frac{(4 + (-2) + 0) - (4 + 0 + 0)}{-6} = \frac{2 - 4}{-6}$$

$$= \frac{-2}{-6} = 0.33$$

$$\therefore y = 0.33$$

ดีเทอร์มิแนนต์ 3 ตัวแปร (ต่อ)

ตัวอย่างที่ 10.5(ต่อ) จากสมการจงหาค่า z

$$1x + 0y + 2z = -1$$

$$0x + 4y + 2z = 2$$

$$1x + 3y + 2z = 0$$

วิธีทำ (ต่อ)

$$z = \frac{\begin{vmatrix} a_1 & b_1 & d_1 \\ a_2 & b_2 & d_2 \\ a_3 & b_3 & d_3 \end{vmatrix}}{D} = \frac{\begin{vmatrix} 1 & 0 & -1 & 1 & 0 \\ 0 & 4 & 2 & 0 & 4 \\ 1 & 3 & 0 & 1 & 3 \end{vmatrix}}{-6}$$

$$= \frac{\left\{ \begin{aligned} &[(1 \times 4 \times 0) + (0 \times 2 \times 1) + ((-1) \times 0 \times 3)] \\ &- [(1 \times 4 \times (-1)) + (3 \times 2 \times 1) + (0 \times 0 \times 0)] \end{aligned} \right\}}{-6}$$

$$= \frac{(0 + 0 + 0) - ((-4) + 6 + 0)}{-6} = \frac{0 - 2}{-6}$$

$$= \frac{-2}{-6} = 0.33$$

$$\therefore z = 0.33$$

ดีเทอร์มิแนนต์ 3 ตัวแปร (ต่อ)

ตัวอย่างที่ 10.5(ต่อ) จากสมการจงหาค่า x , y และ z

วิธีทำ (ต่อ)

$$1x + 0y + 2z = -1$$

$$0x + 4y + 2z = 2$$

$$1x + 3y + 2z = 0$$

ตรวจสอบความถูกต้องของค่าตัวแปร x , y และ z โดยแทนค่าลงในสมการโจทย์จะได้

$$\left. \begin{aligned} (1 \times (-1.67)) + (0 \times 0.33) + (2 \times 0.33) &= -1.01 \approx -1 \\ (0 \times (-1.67)) + (4 \times 0.33) + (2 \times 0.33) &= 1.98 \approx 2 \\ (1 \times (-1.67)) + (3 \times 0.33) + (2 \times 0.33) &= -0.02 \approx 0 \end{aligned} \right\} \text{ถูกต้อง}$$

10.5 การแก้สมการเชิงเส้นหาค่าตัวแปร

วิธีที่ 1 กำจัดตัวแปร

ตัวอย่างที่ 10.6

จงแก้สมการหาค่า x_1 และ x_2

$$2x_1 + 3x_2 = -5$$

$$3x_1 - 6x_2 = 4$$

วิธีทำ

$$2x_1 + 3x_2 = -5 \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$3x_1 - 6x_2 = 4 \quad \dots\dots\dots(2)$$

นำ $2 \times (1)$ จะได้

$$4x_1 + 6x_2 = -10 \quad \dots\dots\dots(3)$$

การแก้สมการเชิงเส้นหาค่าตัวแปร (ต่อ)

นำ (3) + (2) จะได้

$$\begin{array}{rcl} 7I_1 & = & -6 \\ \text{ดังนั้น} \quad I_1 & = & \frac{-6}{7} = -0.857 \end{array}$$

ตอบ

นำค่า I_1 แทนในสมการ (1) จะได้

$$2 \times (-0.857) + 3I_2 = -5$$

$$-1.714 + 3I_2 = -5$$

$$3I_2 = -5 + 1.714$$

$$I_2 = \frac{-3.286}{3} = -1.095$$

ตอบ

การแก้สมการเชิงเส้นหาค่าตัวแปร (ต่อ)

วิธีที่ 2 การแก้สมการหลายตัวแปรด้วยดีเทอร์มิแนนต์

ตัวอย่างที่

10.7

วิธีทำ

จงแก้สมการหาค่า I_1 และ I_2

$$\left. \begin{array}{rcl} 2I_1 + 3I_2 & = & -5 \\ 3I_1 - 6I_2 & = & 4 \end{array} \right\} \begin{bmatrix} 2 & 3 \\ 3 & -6 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -5 \\ 4 \end{bmatrix}$$

$$D = \begin{vmatrix} 2 & 3 \\ 3 & -6 \end{vmatrix} = (2 \times (-6)) - (3 \times 3) = -12 - 9 = -21$$

$$I_1 = \frac{\begin{vmatrix} -5 & 3 \\ 4 & -6 \end{vmatrix}}{D} = \frac{((-5) \times (-6)) - (4 \times 3)}{-21} = \frac{30 - 12}{-21} = \frac{18}{21} = -0.86 \text{ A}$$

การแก้สมการเชิงเส้นหาค่าตัวแปร (ต่อ)

ตัวอย่างที่ 10.7

(ต่อ)

$$I_2 = \frac{\begin{vmatrix} 2 & -5 \\ 3 & 4 \end{vmatrix}}{D}$$

$$= \frac{(2 \times 4) - (3 \times (-5))}{-21} = \frac{8 + 15}{-21} = -1.095$$

$$\therefore I_2 = -1.095 \text{ A}$$



ดังนั้น

$$I_1 = -0.857$$

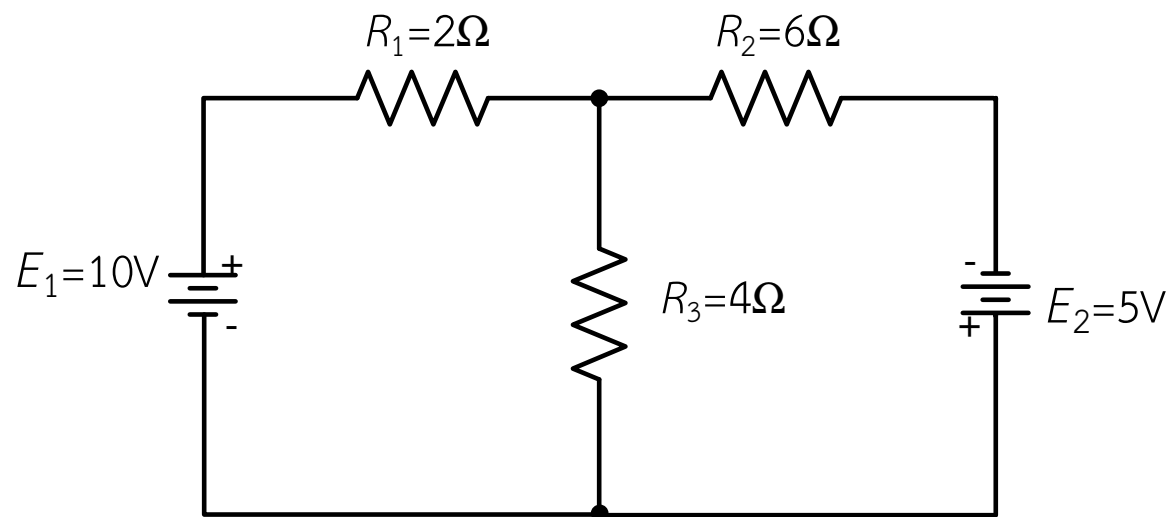
$$I_2 = -1.095$$

ตอบ

10.6 การแก้สมการหาค่ากระแสไฟฟ้าโดยใช้กฎของเคอร์ชอฟฟ์

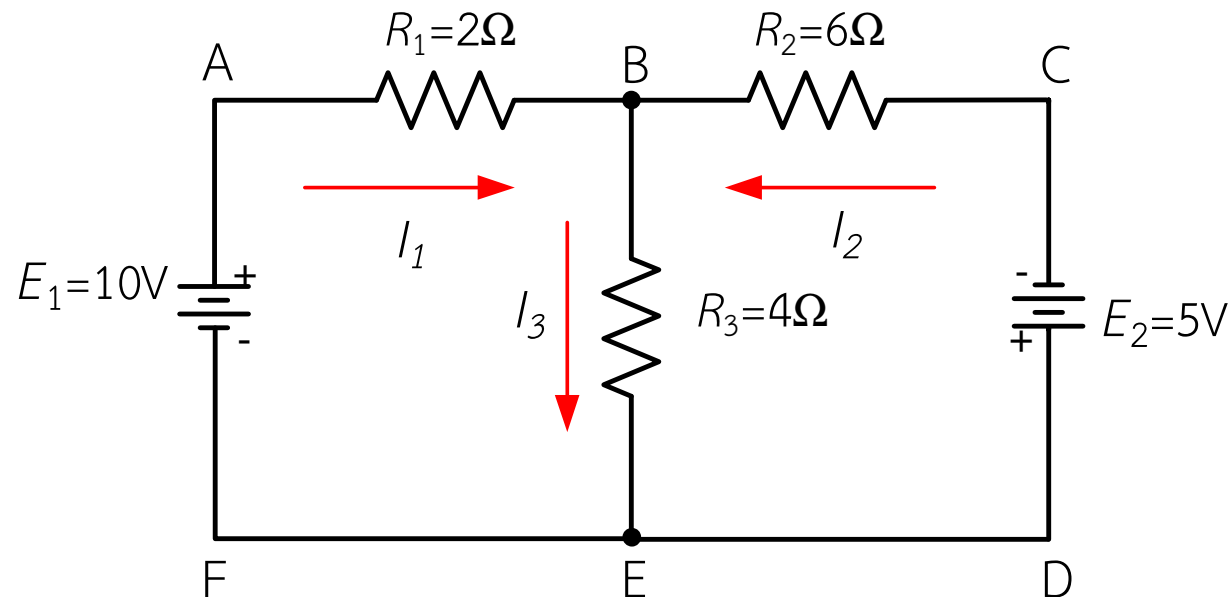
ตัวอย่างที่ 10.8

จากวงจร จงหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานทุกตัว



ตัวอย่างที่ 10.8 (ต่อ)

➡ ตั้งชื่อลูป และกำหนดทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าในแต่ละสาขาของวงจร



$$I_3 = I_1 + I_2 \dots\dots\dots(1)$$

ตัวอย่างที่ 10.8 (ต่อ)

➡ เขียนสมการแรงดันตามกฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์

พิจารณาลูป ABEFA จะได้

$$I_1 R_1 + I_3 R_3 = E_1$$

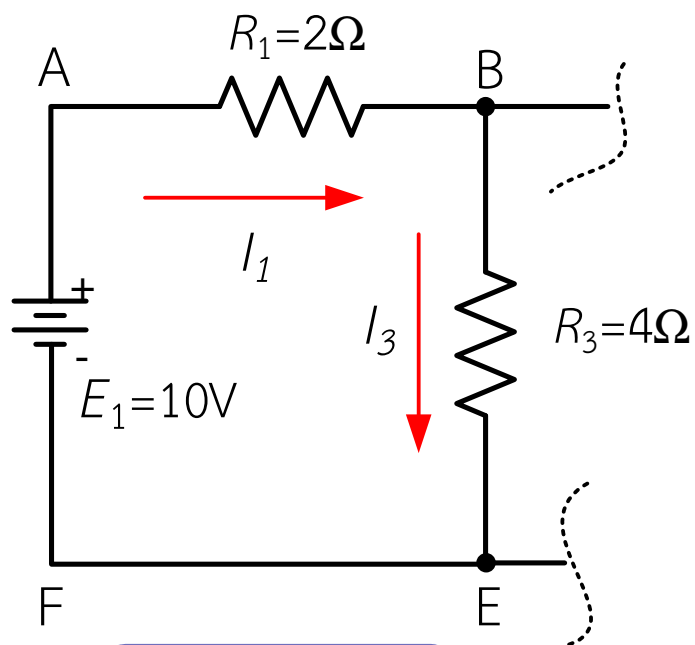
$$2I_1 + 4I_3 = 10 \quad \text{.....(2)}$$

แทนสมการที่ (1) ลงในสมการที่ (2)

จะได้ $2I_1 + 4(I_1 + I_2) = 10$

$$2I_1 + 4I_1 + 4I_2 = 10$$

$$6I_1 + 4I_2 = 10 \quad \text{.....(3)}$$



$$I_3 = I_1 + I_2$$

ตัวอย่างที่ 10.8 (ต่อ)

พิจารณาลูป CBEDC จะได้

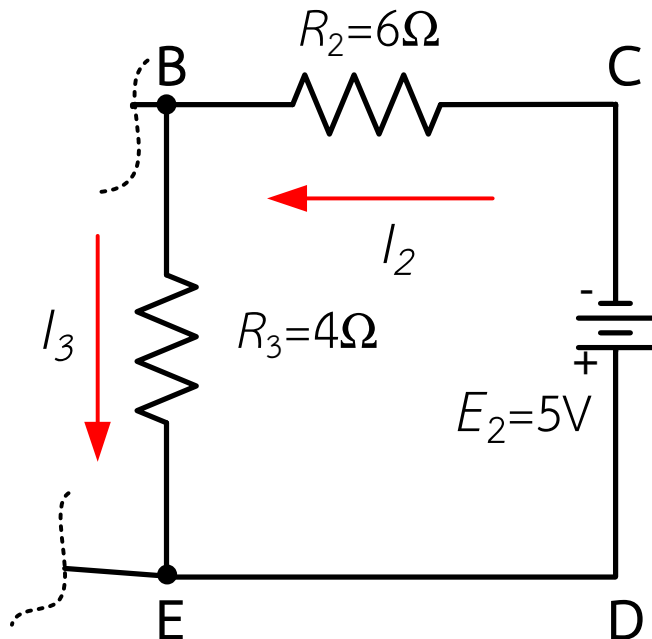
$$I_2 R_2 + I_3 R_3 = -E_2$$

$$6I_2 + 4I_3 = -5 \quad \text{.....(4)}$$

แทนสมการที่ (1) ลงในสมการที่ (4) จะได้

$$6I_2 + 4(I_1 + I_2) = -5$$

$$4I_1 + 10I_2 = -5 \quad \text{.....(5)}$$



$$I_3 = I_1 + I_2$$

ตัวอย่างที่ 10.8 (ต่อ)

➡ นำสมการที่ (3) และสมการที่ (5)
มาแก้สมการด้วยดีเทอร์มิแนนต์

$$\begin{bmatrix} 6 & 4 \\ 4 & 10 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 10 \\ -5 \end{bmatrix}$$

$$D = \begin{vmatrix} 6 & 4 \\ 4 & 10 \end{vmatrix} = (6 \times 10) - (4 \times 4) = 60 - 16 = 44$$

$$I_1 = \frac{\begin{vmatrix} 10 & 4 \\ -5 & 10 \end{vmatrix}}{D} = \frac{(10 \times 10) - ((-5) \times 4)}{44} = \frac{100 + 20}{44} = 2.73$$

ตัวอย่างที่ 10.8 (ต่อ)

$$I_2 = \frac{\begin{vmatrix} 6 & 10 \\ 4 & -5 \end{vmatrix}}{D} = \frac{(6 \times (-5)) - (4 \times 10)}{44} = \frac{-30 - 40}{44} = -1.59$$

ดังนั้น

$$I_1 = \frac{120}{44} = 2.73 \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{-70}{44} = -1.59 \text{ A}$$

$$I_3 = I_1 + I_2 = 2.73 + (-1.59) = 1.14 \text{ A} \quad \text{ตอบ}$$

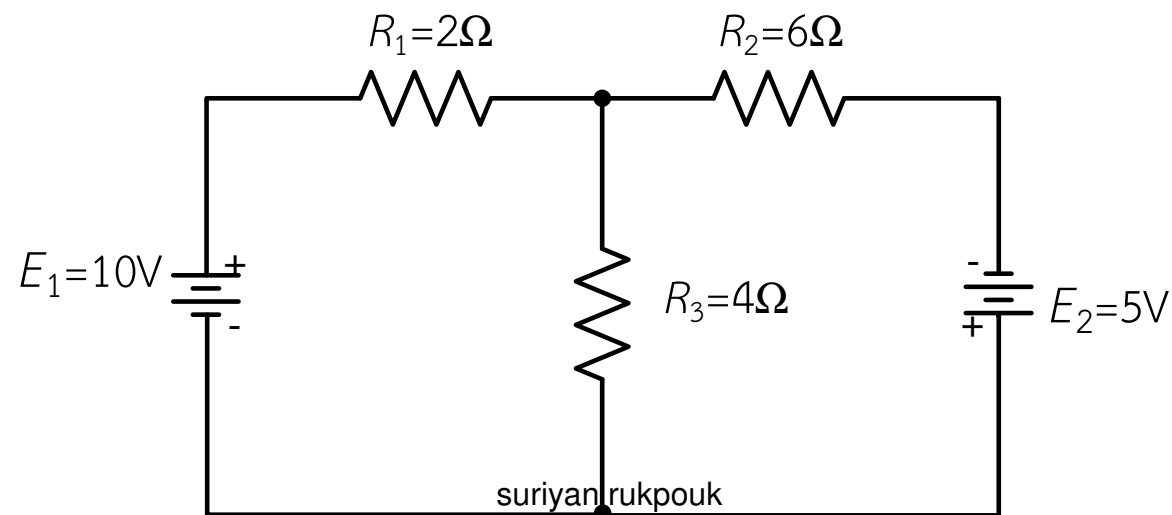
ตัวอย่างที่ 10.8 (ต่อ)

หาค่าแรงดันตกคร่อมตัวต้านทานทุกตัวในวงจร

$$V_{R1} = I_{R1} \times R_1 = 2.73 \text{ A} \times 2 \Omega = 5.46 \text{ V}$$

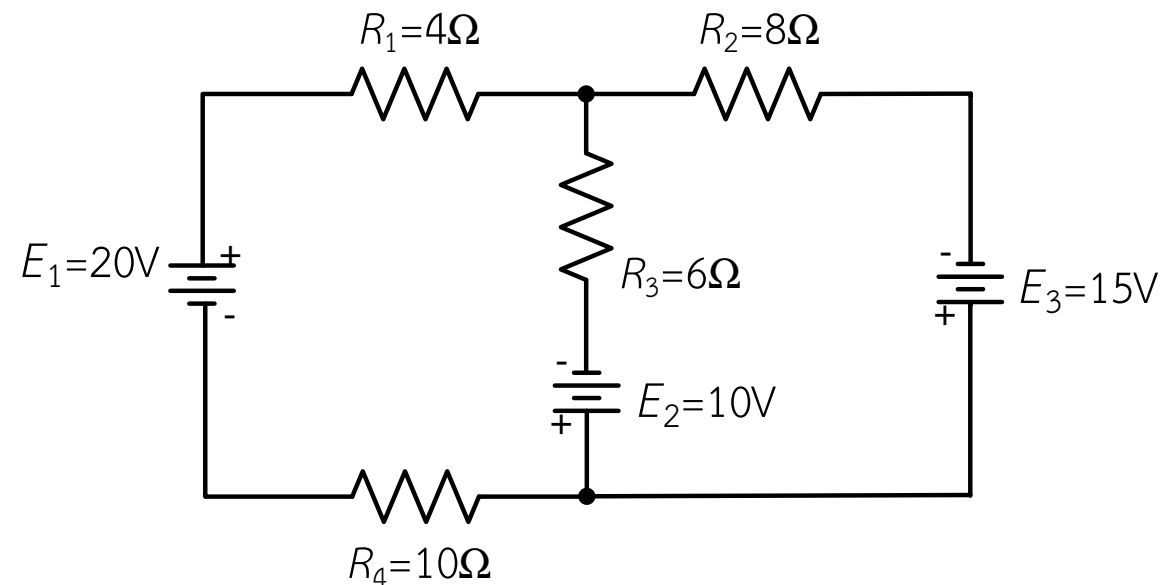
$$V_{R2} = I_{R2} \times R_2 = -1.59 \text{ A} \times 6 \Omega = -9.54 \text{ V}$$

$$V_{R3} = I_{R3} \times R_3 = 1.44 \text{ A} \times 4 \Omega = 5.76 \text{ V}$$



ตัวอย่างที่ 10.9

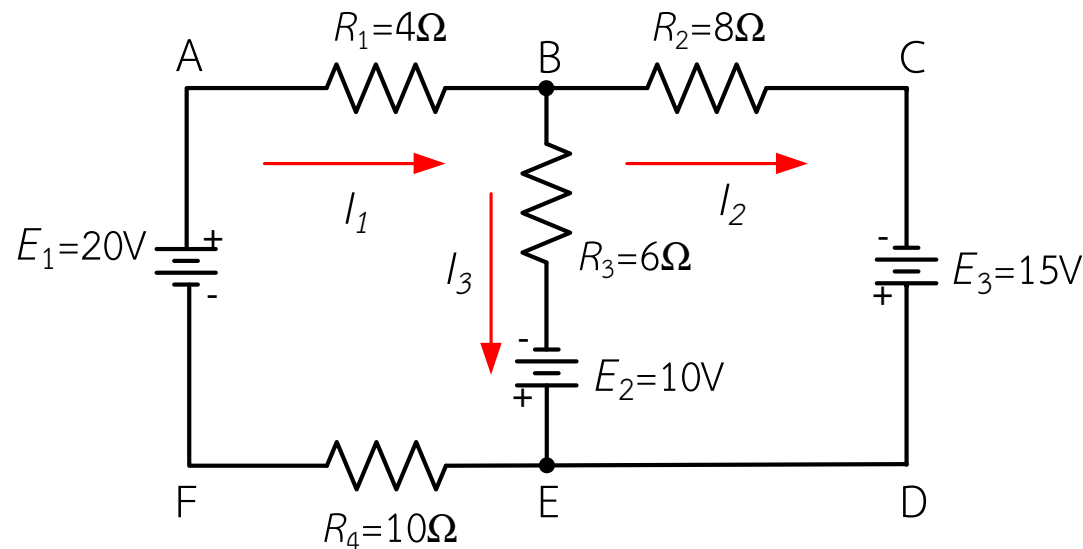
จากวงจร จงหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานทุกตัว
และแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทานทุกตัว



ตัวอย่างที่ 10.9 (ต่อ)

วิธีทำ

- ◆ ตั้งชื่อลูป และกำหนดทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าในแต่ละสาขาของวงจร



- ◆ เขียนสมการกระแสไฟฟ้าตามกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ จะได้

$$I_1 = I_2 + I_3$$

$$I_3 = I_1 - I_2 \quad \dots\dots\dots(1)$$

ตัวอย่างที่ 10.6 (ต่อ)

◆ เขียนสมการแรงดันไฟฟ้าตามกฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์

พิจารณาลูป ABEFA จะได้

$$I_1 R_1 + I_3 R_3 + I_1 R_4 = E_2 + E_1$$

$$4I_1 + 6I_3 + 10I_1 = 10 + 20 \dots\dots(2)$$

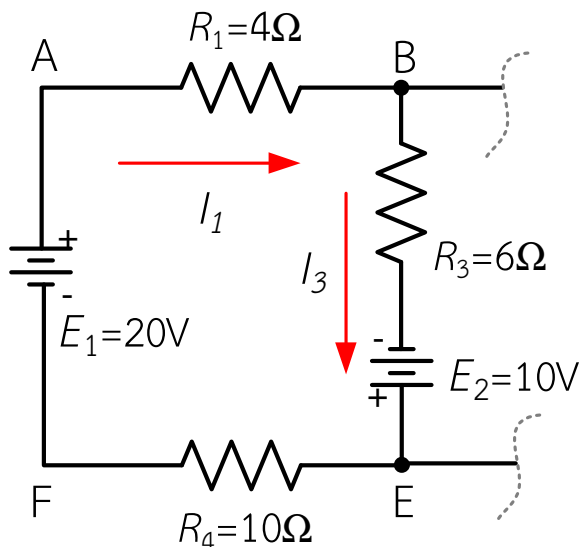
แทนสมการที่ (1) ลงในสมการที่ (2) จะได้

$$4I_1 + 6(I_1 - I_2) + 10I_1 = 30$$

$$4I_1 + 6I_1 - 6I_2 + 10I_1 = 30$$

$$20I_1 - 6I_2 = 30 \dots\dots(3)$$

$$I_3 = I_1 - I_2$$



ตัวอย่างที่ 10.9 (ต่อ)

พิจารณาลูป BCDEB จะได้

$$I_2 R_2 - I_3 R_3 = E_3 - E_2$$

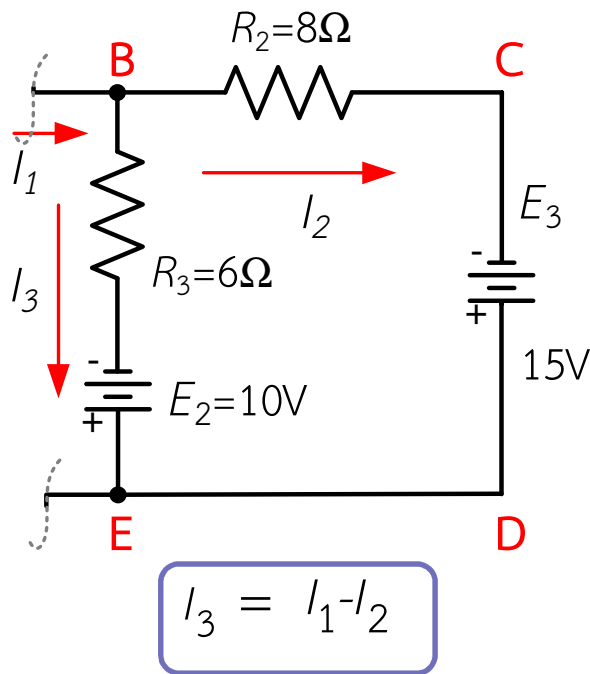
$$8I_2 - 6I_3 = 15 - 10 \quad \dots(4)$$

แทนสมการที่ (1) ลงในสมการที่ (4) จะได้

$$8I_2 - 6(I_1 - I_2) = 5$$

$$8I_2 - 6I_1 + 6I_2 = 5$$

$$-6I_1 + 14I_2 = 5 \quad \dots(5)$$



◆ นำสมการที่ (3) และสมการที่ (5) ไปแก้สมการด้วยดีเทอร์มิแนนต์

ตัวอย่างที่ 10.9 (ต่อ)

◆ นำสมการที่ (3) และ (5) มาแก้สมการด้วยดีเทอร์มิแนนต์

$$\begin{bmatrix} 20 & -6 \\ -6 & 14 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 30 \\ 5 \end{bmatrix}$$

$$D = \begin{vmatrix} 20 & -6 \\ -6 & 14 \end{vmatrix}$$

$$= (20 \times 14) - ((-6) \times (-6)) = 280 - 36 = 244$$

ตัวอย่างที่ 10.9 (ต่อ)

◆ นำสมการที่ (3) และ (5) มาแก้สมการด้วยดีเทอร์มิแนนต์

$$I_1 = \frac{\begin{vmatrix} 30 & -6 \\ 5 & 14 \end{vmatrix}}{D} = \frac{(30 \times 14) - (5 \times (-6))}{244} = \frac{420 + 30}{244} = 1.84$$

$$I_2 = \frac{\begin{vmatrix} 20 & 30 \\ -6 & 5 \end{vmatrix}}{D} = \frac{(20 \times 5) - ((-6) \times 30)}{244} = \frac{100 + 180}{244} = 1.15$$

ตัวอย่างที่ 10.9 (ต่อ)

ดังนั้น $I_1 = \frac{450}{244} = 1.84 \text{ A}$

$$I_2 = \frac{280}{244} = 1.15 \text{ A}$$

$$I_3 = I_1 - I_2 = 1.84 - 1.15 = 0.69 \text{ A} \quad \text{ตอบ}$$



ตัวอย่างที่ 10.9 (ต่อ)

หาค่าแรงดันตกคร่อมตัวต้านทานทุกตัวในวงจร

$$V_{R1} = I_{R1} \times R_1 = 1.84 \text{ A} \times 4 \Omega = 7.36 \text{ V}$$

$$V_{R2} = I_{R2} \times R_2 = 1.15 \text{ A} \times 8 \Omega = 9.20 \text{ V}$$

$$V_{R3} = I_{R3} \times R_3 = 0.69 \text{ A} \times 6 \Omega = 4.14 \text{ V}$$

$$V_{R4} = I_{R4} \times R_4 = 1.84 \text{ A} \times 10 \Omega = 18.4 \text{ V}$$

สรุป

กฎของเคอร์ชอฟฟ์ใช้สำหรับแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าที่ค่อนข้างยุ่งยากและซับซ้อน กฎของเคอร์ชอฟฟ์มีกฎที่สำคัญสองกฎ คือ กฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ และกฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์

- กฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์กล่าวว่า “ณ จุดใด ๆ ในวงจรไฟฟ้า ผลรวมของกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าจะเท่ากับผลรวมของกระแสไฟฟ้าที่ไหลออก”
- กฎแรงดันไฟฟ้ากล่าวว่า “ในวงจรไฟฟ้าปิดใด ๆ ผลรวมทางพีชคณิตของแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัวจะเท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่าย”

นำทฤษฎีทั้งสองไปใช้ในการเขียนสมการโดยพิจารณาที่ละจุดแล้วใช้ดีเทอร์มิแนนต์แก้สมการ ซึ่งทำได้สะดวกและรวดเร็ว