

เอกสารประกอบการเรียนการสอน

วิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรง (2104-2002)

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556

DC
Electrical
Circuits

หน่วยที่ 11 วิธีแรงดันโนด

(Node Voltage Method)

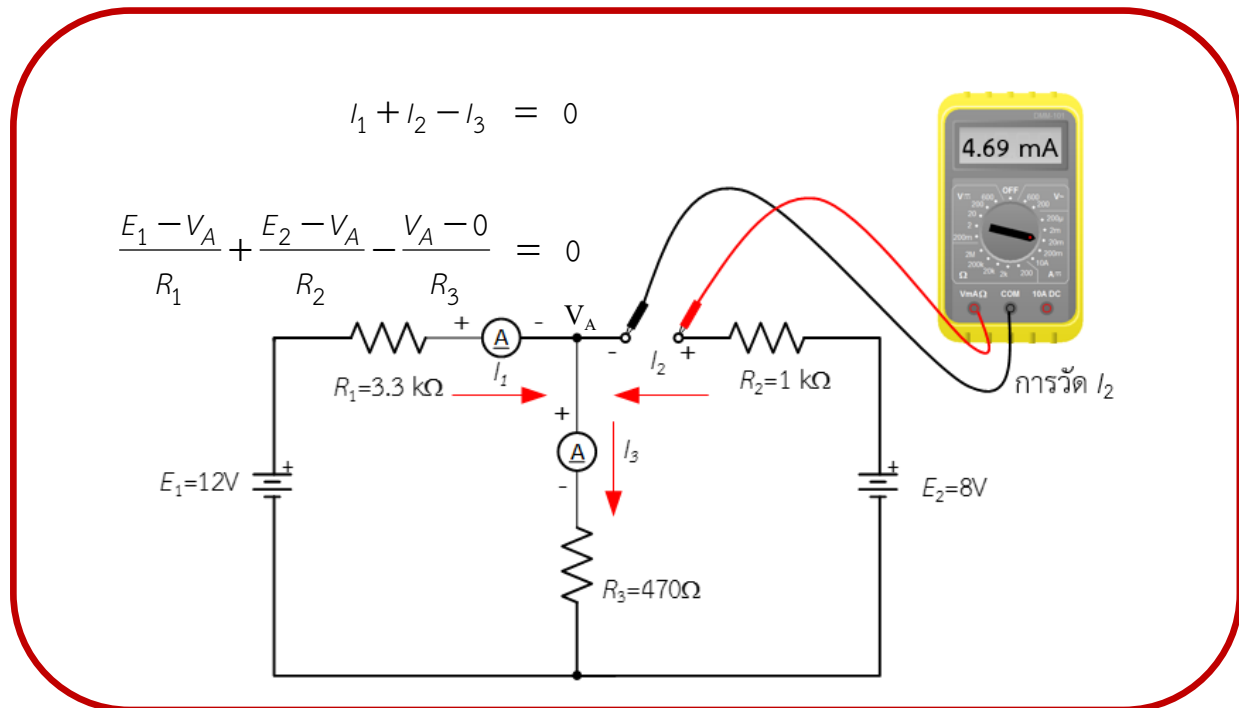
นายสุริยันต์ รักพวง

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง
วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
กระทรวงศึกษาธิการ

เอกสารประกอบการเรียนการสอน
วิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรง
รหัสวิชา 2104-2002

หน่วยที่ 11 วิธีแรงดันโนด

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 หากผู้ที่ได้อ่านเอกสารฉบับนี้พบข้อบกพร่องผิดพลาดหรือมีข้อเสนอแนะ ผู้จัดทำยินดียอมรับและจะนำไปปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ต่อไป จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

สุริยันต์ รักพวก

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
สารบัญรูปภาพ	ค
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	ง
คำชี้แจงการใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอนหน่วยที่ 11	จ
แบบทดสอบก่อนเรียน	1
ใบเนื้อหา	6
11.1 แนวคิดของวิธีแรงดันโนด	7
11.2 การนำวิธีแรงดันโนดใช้แก้ปัญหาวงจรไฟฟ้า	10
สรุป	17
ใบแบบฝึกหัด	18
ใบประเมินผลแบบฝึกหัด	21
ใบงานที่ 11 วิธีแรงดันโนด	22
ใบประเมินผลใบงานที่ 11	32
เกณฑ์การประเมินผลใบงานที่ 11	33
แบบทดสอบหลังเรียน	35
ใบประเมินผลคุณธรรม จริยธรรม	40
เอกสารอ้างอิง	41
ภาคผนวก	42
เฉลยแบบฝึกหัด	43
เฉลยใบงานที่ 11	52
เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน	56
ใบสรุปการประเมินผล	57
สื่อ Power Point	58

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
11.1 ตัวอย่างการกำหนดจุดโนด	7
11.2 กำหนดจุดโนด กำหนดทิศทางกระแสไฟฟ้า และชั่วแรงแดัน	8
11.3 วงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 11.1	10
11.4 วงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 11.2	12
11.5 วงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 11.3	14
11.6 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 1	19
11.7 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 2	19
11.8 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 3	19
11.9 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 4	20

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 เมชเคอร์เรนต์ โนดโวลเตจ ทฤษฎีการวางซ้อน เทเวนิน นอร์ตัน และการส่งถ่ายกำลังไฟฟ้าสูงสุด

คำชี้แจงการใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอน

การใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอน วิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรง รหัสวิชา 2104-2002 หน่วยที่ 11 เรื่องวิธีแรงดันโนด ใช้เวลาในการทำกิจกรรมการเรียนการสอน 240 นาที (4 ชั่วโมง) เพื่อให้กิจกรรมการเรียนการสอน เกิดประสิทธิผลของการเรียนรู้ ครูควรปฏิบัติตามข้อแนะนำต่างๆ ในการใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอน ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสารประกอบการเรียนการสอนและสื่อการสอนเพื่อเตรียมการสอน
 2. ชี้แจงการใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอน หน่วยที่ 11 เรื่องวิธีแรงดันโนด เกณฑ์การประเมินผลในการร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนและระเบียบต่างๆ ใช้เวลา 5 นาที
 3. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 20 นาที
 4. สอนทฤษฎีตามจุดประสงค์การเรียนการสอนประจำหน่วยที่ 11 ด้วยสื่อ Power Point ในเอกสารประกอบการเรียนการสอน ใช้เวลาในการสอนทฤษฎี 60 นาที
 5. สรุปสาระการเรียนรู้ประจำหน่วยที่ 11 เรื่องวิธีแรงดันโนด ขั้นตอนการแก้ปัญหา วงจรไฟฟ้าด้วยวิธีแรงดันโนด และการแก้ปัญหาโทยังวงจรไฟฟ้าโดยใช้วิธีแรงดันโนด ใช้เวลา 5 นาที
 6. ให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัด ใช้เวลา 40 นาที
 7. สอนภาคปฏิบัติตามจุดประสงค์การเรียนการสอนประจำหน่วยที่ 11 ให้ผู้เรียนทำการทดลองใบงานที่ 11 ใช้เวลา 55 นาที
 8. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 20 นาที
 9. เฉลยแบบฝึกหัด ใบงานที่ 11 แบบทดสอบก่อนเรียน ใช้เวลา 20 นาที
 10. เก็บรวบรวม แบบฝึกหัด แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน บันทึกคะแนนลงในแบบวัดผลประเมินผลหน่วยที่ 11 โดยใช้เวลา 5 นาที
 11. สรุปผลการประเมินผล พร้อมชี้แนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข และให้ผู้เรียนเตรียมความพร้อมในการเรียนหน่วยที่ 12 เรื่องทฤษฎีการวางซ้อน ให้ผู้เรียนเก็บเครื่องมือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ใบงาน ทำความสะอาดห้องเรียน สรรวจเครื่องแต่งกาย ก่อนออกจากห้องเรียนโดยใช้เวลา 10 นาที
- ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เป็นภาคทฤษฎีและปฏิบัติ บทบาทสำคัญของครูต้องสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน เพื่อแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีทักษะ เกิดการเชื่อมโยงความรู้จากทฤษฎีสู่ภาคปฏิบัติความสัมพันธ์ของเนื้อหาภาพรวมทั้งหมดที่เรียนสามารถขยายความรู้ในการนำไปประยุกต์ใช้งานจริงได้



แบบทดสอบก่อนเรียน

รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

สัปดาห์ที่ 14

หน่วยที่ 11 : วิธีแรงดันโนด

คำชี้แจง

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

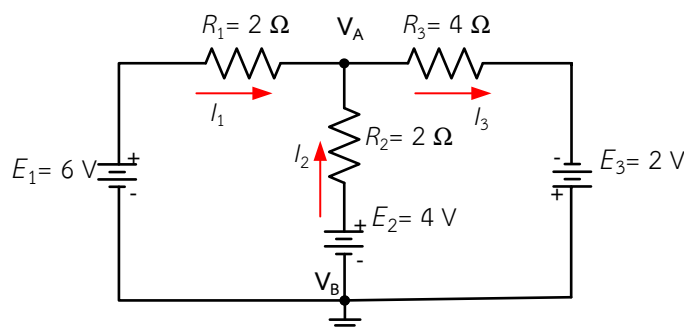
1. ข้อใดกล่าวถึงวิธีแรงดันโนดได้ถูกต้องที่สุด

- ก. เป็นการการใช้การเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าระหว่างจุดโนดที่มีความต่างศักย์กันใช้กฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์เขียนสมการกระแสไฟฟ้า แล้วค่อยเขียนสมการโนด
- ข. เป็นการการใช้การเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าระหว่างจุดโนดที่มีความต่างศักย์กันใช้กฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์เขียนสมการกระแสไฟฟ้า แล้วค่อยเขียนสมการโนด
- ค. เป็นการการใช้การเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าระหว่างจุดโนดที่มีความต่างศักย์กันใช้กฎแบ่งแรงดันไฟฟ้าเขียนสมการกระแสไฟฟ้า แล้วค่อยเขียนสมการโนด
- ง. เป็นการการใช้การเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าระหว่างจุดโนดที่มีความต่างศักย์กันใช้กฎแบ่งกระแสไฟฟ้าเขียนสมการกระแสไฟฟ้า แล้วค่อยเขียนสมการโนด

2. ข้อใดกล่าวถึงโนดหลักได้ถูกต้อง

- ก. จุดต่อของวงจรที่เป็นจุดหลักที่มีจำนวนสาขาดั้งแต่ 2 สาขาขึ้นไปมีความต่างศักย์ระหว่างจุด 2 จุดเมื่อเปรียบเทียบกับโนดอ้างอิง
- ข. จุดต่อร่วมหรือจุดที่เป็นกราวด์ใช้เป็นจุดเปรียบเทียบโนดอื่นๆ มีศักย์ไฟฟ้าเป็น 0 V
- ค. จุดต่อของวงจรที่เป็นจุดหลักที่มีจำนวนสาขาดั้งแต่ 3 สาขาขึ้นไปมีความต่างศักย์ระหว่างจุด 2 จุดเมื่อเปรียบเทียบกับโนดอ้างอิง
- ง. จุดต่อในวงจรไฟฟ้าระหว่างส่วนประกอบของวงจรมีจำนวนสาขาดั้งแต่ 2 สาขาขึ้นไป

จากวงจรไฟฟ้าในรูปที่ 1 ใช้ตอบคำถามข้อ 3-6



รูปที่ 1 สำหรับตอบคำถามข้อที่ 3-6

	แบบทดสอบก่อนเรียน	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 14
	หน่วยที่ 11 : วิธีแรงดันโหนด	

3. ข้อใดคือสมการกระแสไฟฟ้าที่โหนด V_A

ก. $I_1 - I_2 - I_3 = 0$

ข. $I_1 - I_2 + I_3 = 0$

ค. $I_1 + I_2 - I_3 = 0$

ง. $-I_1 + I_2 + I_3 = 0$

4. ข้อใดคือสมการของกระแสไฟฟ้า I_1

ก. $\frac{E_1 - V_A}{R_1}$

ข. $\frac{V_A - E_1}{R_1}$

ค. $\frac{-E_1 - V_A}{R_1}$

ง. $\frac{E_1 + V_A}{R_1}$

5. ข้อใดคือสมการของกระแสไฟฟ้า I_2

ก. $\frac{4 + V_A}{2}$

ข. $\frac{V_A - 4}{2}$

ค. $\frac{-4 - V_A}{2}$

ง. $\frac{4 - V_A}{2}$

6. ถ้าสมมติว่า $V_A = 4$ V เขียนสมการของกระแสไฟฟ้า I_3 ได้เท่าใด

ก. $\frac{4 + 2}{4}$

ข. $\frac{4 - 2}{4}$

ค. $\frac{2 - 4}{4}$

ง. $\frac{2 + 4}{4}$



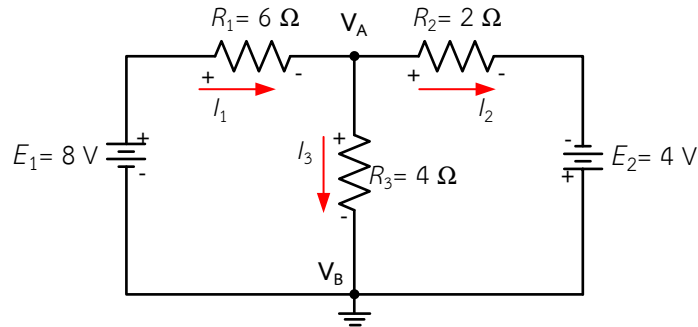
แบบทดสอบก่อนเรียน

รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

สัปดาห์ที่ 14

หน่วยที่ 11 : วิธีแรงดันโนด

จากวงจรไฟฟ้าในรูปที่ 2 ใช้ตอบคำถามข้อ 7-10



รูปที่ 2 สำหรับตอบคำถามข้อที่ 7-10

7. ข้อใดคือสมการกระแสไฟฟ้าที่โนด V_A

ก. $I_1 + I_2 + I_3 = 0$

ข. $I_1 + I_2 - I_3 = 0$

ค. $I_1 - I_2 - I_3 = 0$

ง. $I_1 - I_2 + I_3 = 0$

8. จากรูปแทนค่าในสมการที่โนด V_A ได้ตรงกับข้อใด

ก. $\frac{8 - V_A}{6} + \frac{4 - V_A}{2} - \frac{V_A}{4} = 0$

ข. $\frac{8 - V_A}{6} - \frac{V_A - (-4)}{2} - \frac{V_A - 0}{4} = 0$

ค. $\frac{8 - V_A}{6} + \frac{-4 - V_A}{2} - \frac{V_A - 0}{4} = 0$

ง. $\frac{8 - V_A}{6} + \frac{4 + V_A}{2} - \frac{-V_A}{4} = 0$

9. จากรูปแรงดันที่โนด V_A มีค่าเท่าใด

ก. -3.636 V

ข. 3.636 V

ค. 0.727 V

ง. -0.727 V

	แบบทดสอบก่อนเรียน	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 14
	หน่วยที่ 11 : วิธีแรงดันโนด	
10. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_3 มีค่าเท่าใด ก. 909 mA ข. - 909 mA ค. 181.75 mA ง. - 181.75 mA		

	แบบทดสอบก่อนเรียน	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 14
	หน่วยที่ 11 : วิธีแรงดันโนด	

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				

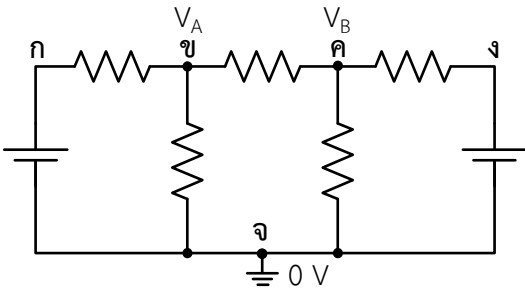
สรุปผล

เต็ม	10
คะแนนเก็บ 10 คะแนนได้	

เกณฑ์การประเมิน

ทำแบบทดสอบได้ 9 – 10 คะแนน	ระดับคุณภาพ	ดีมาก
ทำแบบทดสอบได้ 7 – 8 คะแนน	ระดับคุณภาพ	ดี
ทำแบบทดสอบได้ 5 – 6 คะแนน	ระดับคุณภาพ	พอใช้
ทำแบบทดสอบได้ 0 – 4 คะแนน	ระดับคุณภาพ	ปรับปรุง

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 14
	หน่วยที่ 11 : วิธีแรงดันโนด	จำนวน 4 ชั่วโมง
สาระสำคัญ การแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าด้วยวิธีกระแสเมช จะใช้วิธีสมมติกระแสไฟฟ้าในวงจรปิด แล้วใช้กฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ในการเขียนสมการ ถ้าวงจรไฟฟ้ามีหลายสาขา จะทำให้ได้สมการหลายสมการ ตัวแปรจะมามากตามไปด้วย ทำให้มีความยุ่งยากในการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้า แต่วิธีแรงดันโนด (Node Voltage Method) เป็นการคำนวณหาแรงดันไฟฟ้าตามจุดต่อต่างๆ ของวงจรไฟฟ้า และนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ โดยอาศัยแนวคิดที่เป็นจริงที่ว่า กระแสไฟฟ้าไหลจากจุดที่มีศักย์แรงดันไฟฟ้าสูงไปสู่จุดที่มีศักย์แรงดันไฟฟ้าที่ต่ำกว่า วิธีแรงดันโนดจะช่วยแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าง่ายขึ้น เนื่องจากจำนวนสมการจะน้อยกว่าวิธีกระแสเมช แล้วนำความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์เข้ามาช่วยในการพิสูจน์หาค่าของตัวแปรนั้น ๆ จะเป็นวิธีการกำจัดตัวแปร หรือใช้วิธีดีเทอร์มิแนนต์ในการหาค่าตัวแปร เพื่อหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ผ่านโหลดที่โจทย์กำหนด จุดประสงค์การเรียนรู้การสอน จุดประสงค์ทั่วไป เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ และเข้าใจวิธีแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าด้วยวิธีแรงดันโนด คำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลในสาขาต่าง ๆ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 1. บอกวิธีการคิดของวิธีแรงดันโนดได้ 2. เขียนสมการกระแสไฟฟ้าด้วยวิธีแรงดันโนดได้ 3. แก้สมการหาแรงดันโนดและค่ากระแสไฟฟ้าด้วยวิธีแรงดันโนดได้ คุณธรรม จริยธรรม 1. คุณลักษณะอันพึงประสงค์ 1.1 ความรับผิดชอบ 1.2 ความมีวินัย 1.3 การตรงต่อเวลา 1.4 ความมีมนุษยสัมพันธ์ 1.5 ความรู้และทักษะวิชาชีพ 1.6 ความสนใจใฝ่หาความรู้ 2. การบูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง		

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 14
	หน่วยที่ 11 : วิธีแรงดันโนด	จำนวน 4 ชั่วโมง
2.1 ศึกษาข้อมูลอย่างเป็นระบบ 2.2 ทำตามลำดับขั้น 2.3 ประหยัด เรียบง่าย ได้ประโยชน์สูงสุด 2.4 การมีส่วนร่วม สาระการเรียนรู้ 11.1 แนวคิดของวิธีแรงดันโนด 11.1.1 การเขียนสมการด้วยวิธีแรงดันโนด 11.1.2 สมการโนดแรงดันโนด 11.2 การนำวิธีแรงดันโนดใช้แก้ปัญหาวงจรไฟฟ้า เนื้อหาสาระ วิธีแรงดันโนด (Node Voltage Method) เป็นการคำนวณหาแรงดันไฟฟ้าตามจุดต่อต่างๆ ของวงจรไฟฟ้า และนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ โดยอาศัยแนวคิดที่เป็นจริงที่ว่า กระแสไฟฟ้าไหลจากจุดที่มีศักย์แรงดันไฟฟ้าสูงไปสู่จุดที่มีศักย์แรงดันไฟฟ้าที่ต่ำกว่า วิธีแรงดันโนดจะช่วยแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าได้ง่ายขึ้น เนื่องจากจำนวนสมการจะน้อยกว่าวิธีกระแสเมช แล้วนำความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์เข้ามาช่วยในการพิสูจน์หาค่าของตัวแปรนั้น ๆ จะเป็นวิธีการกำจัดตัวแปร หรือใช้วิธีดีเทอร์มิแนนต์ในการหาค่าตัวแปร เพื่อหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ผ่านโหลดที่โจทย์กำหนด มีหัวข้อดังนี้ 11.1 แนวคิดของวิธีแรงดันโนด วิธีแรงดันโนด หรือวิธีโนดจะอาศัยกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์เป็นหลักในการแก้ปัญหา วิธีแรงดันโนดเป็นการยึดหลักที่กระแสไฟฟ้าไหลจากจุดที่มีศักย์แรงดันไฟฟ้าสูงไปสู่จุดที่มีศักย์แรงดันไฟฟ้าที่ต่ำกว่า ซึ่งจะต้องเข้าใจความหมายที่กำหนดในวงจรไฟฟ้าอธิบายดังรูปที่ 11.1  จุด ก, ข, ค, ง และ จ เป็นโนด จุด ข, ค และ จ เป็นโนดหลัก จุด ก เป็นโนดอ้างอิง รูปที่ 11.1 ตัวอย่างการกำหนดจุดโนด		

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 14
	หน่วยที่ 11 : วิธีแรงดันโนด	จำนวน 4 ชั่วโมง

โนด (Node) คือ จุดต่อในวงจรไฟฟ้าระหว่างส่วนประกอบของวงจรมีจำนวนสาขาตั้งแต่ 2 สาขาขึ้นไป
 โหนดหลัก (Principle Node) คือ จุดต่อของ วงจรที่เป็นจุดหลักที่มีจำนวนสาขาตั้งแต่ 3 สาขาขึ้นไป
 ความต่างศักย์ระหว่างจุด 2 จุด เมื่อเปรียบเทียบกับโนดอ้างอิง จากรูปที่ 11.1 โหนดหลักได้แก่ จุด ข และ จุด ค กำหนดชื่อโนดหลักเป็น V_A และ V_B หรือใช้อักษรใดก็ได้

โนดอ้างอิง (Reference Node) คือ จุดต่อร่วมหรือจุดที่เป็นกราวด์ใช้เป็นจุดเปรียบเทียบโนดหลัก มีศักย์ไฟฟ้าเป็น 0 V

11.1.1 การเขียนสมการด้วยวิธีแรงดันโนด

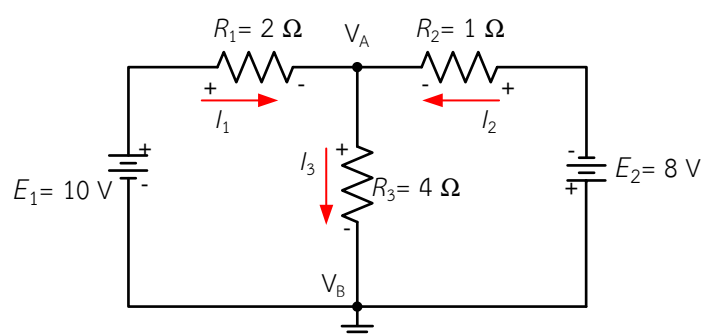
1. กำหนดจุดที่เป็นโนดหลักและจุดที่เป็นโนดอ้างอิง
2. พิจารณาแรงดันโนดโดยให้ระดับแรงดันไฟฟ้าที่แรงดันโนดมีค่าสูงกว่าระดับแรงดันไฟฟ้าที่โนดอ้างอิง
3. กำหนดทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าออกจากโนดหลัก ยกเว้นโนดอ้างอิง (จะกำหนดให้ไหลเข้าหรือไหลออกจากโนดก็ได้มีผลลัพธ์ที่เหมือนกัน)
4. การเขียนสมการของกระแสไฟฟ้าแต่ละค่าที่โนดหลักทุกจุดในวงจรโดยใช้ $\frac{V_R}{R}$ แทนกระแสไฟฟ้าจะได้จำนวนสมการโนดตามสมการที่ 11.1

$$\text{จำนวนสมการโนด} = \text{จำนวนโนด} - 1 \quad (11.1)$$

5. แทนค่าในสมการแล้วให้หาค่าของตัวแปรที่ไม่ทราบจากวิธีการต่าง ๆ เช่น การแทนค่าตัวแปร การกำจัดตัวแปร หรือวิธีดีเทอร์มิแนนท์
6. พิสูจน์ค่าตัวแปรโดยนำค่าตัวแปรไปแทนค่าในสมการก็จะได้

11.1.2 สมการโนดแรงดันโนด

การเขียนสมการโนดหรือสมการแรงดันโนด มีขั้นตอนดังนี้



รูปที่ 11.2 กำหนดจุดโนด กำหนดทิศกระแสไฟฟ้า และชี้แรงดัน

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 14
	หน่วยที่ 11 : วิธีแรงดันโนด	จำนวน 4 ชั่วโมง

- กำหนดโนดหลัก 2 จุด คือ V_A และโนดอ้างอิง คือ V_B
- กำหนดให้จุดต่อขั้วลบของ E_1 , E_2 และ R_3 เป็นจุดโนดอ้างอิง
- กำหนดให้กระแสไฟฟ้าไหลเข้าและออกที่โนดหลัก V_A
- เขียนสมการตามกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์

$$I_1 + I_2 - I_3 = 0 \quad (1)$$
- เขียนสมการแทนกระแสไฟฟ้าด้วย $\frac{V_R}{R}$ จะได้

$$I_1 = \frac{E_1 - V_A}{R_1} \quad (2)$$

$$I_2 = \frac{-E_2 - V_A}{R_2} \quad (3)$$

$$I_3 = \frac{V_A - V_B}{R_3} \quad (4)$$
- นำสมการที่ (2), (3) และ (4) แทนในสมการที่ (1) จะได้

$$\frac{E_1 - V_A}{R_1} + \frac{-E_2 - V_A}{R_2} - \frac{V_A - V_B}{R_3} = 0 \quad (5)$$
- แทนค่าแรงดันไฟฟ้าและค่าความต้านทานในสมการที่ (5) และแก้สมการหาค่าแรงดันโนดที่ไม่ทราบค่า

$$\frac{10 - V_A}{2} + \frac{-8 - V_A}{1} - \frac{V_A - 0}{4} = 0$$
 เอา 4 คูณตลอดเพื่อกำจัดตัวส่วนให้หมดไป จะได้

$$4\left(\frac{10 - V_A}{2}\right) + 4\left(\frac{-8 - V_A}{1}\right) - 4\left(\frac{V_A - 0}{4}\right) = 0$$

$$20 - 2V_A - 32 - 4V_A - V_A + 0 = 0$$

$$-12 - 7V_A = 0$$

$$-7V_A = 12$$

$$V_A = \frac{12}{-7}$$

$$V_A = -1.71V$$

แทนค่า V_A ใน I_1 , I_2 และ I_3 จะได้

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 14
	หน่วยที่ 11 : วิธีแรงดันโนด	จำนวน 4 ชั่วโมง

$$I_1 = \frac{E_1 - V_A}{R_1} = \frac{10 - (-1.71)}{2} = 5.89 \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{-E_2 - V_A}{R_2} = \frac{-8 - (-1.71)}{1} = -6.29 \text{ A}$$

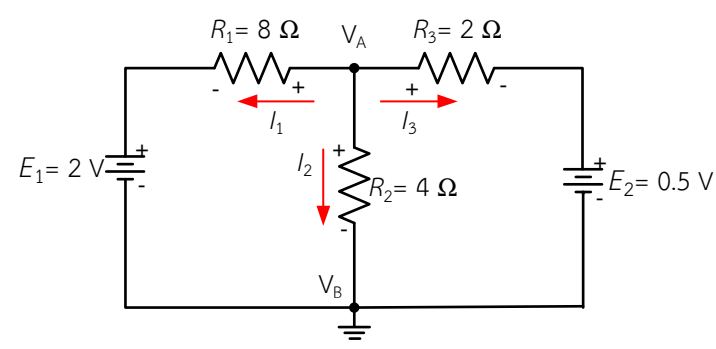
$$I_3 = \frac{V_A - V_B}{R_3} = \frac{-1.71 - 0}{4} = -0.43 \text{ A}$$

หมายเหตุ กระแสไฟฟ้า I_2 และ I_3 มีค่าติดลบเนื่องจากการกำหนดทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าตรงข้ามกับทิศทางของกระแสไฟฟ้าที่แท้จริง

11.2 การนำวิธีแรงดันโนดใช้แก้ปัญหาวงจรไฟฟ้า

การนำวิธีโนดมาใช้แก้ปัญหาวงจรไฟฟ้า ควรคำนึงถึงความยากง่ายและความรวดเร็ว ในวงจรที่มีหลายสาขาเหมาะที่จะใช้วิธีแรงดันโนดเพราะสมการน้อยลง ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 11.1 จากวงจรไฟฟ้าจงคำนวณหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานทุกตัว



รูปที่ 11.3 วงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 11.1

วิธีทำ เขียนสมการตามกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ที่โนดหลัก V_A จะได้

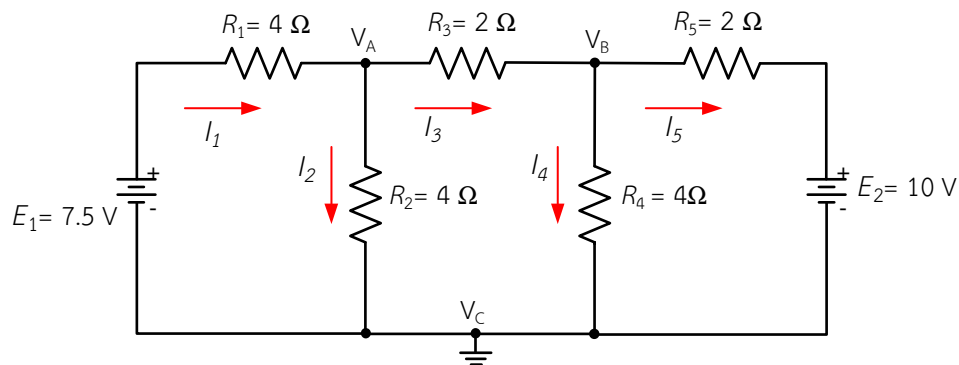
$$-I_1 - I_2 - I_3 = 0 \quad \text{หรือ} \quad I_1 + I_2 + I_3 = 0 \quad (1)$$

เขียนสมการแทนกระแสไฟฟ้าด้วย $\frac{V_R}{R}$ ในสมการที่ (1) จะได้

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 14
	หน่วยที่ 11 : วิธีแรงดันโหนด	จำนวน 4 ชั่วโมง
ไม่ทราบค่า		
$\frac{V_A - E_1}{R_1} + \frac{V_A - 0}{R_2} + \frac{V_A - E_2}{R_3} = 0 \quad (2)$ แทนค่าแรงดันไฟฟ้าและค่าความต้านทานในสมการที่ (2) และแก้สมการหาค่าแรงดันโหนดที่ $\frac{V_A - 2}{8} + \frac{V_A}{4} + \frac{V_A - 0.5}{2} = 0$ เอา 8 คูณตลอดสมการเพื่อกำจัดตัวส่วนให้หมดไป จะได้ $8\left(\frac{V_A - 2}{8}\right) + 8\left(\frac{V_A}{4}\right) + 8\left(\frac{V_A - 0.5}{2}\right) = 0$ $V_A - 2 + 2V_A + 4V_A - 2 = 0$ $-4 + 7V_A = 0$ $-7V_A = 12$ $V_A = \frac{4}{7}$ $V_A = 0.571V$ ฉะนั้นค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานแต่ละตัวได้ดังนี้ $\text{กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน } R_1 = I_1 = \frac{V_A - E_1}{R_1} = \frac{0.571 - 2}{8} = -0.179A$ $\text{กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน } R_2 = I_2 = \frac{V_A}{R_2} = \frac{0.571}{4} = 0.143A$ $\text{กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน } R_3 = I_3 = \frac{V_A - E_2}{R_3} = \frac{0.571 - 0.5}{2} = 0.036A$ <u>หมายเหตุ</u> กระแสไฟฟ้า I_1 มีค่าติดลบเนื่องจากการกำหนดทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าตรงข้ามกับทิศทางของกระแสไฟฟ้าที่แท้จริง		

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 14
	หน่วยที่ 11 : วิธีแรงดันโนด	จำนวน 4 ชั่วโมง

ตัวอย่างที่ 11.2 จากวงจรไฟฟ้าจงคำนวณหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานทุกตัว



รูปที่ 11.4 วงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 11.2

วิธีทำ เขียนสมการตามกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ที่โนดหลัก V_A จะได้

$$I_1 - I_2 - I_3 = 0 \quad (1)$$

เขียนสมการแทนกระแสไฟฟ้าด้วย $\frac{V_R}{R}$ ในสมการที่ (1) และแทนค่าแรงดันไฟฟ้าและค่าความ

ต้านทานจะได้

$$\frac{E_1 - V_A}{R_1} - \frac{V_A - 0}{R_2} - \frac{V_A - V_B}{R_3} = 0$$

$$\frac{7.5 - V_A}{4} - \frac{V_A}{4} - \frac{V_A - V_B}{2} = 0$$

เอา 4 คูณตลอดสมการเพื่อกำจัดตัวส่วนให้หมดไป จะได้

$$4\left(\frac{7.5 - V_A}{4}\right) - 4\left(\frac{V_A}{4}\right) - 4\left(\frac{V_A - V_B}{2}\right) = 0$$

$$7.5 - V_A - V_A - 2V_A + 2V_B = 0$$

$$-4V_A + 2V_B = -7.5 \quad (2)$$

เขียนสมการตามกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ที่โนดหลัก V_B จะได้

$$I_3 - I_4 - I_5 = 0 \quad (3)$$

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 14
	หน่วยที่ 11 : วิธีแรงดันโหนด	จำนวน 4 ชั่วโมง
เขียนสมการแทนกระแสไฟฟ้าด้วย $\frac{V_R}{R}$ ในสมการที่ (3) และแทนค่าแรงดันไฟฟ้าและค่าความต้านทานจะได้ $\frac{V_A - V_B}{R_3} - \frac{V_B - 0}{R_4} - \frac{V_B - E_2}{R_5} = 0$ $\frac{V_A - V_B}{2} - \frac{V_B}{4} - \frac{V_B - 10}{2} = 0$ เอา 4 คูณตลอดสมการเพื่อกำจัดตัวส่วนให้หมดไป จะได้ $4\left(\frac{V_A - V_B}{2}\right) - 4\left(\frac{V_B}{4}\right) - 4\left(\frac{V_B - 10}{2}\right) = 0$ $2V_A - 2V_B - V_B - 2V_B + 20 = 0$ $2V_A - 5V_B = -20 \quad (4)$ แก้สมการโดยใช้ดีเทอร์มิแนนต์ จากสมการที่ (2) และ (4) จะได้ $\begin{bmatrix} -4 & 2 \\ 2 & -5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_A \\ V_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -7.5 \\ -20 \end{bmatrix}$ $D = \begin{vmatrix} -4 & 2 \\ 2 & -5 \end{vmatrix}$ $= 20 - 4$ $= 16$ $V_A = \frac{\begin{vmatrix} -7.5 & 2 \\ -20 & -5 \end{vmatrix}}{D}$ $= \frac{37.5 + 40}{16}$ $= 4.84 \text{ V}$		

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 14
	หน่วยที่ 11 : วิธีแรงดันโนด	จำนวน 4 ชั่วโมง

$$V_B = \frac{\begin{vmatrix} -4 & -7.5 \\ 2 & -20 \end{vmatrix}}{D}$$

$$= \frac{80 - 15}{16}$$

$$= 5.94 \text{ V}$$

ฉะนั้นค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานแต่ละตัวได้ดังนี้

$$\text{กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน } R_1 = I_1 = \frac{E_1 - V_A}{R_1} = \frac{7.5 - 4.84}{4} = 0.665 \text{ A}$$

$$\text{กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน } R_2 = I_2 = \frac{V_A - 0}{R_2} = \frac{4.84}{4} = 1.21 \text{ A}$$

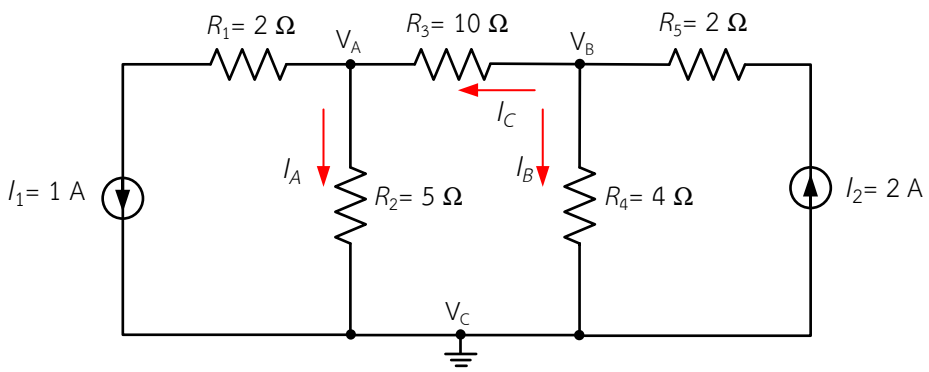
$$\text{กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน } R_3 = I_3 = \frac{V_A - V_B}{R_3} = \frac{4.84 - 5.94}{2} = -0.55 \text{ A}$$

$$\text{กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน } R_4 = I_4 = \frac{V_B - 0}{R_4} = \frac{5.94}{4} = 1.485 \text{ A}$$

$$\text{กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน } R_5 = I_5 = \frac{V_B - E_2}{R_5} = \frac{5.94 - 10}{2} = -2.03 \text{ A}$$

หมายเหตุ กระแสไฟฟ้า I_3 และ I_5 มีค่าติดลบเนื่องจากการกำหนดทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าตรงข้ามกับทิศทางของกระแสไฟฟ้าที่แท้จริง

ตัวอย่างที่ 11.3 จากวงจรไฟฟ้าจงคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้า I_A , I_B และ I_C



รูปที่ 11.5 วงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 11.3

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 14
	หน่วยที่ 11 : วิธีแรงดันโหนด	จำนวน 4 ชั่วโมง
<u>วิธีทำ</u>	เขียนสมการตามกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ที่โหนดหลัก V_A จะได้ $-I_1 - I_A + I_C = 0 \quad (1)$ เขียนสมการแทนกระแสไฟฟ้าด้วย $\frac{V_R}{R}$ ในสมการที่ (1) และแทนค่าแรงดันไฟฟ้าและค่าความต้านทานจะได้ $-1\text{ A} - \frac{V_A}{R_2} + \frac{V_B - V_A}{R_3} = 0$ $-1\text{ A} - \frac{V_A}{5} + \frac{V_B - V_A}{10} = 0$ เอา 10 คูณตลอดสมการเพื่อกำจัดตัวส่วนให้หมดไป จะได้ $-10(1\text{ A}) - 10\left(\frac{V_A}{5}\right) + 10\left(\frac{V_B - V_A}{10}\right) = 0$ $-10 - 2V_A + V_B - V_A = 0$ $-3V_A + V_B = 10 \quad (2)$ เขียนสมการตามกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ที่โหนดหลัก V_B จะได้ $I_2 - I_B - I_C = 0 \quad (3)$ เขียนสมการแทนกระแสไฟฟ้าด้วย $\frac{V_R}{R}$ ในสมการที่ (3) และแทนค่าแรงดันไฟฟ้าและค่าความต้านทานจะได้ $2\text{ A} - \frac{V_B}{R_4} - \frac{V_B - V_A}{R_3} = 0$ $2\text{ A} - \frac{V_B}{4} - \frac{V_B - V_A}{10} = 0$ เอา 10 คูณตลอดสมการเพื่อกำจัดตัวส่วนให้หมดไป จะได้ $10(2\text{ A}) - 10\left(\frac{V_B}{4}\right) - 10\left(\frac{V_B - V_A}{10}\right) = 0$ $20 - 2.5V_B - V_B + 2V_A = 0$ $V_A - 3.5V_B = -20 \quad (4)$	

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 14
	หน่วยที่ 11 : วิธีแรงดันโนด	จำนวน 4 ชั่วโมง
แก้สมการโดยใช้ดีเทอร์มิแนนต์ จากสมการที่ (2) และ (4) จะได้ $\begin{bmatrix} -3 & 1 \\ 1 & -3.5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_A \\ V_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 10 \\ -20 \end{bmatrix}$ $D = \begin{vmatrix} -3 & 1 \\ 1 & -3.5 \end{vmatrix}$ $= 10.5 - 1$ $= 9.5$ $V_A = \frac{\begin{vmatrix} 10 & 1 \\ -20 & -3.5 \end{vmatrix}}{D}$ $= \frac{-35 + 20}{9.5}$ $= -1.58 \text{ V}$ $V_B = \frac{\begin{vmatrix} -3 & 10 \\ 1 & -20 \end{vmatrix}}{D}$ $= \frac{60 - 10}{9.5}$ $= 5.26 \text{ V}$ ฉะนั้นคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้า I_A, I_B และ I_C ได้ดังนี้ $I_A = \frac{V_A}{R_2} = \frac{-1.58}{5} = -0.316 \text{ A}$ $I_B = \frac{V_B}{R_4} = \frac{5.26}{4} = 1.315 \text{ A}$ $I_C = \frac{V_B - V_A}{R_3} = \frac{5.26 - (-1.58)}{10} = 0.684 \text{ A}$		

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 14
	หน่วยที่ 11 : วิธีแรงดันโนด	จำนวน 4 ชั่วโมง
<u>หมายเหตุ</u> กระแสไฟฟ้า I_A มีค่าติดลบเนื่องจากการกำหนดทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าตรงข้ามกับทิศทางของกระแสไฟฟ้าที่แท้จริง สรุป วิธีแรงดันโนด เป็นการคำนวณหาแรงดันไฟฟ้าตามจุดต่อ ของวงจรไฟฟ้า โดยนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ จากหลักการที่ว่ากระแสไฟฟ้าไหลจากจุดที่มีศักย์แรงดันไฟฟ้าสูงไปสู่จุดที่มีศักย์แรงดันไฟฟ้าที่ต่ำกว่า วิธีแรงดันโนดจะช่วยแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าง่ายขึ้น มีขั้นตอนนำไปใช้วิเคราะห์วงจรไฟฟ้าดังนี้ 1. กำหนดจุดที่เป็นโนดหลักและจุดที่เป็นโนดอ้างอิง 2. พิจารณาแรงดันโนดโดยให้ระดับแรงดันไฟฟ้าที่แรงดันโนดมีค่าสูงกว่าระดับแรงดันไฟฟ้าที่โนดอ้างอิง 3. กำหนดทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าออกจากโนดหลัก ยกเว้นโนดอ้างอิง 4. การเขียนสมการของกระแสไฟฟ้าแต่ละค่าที่โนดหลักทุกจุดในวงจรโดยใช้ $\frac{V_R}{R}$ แทนกระแสไฟฟ้า 5. แทนค่าในสมการแล้วให้หาค่าของตัวแปรที่ไม่ทราบจากวิธีการต่าง ๆ เช่น การแทนค่าตัวแปร การกำจัดตัวแปร หรือวิธีดีเทอร์มิแนนท์ 6. พิสูจน์ค่าตัวแปรโดยนำค่าตัวแปรไปแทนค่าในสมการก็จะได้		

	ใบแบบฝึกหัด	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 14
	หน่วยที่ 11 : วิธีแรงดันโนด	จำนวน 4 ชั่วโมง

คำสั่ง จงตอบคำถามและแสดงวิธีทำให้สมบูรณ์ถูกต้อง (40 นาที)

ตอนที่ 1 จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้องและสมบูรณ์

1. จงบอกความหมายของคำต่อไปนี้ (5 คะแนน)

โนด (Node)

.....

โนดหลัก (Principle Node)

.....

โนดอ้างอิง (Reference Node)

.....

แรงดันโนด (Node Voltage)

.....

2. ขั้นตอนในการนำวิธีแรงดันโนดมาใช้ในการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าทำอะไร (5 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....



ใบแบบฝึกหัด

รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

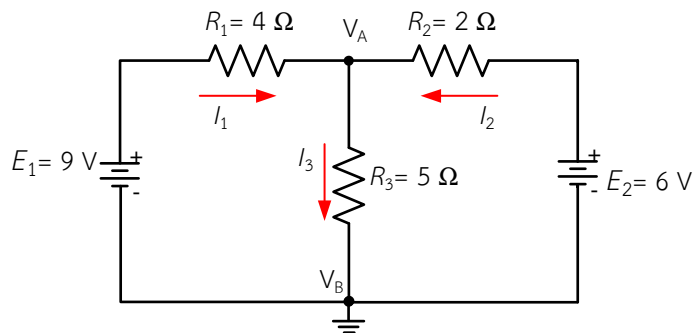
สัปดาห์ที่ 14

หน่วยที่ 11 : วิธีแรงดันโหนด

จำนวน 4 ชั่วโมง

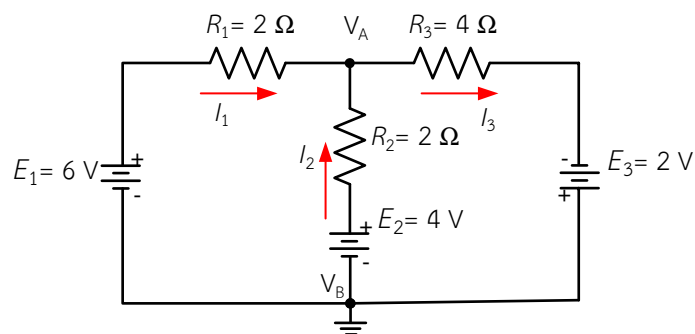
ตอนที่ 2 จงแสดงวิธีทำ

1. จากรูปที่ 11.6 คำนวณหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานทุกตัวโดยใช้วิธีแรงดันโหนด (10 คะแนน)



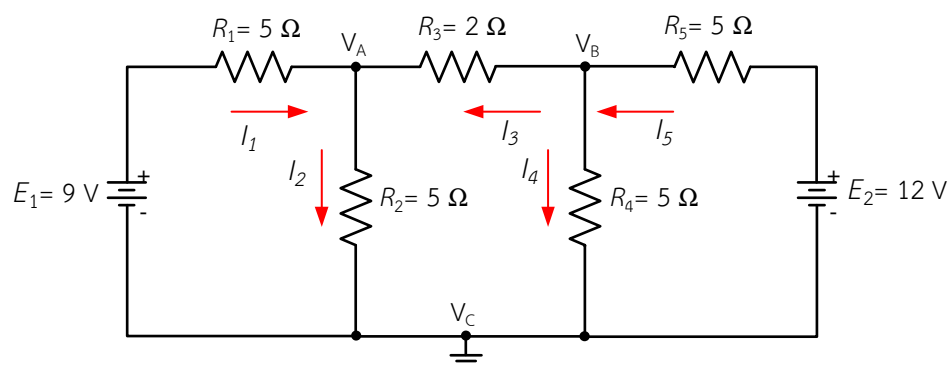
รูปที่ 11.6 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 1

2. จากวงจรในรูปที่ 11.7 คำนวณหากระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทานทุกตัว โดยใช้วิธีกระแสเมช (10 คะแนน)



รูปที่ 11.7 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 2

3. จากวงจรในรูปที่ 11.8 คำนวณหากระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทานทุกตัว โดยใช้วิธีแรงดันโหนด (10 คะแนน)



รูปที่ 11.8 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 3



ใบแบบฝึกหัด

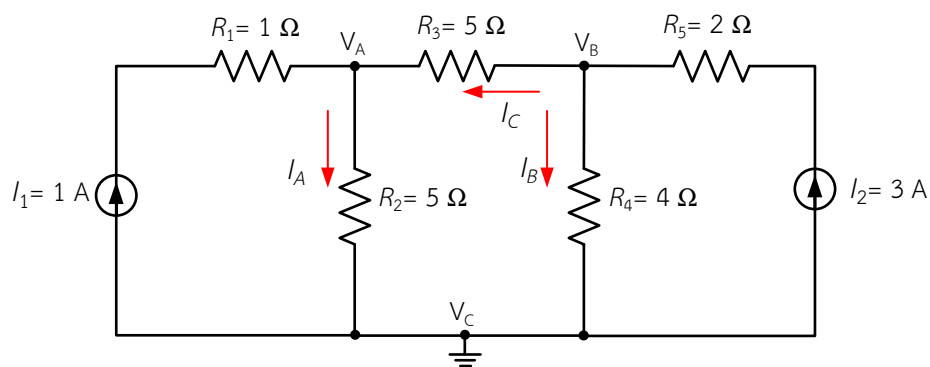
รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

สัปดาห์ที่ 14

หน่วยที่ 11 : วิธีแรงดันโหนด

จำนวน 4 ชั่วโมง

4. จากวงจรในรูปที่ 11.9 คำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้า I_A , I_B และ I_C (10 คะแนน)



รูปที่ 11.9 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 4

	ใบประเมินผลแบบฝึกหัด	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 14
	หน่วยที่ 11 : วิธีแรงดันโหนด	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		
รวมคะแนน	50		
คะแนนจริง	10		

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

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

	ใบงานที่ 11	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 14
	หน่วยที่ 11 : วิธีแรงดันโนด	4 ชั่วโมง
	เรื่อง วิธีแรงดันโนด	
คำสั่ง จงต่อวงจร วัดค่าความต้านทานไฟฟ้า ค่าแรงดันไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าตามทฤษฎีวิธีแรงดันโนดโดยใช้มัลติมิเตอร์ จุดประสงค์การเรียนรู้การสอน 1. จุดประสงค์ทั่วไป เพื่อให้มีทักษะและเจตคติที่ดีต่อการต่อวงจร วัด และทดสอบค่าในวงจรไฟฟ้าด้วยทฤษฎีวิธีแรงดันโนด 2. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อผู้เรียนปฏิบัติ เรื่องวิธีแรงดันโนดจบแล้ว ผู้เรียนสามารถ 2.1 ต่อวงจรไฟฟ้าการทดลองวิธีแรงดันโนดได้ถูกต้อง 2.2 วัดหาค่ากระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าการทดลองวิธีแรงดันโนดได้ถูกต้อง 2.3 คำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าการทดลองวิธีแรงดันโนดได้ถูกต้อง 2.4 ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มอย่างมีกจนิสัยในการปฏิบัติงานที่ดีได้ 3. เจตคติ คุณธรรม ค่านิยมอันพึงประสงค์ 3.1 ความรับผิดชอบ 3.2 ความมีวินัย 3.3 การตรงต่อเวลา 3.4 ความมีมนุษยสัมพันธ์ 3.5 ความรู้ทักษะและวิชาชีพ 3.6 ความสนใจใฝ่หาความรู้ 3.7 ศึกษาข้อมูลอย่างเป็นระบบ 3.8 ทำตามลำดับขั้น 3.9 ประหยัด เรียบง่าย ได้ประโยชน์สูงสุด 3.10 การมีส่วนร่วม		

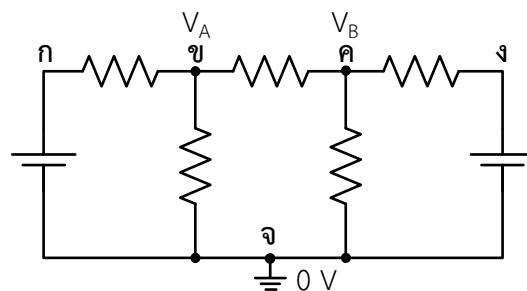
	ใบงานที่ 11	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 14
	หน่วยที่ 11 : วิธีแรงดันโนด	4 ชั่วโมง
	เรื่อง วิธีแรงดันโนด	

เนื้อหาสาระ

วิธีแรงดันโนด (Node Voltage Method) เป็นการคำนวณหาแรงดันไฟฟ้าตามจุดต่อต่างๆ ของวงจรไฟฟ้า และนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ โดยอาศัยแนวคิดที่เป็นจริงที่ว่า กระแสไฟฟ้าไหลจากจุดที่มีศักย์แรงดันไฟฟ้าสูงไปสู่จุดที่มีศักย์แรงดันไฟฟ้าที่ต่ำกว่า วิธีแรงดันโนดจะช่วยแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าง่ายขึ้น เนื่องจากจำนวนสมการจะน้อยกว่าวิธีกระแสเมช แล้วนำความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์เข้ามาช่วยในการพิสูจน์หาค่าของตัวแปรนั้น ๆ จะเป็นวิธีการจำจัดตัวแปร หรือใช้วิธีดีเทอร์มิแนนต์ในการหาค่าตัวแปร เพื่อหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ผ่านโหลดที่โจทย์กำหนด มีหัวข้อดังนี้

1. แนวคิดของวิธีแรงดันโนด

วิธีแรงดันโนด หรือวิธีโนดจะอาศัยกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์เป็นหลักในการแก้ปัญหา วิธีแรงดันโนดเป็นการยึดหลักที่กระแสไฟฟ้าไหลจากจุดที่มีศักย์แรงดันไฟฟ้าสูงไปสู่จุดที่มีศักย์แรงดันไฟฟ้าที่ต่ำกว่า ซึ่งจะต้องเข้าใจความหมายที่กำหนดในวงจรไฟฟ้าอธิบายดังรูปที่ 11.1



จุด ก, ข, ค, ง และ จ เป็นโนด
จุด ข, ค และ จ เป็นโนดหลัก
จุด จ เป็นโนดอ้างอิง

รูปที่ 11.1 ตัวอย่างการกำหนดจุดโนด

โนด (Node) คือ จุดต่อในวงจรไฟฟ้าระหว่างส่วนประกอบของวงจรมีจำนวนสาขาดั้งแต่ 2 สาขาขึ้นไป

โนดหลัก (Principle Node) คือ จุดต่อของ วงจรที่เป็นจุดหลักที่มีจำนวนสาขาดั้งแต่ 3 สาขาขึ้นไปมีความต่างศักย์ระหว่างจุด 2 จุด เมื่อเปรียบเทียบกับโนดอ้างอิง จากรูปที่ 11.1 โหนดหลักได้แก่ จุด ข และ จุด ค กำหนดชื่อโนดหลักเป็น V_A และ V_B หรือใช้อักษรใดก็ได้

โนดอ้างอิง (Reference Node) คือ จุดต่อร่วมหรือจุดที่เป็นกราวด์ใช้เป็นจุดเปรียบเทียบโนดหลัก มีศักย์ไฟฟ้าเป็น 0 V

	ใบงานที่ 11	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 14
	หน่วยที่ 11 : วิธีแรงดันโหนด	4 ชั่วโมง
	เรื่อง วิธีแรงดันโหนด	

แรงดันโหนด (Node Voltage) คือ ความต่างศักย์แรงดันไฟฟ้าระหว่างโหนดใดๆ 2 จุด กำหนดให้แรงดันโหนดมีค่าสูงกว่าแรงดันไฟฟ้าที่โหนดอ้างอิงเสมอ

1.1 การเขียนสมการด้วยวิธีแรงดันโหนด

1.1.1 กำหนดจุดที่เป็นโหนดหลักและจุดที่เป็นโหนดอ้างอิง

1.1.2 พิจารณาแรงดันโหนดโดยให้ระดับแรงดันไฟฟ้าที่แรงดันโหนดมีค่าสูงกว่าระดับแรงดันไฟฟ้าที่โหนดอ้างอิง

1.1.3 กำหนดทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าออกจากโหนดหลัก ยกเว้นโหนดอ้างอิง (จะกำหนดให้ไหลเข้าหรือไหลออกจากโหนดก็ได้มีผลลัพธ์ที่เหมือนกัน)

1.1.4 การเขียนสมการของกระแสไฟฟ้าแต่ละค่าที่โหนดหลักทุกจุดในวงจรโดยใช้ $\frac{V_R}{R}$ แทนกระแสไฟฟ้าจะได้จำนวนสมการโหนดตามสมการที่ 11.1

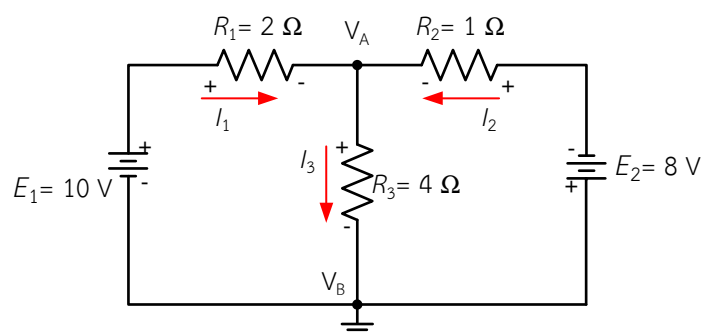
$$\text{จำนวนสมการโหนด} = \text{จำนวนโหนด} - 1 \quad (11.1)$$

1.1.5 แทนค่าในสมการแล้วให้หาค่าของตัวแปรที่ไม่ทราบจากวิธีการต่าง ๆ เช่น การแทนค่าตัวแปร การกำจัดตัวแปร หรือวิธีดีเทอร์มิแนนท์

1.1.6 พิสูจน์ค่าตัวแปรโดยนำค่าตัวแปรไปแทนค่าในสมการก็จะได้

1.2 สมการโหนดแรงดันโหนด

การเขียนสมการโหนดหรือสมการแรงดันโหนด มีขั้นตอนดังนี้



รูปที่ 11.2

	ใบงานที่ 11	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 14
	หน่วยที่ 11 : วิธีแรงดันโหนด	4 ชั่วโมง
	เรื่อง วิธีแรงดันโหนด	

1.2.1 กำหนดโหนดหลัก 2 จุด คือ V_A และโหนดอ้างอิง คือ V_B

1.2.2 กำหนดให้จุดต่อขั้วลบของ E_1 , E_2 และ R_2 เป็นจุดโหนดอ้างอิง

1.2.3 กำหนดให้กระแสไฟฟ้าไหลเข้าและออกที่โหนดหลัก V_A

1.2.4 เขียนสมการตามกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์

$$I_1 + I_2 - I_3 = 0 \tag{1}$$

1.2.5 เขียนสมการแทนกระแสไฟฟ้าด้วย $\frac{V_R}{R}$ จะได้

$$I_1 = \frac{E_1 - V_A}{R_1} \tag{2}$$
$$I_2 = \frac{-E_2 - V_A}{R_2} \tag{3}$$
$$I_3 = \frac{V_A - V_B}{R_3} \tag{4}$$

1.2.6 นำสมการที่ (2), (3) และ (4) แทนในสมการที่ (1) จะได้

$$\frac{E_1 - V_A}{R_1} + \frac{-E_2 - V_A}{R_2} - \frac{V_A - V_B}{R_3} = 0 \tag{5}$$

1.2.7 แทนค่าแรงดันไฟฟ้าและค่าความต้านทานในสมการที่ (5) และแก้สมการหาค่าแรงดันโหนดที่ไม่ทราบค่า

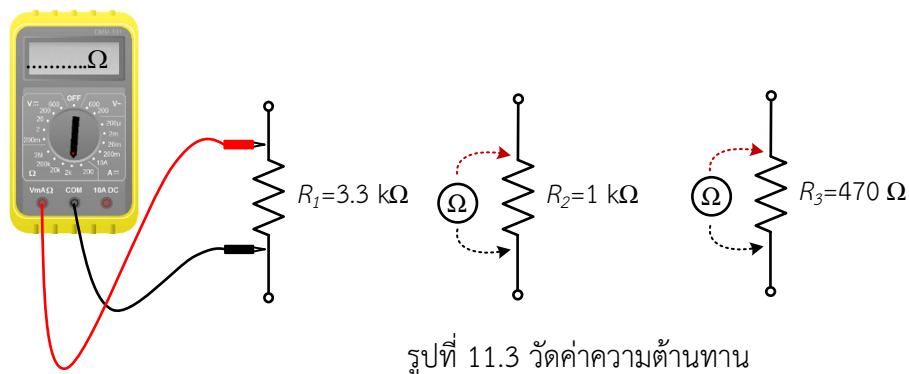
เครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์

1. มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล	จำนวน	1	เครื่อง
2. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงปรับค่าได้ 0 – 30 V	จำนวน	2	เครื่อง
3. แผงประกอบวงจร	จำนวน	1	แผง
4. ตัวต้านทาน 3.3 kΩ ขนาด 1 W	จำนวน	1	ตัว
5. ตัวต้านทาน 1 kΩ ขนาด 1 W	จำนวน	1	ตัว
6. ตัวต้านทาน 470 Ω ขนาด 1 W	จำนวน	1	ตัว
8. สายปากคีบ	จำนวน	8	เส้น

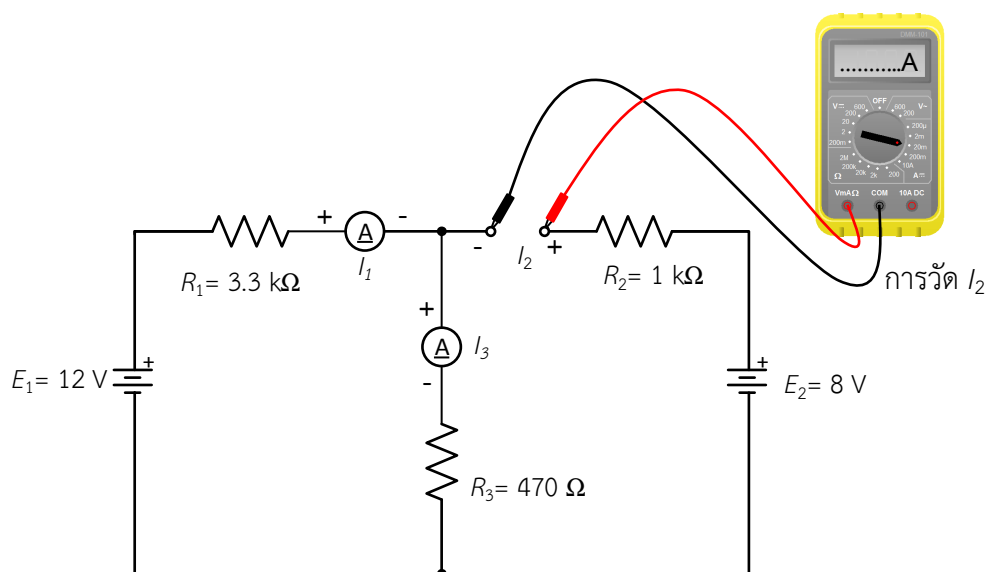
	ใบงานที่ 11	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 14
	หน่วยที่ 11 : วิธีแรงดันโหนด	4 ชั่วโมง
	เรื่อง วิธีแรงดันโหนด	

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล ปรับเลือกการวัดให้เป็นโอห์มมิเตอร์ วัดค่าความต้านทานของตัวต้านทานแต่ละตัวตามรูปที่ 11.3 บันทึกค่าลงในตารางที่ 11.1



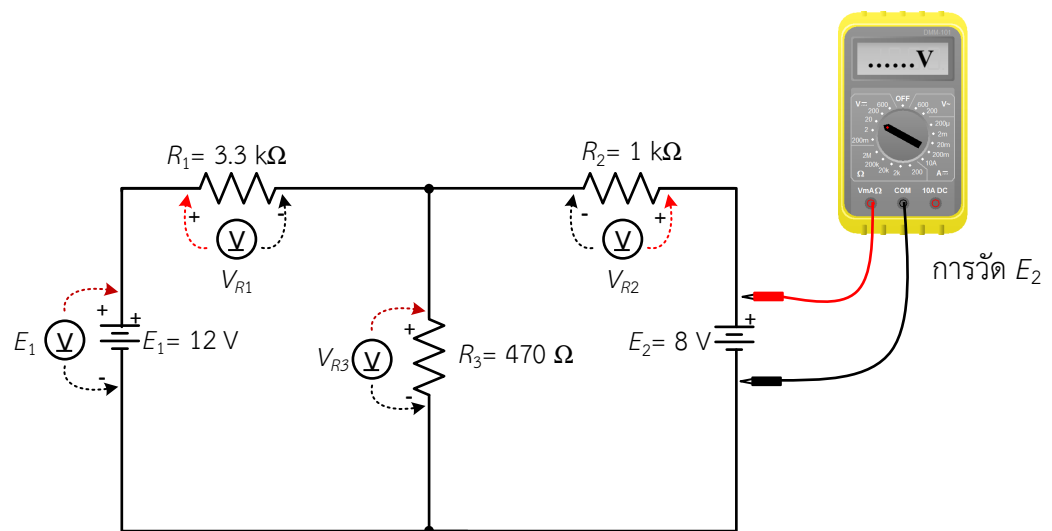
2. ต่อวงจรการทดลองตามรูปที่ 11.4 ตรวจสอบความถูกต้องของวงจรไฟฟ้า ปรับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงให้ $E_1 = 12\text{ V}$ และ $E_2 = 8\text{ V}$ เปิดสวิตช์จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจร วัดกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทาน R_1 , R_2 และ R_3 บันทึกค่าลงในตารางที่ 11.1 ปิดสวิตช์แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงหลังการทดลอง



รูปที่ 11.4 วัดค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานแต่ละตัว

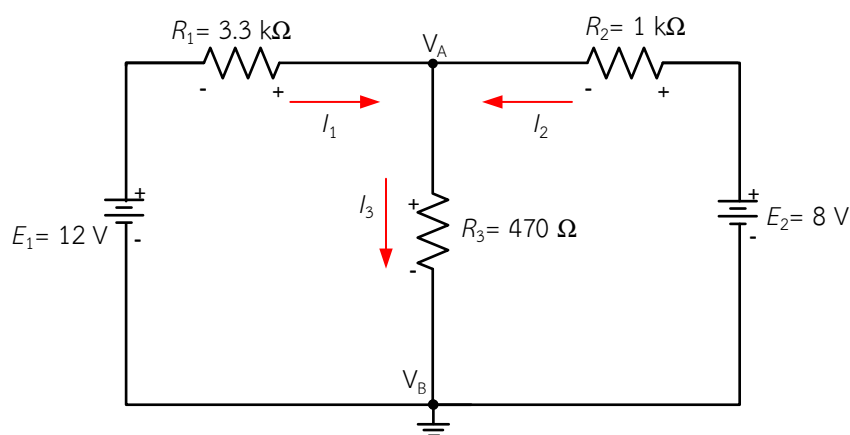
	ใบงานที่ 11	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 14
	หน่วยที่ 11 : วิธีแรงดันโหนด	4 ชั่วโมง
	เรื่อง วิธีแรงดันโหนด	

3. ต่อวงจรการทดลองตามรูปที่ 11.5 ตรวจสอบความถูกต้องของวงจรไฟฟ้า ปรับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงให้ $E_1 = 12\text{ V}$ และ $E_2 = 8\text{ V}$ เปิดสวิตช์จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจร วัดแรงดันที่แหล่งจ่าย E_1 และ E_2 และวัดแรงดันตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัว คือ V_{R1} , V_{R2} และ V_{R3} บันทึกค่าลงในตารางที่ 11.1 ปิดสวิตช์แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงหลังการทดลอง



รูปที่ 11.5 วัดค่าแรงดันตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัว

4. คำนวณค่ากระแสไฟฟ้าผ่านตัวต้านทานแต่ละตัว แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัว ด้วยวิธีแรงดันโหนดดังรูปที่ 11.6 นำค่าที่ได้บันทึกในตารางที่ 11.1



รูปที่ 11.6 วงจรไฟฟ้าใช้ในการทดลองข้อที่ 4

	ใบงานที่ 11	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 14
	หน่วยที่ 11 : วิธีแรงดันโหนด	4 ชั่วโมง
	เรื่อง วิธีแรงดันโหนด	

หาค่าแรงดันตกคร่อมตัวต้านทุกตัวในวงจร

$$V_{R1} = \dots\dots\dots V$$

$$V_{R2} = \dots\dots\dots V$$

$$V_{R3} = \dots\dots\dots V$$

ตารางที่ 11.1 ตารางบันทึกผลการทดลองวงจรแบ่งกระแสไฟฟ้า

ผลการทดลองจาก	R_1	R_2	R_3	-	-	หน่วย
การวัด				-	-	Ω
ผลการทดลองจาก	I_{R1}	I_{R2}	I_{R3}	-	-	หน่วย
การวัด				-	-	mA
การคำนวณ				-	-	mA
ผลการทดลองจาก	V_{R1}	V_{R2}	V_{R3}	E_1	E_2	หน่วย
การวัด						V
การคำนวณ				-	-	V

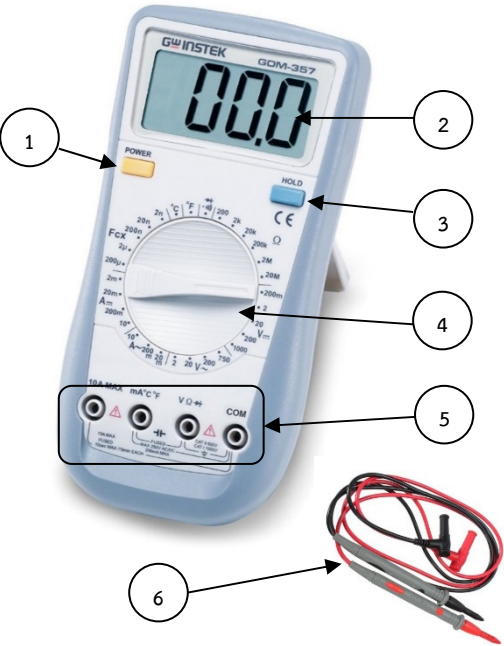
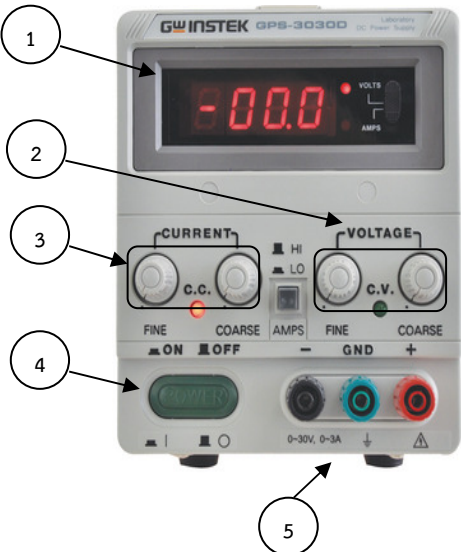
ข้อควรระวัง

1. การใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอลวัดกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้า ต้องใช้ย่านวัดให้ถูกต้องและเหมาะสมกับค่าที่ต้องการวัด
2. การใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอลวัดแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า ต้องต่อสายให้ถูกขั้ว มิฉะนั้น มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอลอาจเสียหาย และจะทำให้ค่าที่มีผลเป็นค่าลบได้
3. ในการวัดทุกครั้ง ไม่ควรสัมผัสกับส่วนที่เป็นโลหะของสายวัด เพราะจะทำให้ค่าที่วัดได้คลาดเคลื่อนสูง
4. ขณะทำการประกอบวงจรหรือเปลี่ยนจุดทดลองควรปิดแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงทุกครั้งเพื่อป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร

	ใบงานที่ 11	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 14
	หน่วยที่ 11 : วิธีแรงดันโหนด	4 ชั่วโมง
	เรื่อง วิธีแรงดันโหนด	

ใบตรวจสอบสภาพเครื่องมือ

ชื่อ-สกุล.....ชั้น ปวช 1. กลุ่ม.....เลขที่

ข้อมูลมัลติมิเตอร์ ☐ ใช้ทดลอง ☐ ไม่ใช้ในการทดลอง ยี่ห้อ.....รุ่น.....						รูปภาพดิจิทัลมัลติมิเตอร์	
ตำแหน่ง	รายการตรวจสอบสภาพ	สภาพก่อนใช้งาน		สภาพหลังใช้งาน			
		ดี	เสีย	ดี	เสีย		
1	สวิตช์เปิดปิดเครื่อง						
2	จอแสดงผล						
3	ปุ่มลือคค่า						
4	สวิตช์เลือกย่านวัด						
5	ขั้วเสียบสายวัด						
6	สายวัด						
สรุปการตรวจสอบสภาพมัลติมิเตอร์ ☐ ใช้งานได้ ☐ ใช้งานไม่ได้						รูปภาพแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง (DC)	
ข้อมูลแหล่งจ่ายไฟ DC ☐ ใช้ทดลอง ☐ ไม่ใช้ในการทดลอง ยี่ห้อ.....รุ่น.....							
ตำแหน่ง	รายการตรวจสอบสภาพ	สภาพก่อนใช้งาน		สภาพหลังใช้งาน			
		ดี	เสีย	ดี	เสีย		
1	จอแสดงผล						
2	ชุดปุ่มปรับแรงดัน						
3	ชุดปุ่มปรับกระแส						
4	สวิตช์เปิดปิดเครื่อง						
5	ขั้ว บวก กราวด์ ลบ						
สรุปการตรวจสอบสภาพแหล่งจ่ายไฟ ☐ ใช้งานได้ ☐ ใช้งานไม่ได้							

	ใบประเมินผลใบงานที่ 11		
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง		สัปดาห์ที่ 14
	หน่วยที่ 11 : วิธีแรงดันโหนด		คะแนนเต็ม 70 คะแนน
	เรื่อง วิธีแรงดันโหนด		

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....กลุ่ม.....

รายการประเมินผล	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
1. การเตรียมเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์	5		
2. วัดค่าความต้านทานของตัวต้านทาน	5		
3. ประกอบวงจร วัดกระแสไฟฟ้าที่ R แต่ละตัว	10		
4. ประกอบวงจร วัดแรงดันที่ตกคร่อม R แต่ละตัว และ E_1, E_2	10		
5. คำนวณค่ากระแสไฟฟ้าผ่านตัวต้านทานแต่ละตัว แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัว	10		
6. สรุปผลการทดลอง	10		
7. ตอบคำถามท้ายการทดลอง	15		
8. การเก็บเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์	5		
รวมคะแนน	70		

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
 (.....)
/...../.....

	เกณฑ์การประเมินผลใบงานที่ 13	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 14
	หน่วยที่ 11 : วิธีแรงดันโหนด	คะแนนเต็ม
	เรื่อง วิธีแรงดันโหนด	70 คะแนน
รายการประเมินผล 1. การเตรียมเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ คะแนนเต็ม 5 คะแนน เตรียมเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ ครบตามที่กำหนดให้ 5 คะแนน ไม่ครบ ตัดคะแนนชิ้นละ 1 คะแนน 2. ใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล ปรับเลือกการวัดให้เป็นโอห์มมิเตอร์ วัดค่าความต้านทานของตัวต้านทานแต่ละตัวตามรูปที่ 11.3 บันทึกค่าลงในตารางที่ 11.1 คะแนนเต็ม 5 คะแนน ใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล ปรับเลือกการวัดให้เป็นโอห์มมิเตอร์ วัดค่าความต้านทานของตัวต้านทานแต่ละตัวตามรูปที่ 11.1 บันทึกค่าลงในตารางที่ 11.1 ถูกต้องให้ 5 คะแนน ไม่ถูกต้อง ตัดคะแนนจุดละ 2.5 คะแนน 3. ต่อวงจรการทดลองตามรูปที่ 11.4 ตรวจสอบความถูกต้องของวงจรไฟฟ้า ปรับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงให้ $E_1 = 12\text{ V}$ และ $E_2 = 8\text{ V}$ เปิดสวิตช์จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจร วัดกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทาน R_1, R_2 และ R_3 บันทึกค่าลงในตารางที่ 11.1 ปิดสวิตช์แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงหลังการทดลอง คะแนนเต็ม 10 คะแนน ต่อวงจรการทดลองตามรูปที่ 11.4 ตรวจสอบความถูกต้องของวงจรไฟฟ้า ปรับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงให้ $E_1 = 12\text{ V}$ และ $E_2 = 8\text{ V}$ เปิดสวิตช์จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจร วัดกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทาน R_1, R_2 และ R_3 บันทึกค่าลงในตารางที่ 11.1 ปิดสวิตช์แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงหลังการทดลอง ถูกต้องให้ 10 คะแนน ไม่ถูกต้อง ตัดคะแนนจุดละ 2 คะแนน 4. ต่อวงจรการทดลองตามรูปที่ 11.5 ตรวจสอบความถูกต้องของวงจรไฟฟ้า ปรับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงให้ $E_1 = 12\text{ V}$ และ $E_2 = 8\text{ V}$ เปิดสวิตช์จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจร วัดแรงดันที่แหล่งจ่าย E_1 และ E_2 และวัดแรงดันตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัว คือ V_{R1}, V_{R2} และ V_{R3} บันทึกค่าลงในตารางที่ 11.1 ปิดสวิตช์แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงหลังการทดลอง คะแนนเต็ม 10 คะแนน ต่อวงจรการทดลองตามรูปที่ 11.5 ตรวจสอบความถูกต้องของวงจรไฟฟ้า ปรับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงให้ $E_1 = 12\text{ V}$ และ $E_2 = 8\text{ V}$ เปิดสวิตช์จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจร วัดแรงดันที่แหล่งจ่าย E_1 และ E_2 และวัดแรงดันตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัว คือ V_{R1}, V_{R2} และ V_{R3} บันทึกค่าลงในตารางที่ 11.1 ปิดสวิตช์แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงหลังการทดลอง ถูกต้องให้ 10 คะแนน ไม่ถูกต้อง ตัดคะแนนจุดละ 2 คะแนน 5. คำนวณค่ากระแสไฟฟ้าผ่านตัวต้านทานแต่ละตัว แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัว ด้วยวิธีแรงดันโหนดดังรูปที่ 11.6 นำค่าที่ได้บันทึกในตารางที่ 11.1 คะแนนเต็ม 10 คะแนน		

	เกณฑ์การประเมินผลใบงานที่ 13	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 14
	หน่วยที่ 11 : วิธีแรงดันโหนด	คะแนนเต็ม
	เรื่อง วิธีแรงดันโหนด	70 คะแนน
คำนวณค่ากระแสไฟฟ้าผ่านตัวต้านทานแต่ละตัว แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัว ด้วยวิธีแรงดันโหนดดังรูปที่ 11.6 นำค่าที่ได้บันทึกในตารางที่ 11.1 ถูกต้องให้ 10 คะแนน ไม่ถูกต้อง ตัดคะแนนจุดละ 2 คะแนน 6. สรุปผลการทดลอง คะแนนเต็ม 10 คะแนน สรุปผลการทดลองครบทุกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมให้ 10 คะแนน ไม่ครบทุกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ตัดคะแนนข้อละ 3 คะแนน 7. ตอบคำถามท้ายการทดลอง คะแนนเต็ม 15 คะแนน ตอบคำถามท้ายการทดลองถูกทุกข้อให้ 15 คะแนน ผิด ตัดคะแนนข้อละ 5 คะแนน 8. การเก็บเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ คะแนนเต็ม 5 คะแนน เก็บเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ ครบตามที่กำหนดให้ 5 คะแนน ไม่ครบ ตัดคะแนนข้อละ 1 คะแนน		

	แบบทดสอบหลังเรียน	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 14
	หน่วยที่ 11 : วิธีแรงดันโนด	

คำชี้แจง

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

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 1. บอกวิธีการคิดของวิธีแรงดันโนดได้

1. ข้อใดกล่าวถึงวิธีแรงดันโนดได้ถูกต้องที่สุด

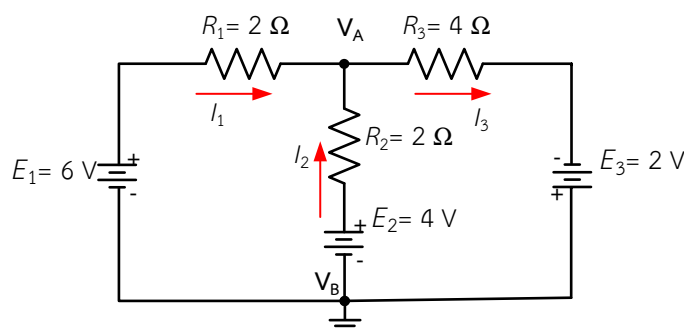
- เป็นการใช้การเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าระหว่างจุดโนดที่มีความต่างศักย์กันใช้กฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์เขียนสมการกระแสไฟฟ้า แล้วค่อยเขียนสมการโนด
- เป็นการใช้การเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าระหว่างจุดโนดที่มีความต่างศักย์กันใช้กฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์เขียนสมการกระแสไฟฟ้า แล้วค่อยเขียนสมการโนด
- เป็นการใช้การเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าระหว่างจุดโนดที่มีความต่างศักย์กันใช้กฎแบ่งแรงดันไฟฟ้าเขียนสมการกระแสไฟฟ้า แล้วค่อยเขียนสมการโนด
- เป็นการใช้การเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าระหว่างจุดโนดที่มีความต่างศักย์กันใช้กฎแบ่งกระแสไฟฟ้าเขียนสมการกระแสไฟฟ้า แล้วค่อยเขียนสมการโนด

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 1. บอกวิธีการคิดของวิธีแรงดันโนดได้

2. ข้อใดกล่าวถึงโนดหลักได้ถูกต้อง

- จุดต่อของวงจรที่เป็นจุดหลักที่มีจำนวนสาขามากตั้งแต่ 2 สาขาขึ้นไปมีความต่างศักย์ระหว่างจุด 2 จุดเมื่อเปรียบเทียบกับโนดอ้างอิง
- จุดต่อร่วมหรือจุดที่เป็นกราวด์ใช้เป็นจุดเปรียบเทียบโนดอื่นๆ มีศักย์ไฟฟ้าเป็น 0 V
- จุดต่อในวงจรไฟฟ้าระหว่างส่วนประกอบของวงจรมีจำนวนสาขามากตั้งแต่ 2 สาขาขึ้นไป
- จุดต่อของวงจรที่เป็นจุดหลักที่มีจำนวนสาขามากตั้งแต่ 3 สาขาขึ้นไปมีความต่างศักย์ระหว่างจุด 2 จุดเมื่อเปรียบเทียบกับโนดอ้างอิง

จากวงจรไฟฟ้าในรูปที่ 1 ใช้ตอบคำถามข้อ 3-6



รูปที่ 1 สำหรับตอบคำถามข้อที่ 3-6

	แบบทดสอบหลังเรียน	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 14
	หน่วยที่ 11 : วิธีแรงดันโนด	

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 2. เขียนสมการกระแสไฟฟ้าด้วยวิธีแรงดันโนดได้

3. ข้อใดคือสมการกระแสไฟฟ้าที่โนด V_A

ก. $I_1 - I_2 - I_3 = 0$

ข. $I_1 + I_2 - I_3 = 0$

ค. $I_1 - I_2 + I_3 = 0$

ง. $-I_1 + I_2 + I_3 = 0$

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 2. เขียนสมการกระแสไฟฟ้าด้วยวิธีแรงดันโนดได้

4. ข้อใดคือสมการของกระแสไฟฟ้า I_1

ก. $\frac{-E_1 - V_A}{R_1}$

ข. $\frac{V_A - E_1}{R_1}$

ค. $\frac{E_1 - V_A}{R_1}$

ง. $\frac{E_1 + V_A}{R_1}$

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 2. เขียนสมการกระแสไฟฟ้าด้วยวิธีแรงดันโนดได้

5. ข้อใดคือสมการของกระแสไฟฟ้า I_2

ก. $\frac{4 - V_A}{2}$

ข. $\frac{V_A - 4}{2}$

ค. $\frac{-4 - V_A}{2}$

ง. $\frac{4 + V_A}{2}$



แบบทดสอบหลังเรียน

รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

สัปดาห์ที่ 14

หน่วยที่ 11 : วิธีแรงดันโนด

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 2. เขียนสมการกระแสไฟฟ้าด้วยวิธีแรงดันโนดได้

6. ถ้าสมมติว่า $V_A = 4 \text{ V}$ เขียนสมการของกระแสไฟฟ้า I_3 ได้เท่าใด

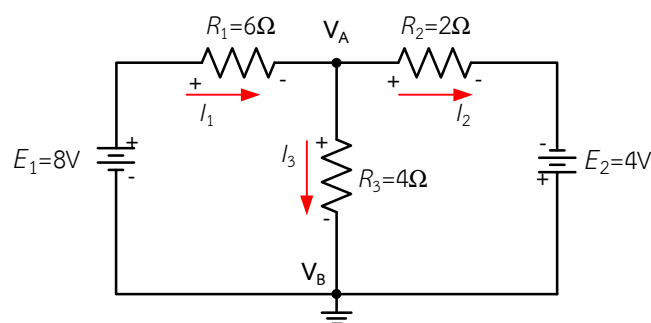
ก. $\frac{4-2}{4}$

ข. $\frac{4+2}{4}$

ค. $\frac{2-4}{4}$

ง. $\frac{2+4}{4}$

จากวงจรไฟฟ้าในรูปที่ 2 ใช้ตอบคำถามข้อ 7-10



รูปที่ 2 สำหรับตอบคำถามข้อที่ 7-10

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 3. แก่สมการหาแรงดันโนดและค่ากระแสไฟฟ้าด้วยวิธีแรงดันโนดได้

7. ข้อใดคือสมการกระแสไฟฟ้าที่โนด V_A

ก. $I_1 + I_2 + I_3 = 0$

ข. $I_1 + I_2 - I_3 = 0$

ค. $I_1 - I_2 + I_3 = 0$

ง. $I_1 - I_2 - I_3 = 0$

	แบบทดสอบหลังเรียน	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 14
	หน่วยที่ 11 : วิธีแรงดันโนด	

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 3. แก่สมการหาแรงดันโนดและค่ากระแสไฟฟ้าด้วยวิธีแรงดันโนดได้

8. จากรูปแทนค่าในสมการที่โนด V_A ได้ตรงกับข้อใด

ก. $\frac{8-V_A}{6} + \frac{4-V_A}{2} - \frac{V_A}{4} = 0$

ข. $\frac{8-V_A}{6} + \frac{-4-V_A}{2} - \frac{V_A-0}{4} = 0$

ค. $\frac{8-V_A}{6} - \frac{V_A-(-4)}{2} - \frac{V_A-0}{4} = 0$

ง. $\frac{8-V_A}{6} + \frac{4+V_A}{2} - \frac{-V_A}{4} = 0$

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 3. แก่สมการหาแรงดันโนดและค่ากระแสไฟฟ้าด้วยวิธีแรงดันโนดได้

9. จากรูปแรงดันที่โนด V_A มีค่าเท่าใด

ก. 0.727 V

ข. - 0.727 V

ค. 3.636 V

ง. - 3.636 V

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 3. แก่สมการหาแรงดันโนดและค่ากระแสไฟฟ้าด้วยวิธีแรงดันโนดได้

10. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_3 มีค่าเท่าใด

ก. - 181.75 mA

ข. 181.75 mA

ค. - 909 mA

ง. 909 mA

	แบบทดสอบหลังเรียน	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 14
	หน่วยที่ 11 : วิธีแรงดันโนด	

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
คะแนนเก็บ 10 คะแนนได้	

เกณฑ์การประเมิน

ทำแบบทดสอบได้ 9 – 10 คะแนน	ระดับคุณภาพ	ดีมาก
ทำแบบทดสอบได้ 7 – 8 คะแนน	ระดับคุณภาพ	ดี
ทำแบบทดสอบได้ 5 – 6 คะแนน	ระดับคุณภาพ	พอใช้
ทำแบบทดสอบได้ 0 – 4 คะแนน	ระดับคุณภาพ	ปรับปรุง

	ใบประเมินผลคุณธรรม จริยธรรม				
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง			สัปดาห์ที่ 14	
	หน่วยที่ 11 : วิธีแรงดันโนด			จำนวน 4 ชั่วโมง	

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....กลุ่ม.....

รายการประเมินผล	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้			หมายเหตุ
คุณธรรม จริยธรรม	30	1	2	3	
1. ความรับผิดชอบ : มีอุปกรณ์การเรียนครบถ้วน ส่งงานครบ	3				
2. ความมีวินัย : ปฏิบัติตามกฎระเบียบ แต่งกายเรียบร้อย	3				
3. การตรงต่อเวลา : เข้าเรียนตรงเวลา ทำงานส่งตามกำหนด	3				
4. ความมีมนุษยสัมพันธ์ : มีน้ำใจช่วยเหลือผู้อื่น	3				
5. ความรู้ทักษะและวิชาชีพ : ปฏิบัติงานได้	3				
6. ความสนใจใฝ่หาความรู้ : ขยันและสนใจในการเรียน	3				
7. ศึกษาข้อมูลอย่างเป็นระบบ : ทำความเข้าใจก่อนปฏิบัติ	3				
8. ทำตามลำดับขั้น : ทำตามลำดับขั้นตอนความสำคัญ	3				
9. ประหยัด เรียบง่าย ได้ประโยชน์สูงสุด : แก้ปัญหาด้วยความ เรียบง่ายและประหยัด	3				
10. การมีส่วนร่วม : มีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่ม	3				
รวมคะแนน	30				

หมายเหตุ การประเมินสามารถทำได้ทีละข้อหรือหลายข้อและทำได้ทั้งก่อนหรือระหว่าง หรือหลังเรียน
เกณฑ์การประเมิน

- 1 หมายถึง ต้องปรับปรุง
- 2 หมายถึง พอใช้
- 3 หมายถึง ดี

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)
...../...../.....

	เอกสารอ้างอิง	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 14
	หน่วยที่ 11 : วิธีแรงดันโหนด	4 ชั่วโมง
กิตติกร ชันแก้ว. (2556). ทฤษฎีและการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรง. กรุงเทพฯ: โอ.เอส. พรินติ้ง เฮ้าส์. อรรถศักดิ์ หมื่นกำหริม. (2556). วงจรไฟฟ้ากระแสตรง. นนทบุรี: ศูนย์หนังสือเมืองไทย. บรรจง จันทมาศ. (2557). ทฤษฎีวงจรไฟฟ้ากระแสตรง. พิมพ์ครั้งที่ 23. กรุงเทพฯ: พิมพ์ดีการพิมพ์. วิษณุ บัวเทศ. (2558). การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรง. กรุงเทพฯ: ปัญญาชน. วิโรจน์ รัตนวิจารณ์. (2557). วงจรไฟฟ้ากระแสตรง. กรุงเทพฯ: ส.เต็มรักการพิมพ์. ไวพจน์ ศรีธัญ และคณิศร จันทโรสตา. (2558). วงจรไฟฟ้ากระแสตรง. กรุงเทพฯ: เอสเคเอส อินเตอร์ การพิมพ์ ศรีศักดิ์ น้อยไร่ภูมิ. (2557). วงจรไฟฟ้ากระแสตรง. กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ. Tony R. Kuphaldt. Lessons In Electric Circuits, Volume I-DC. [online]. Available from : http://www.openbookproject.net//electricCircuits/DC/DC.pdf (12 Mar 2016).		

ภาคผนวก

เฉลยแบบฝึกหัด

เฉลยใบงาน

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน

ใบสรุปการประเมินผล

สื่อ Power Point

	ใบเฉลยแบบฝึกหัด	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 14
	หน่วยที่ 11 : วิธีแรงดันโนด	จำนวน 4 ชั่วโมง

ตอนที่ 1 จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้องและสมบูรณ์

1. จงบอกความหมายของคำต่อไปนี้

โนด (Node) คือ จุดต่อในวงจรไฟฟ้าระหว่างส่วนประกอบของวงจรมีจำนวนสาขาดั้งแต่ 2 สาขาขึ้นไป

โนดหลัก (Principle Node) คือ จุดต่อของ วงจรที่เป็นจุดหลักที่มีจำนวนสาขาดั้งแต่ 3 สาขาขึ้นไป มีความต่างศักย์ระหว่างจุด 2 จุด เมื่อเปรียบเทียบกับโนดอ้างอิง

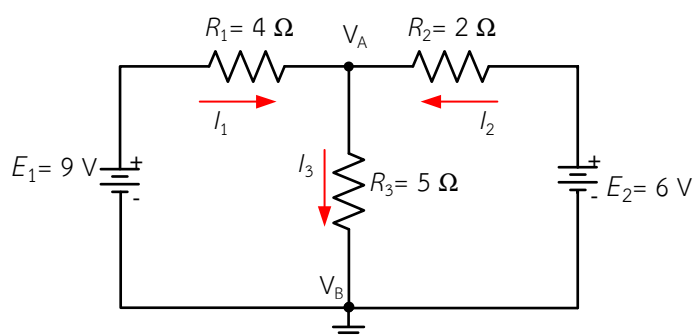
โนดอ้างอิง (Reference Node) คือ จุดต่อร่วมหรือจุดที่เป็นกราวด์ใช้เป็นจุดเปรียบเทียบกับโนดหลัก มีศักย์ไฟฟ้าเป็น 0 V

2. ขั้นตอนในการนำวิธีแรงดันโนดมาใช้ในการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าทำอย่างไร

- กำหนดจุดที่เป็นโนดหลักและจุดที่เป็นโนดอ้างอิง
- พิจารณาแรงดันโนดโดยให้ระดับแรงดันไฟฟ้าที่แรงดันโนดมีค่าสูงกว่าระดับแรงดันไฟฟ้าที่โนดอ้างอิง
- กำหนดทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าออกจากโนดหลัก ยกเว้นโนดอ้างอิง (จะกำหนดให้ไหลเข้าหรือไหลออกจากโนดก็ได้มีผลลัพธ์ที่เหมือนกัน)
- การเขียนสมการของกระแสไฟฟ้าแต่ละค่าที่โนดหลักทุกจุดในวงจรโดยใช้ $\frac{V_R}{R}$ แทนกระแสไฟฟ้า
- แทนค่าในสมการแล้วให้หาค่าของตัวแปรที่ไม่ทราบจากวิธีการต่าง ๆ เช่น การแทนค่าตัวแปร การกำจัดตัวแปร หรือวิธีดีเทอร์มิแนนท์
- พิสูจน์ค่าตัวแปรโดยนำค่าตัวแปรไปแทนค่าในสมการก็จะได้

ตอนที่ 2 จงแสดงวิธีทำ

1. จากวงจรไฟฟ้าในรูปที่ 11.6 จงหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานทุกตัวโดยใช้วิธีแรงดันโนด

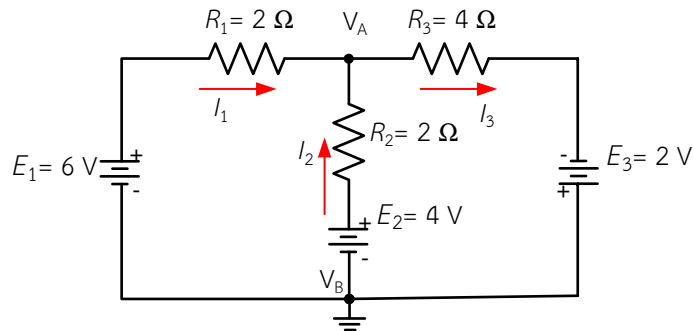


รูปที่ 11.6 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 1

	ใบเฉลยแบบฝึกหัด	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 14
	หน่วยที่ 11 : วิธีแรงดันโหนด	จำนวน 4 ชั่วโมง
<u>วิธีทำ</u> เขียนสมการตามกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ที่โหนดหลัก V_A จะได้ $I_1 + I_2 - I_3 = 0 \quad (1)$ เขียนสมการแทนกระแสไฟฟ้าด้วย $\frac{V_R}{R}$ ในสมการที่ (1) จะได้ $\frac{E_1 - V_A}{R_1} + \frac{E_2 - V_A}{R_2} - \frac{V_A - 0}{R_3} = 0 \quad (2)$ แทนค่าแรงดันไฟฟ้าและค่าความต้านทานในสมการที่ (2) และแก้สมการหาค่าแรงดันโหนดที่ไม่ทราบค่า $\frac{9 - V_A}{4} + \frac{6 - V_A}{2} - \frac{V_A}{5} = 0$ เอา 20 คูณตลอดสมการเพื่อกำจัดตัวส่วนให้หมดไป จะได้ $20\left(\frac{9 - V_A}{4}\right) + 20\left(\frac{6 - V_A}{2}\right) - 20\left(\frac{V_A}{5}\right) = 0$ $45 - 5V_A + 60 - 10V_A - 4V_A = 0$ $105 - 19V_A = 0$ $-19V_A = -105$ $V_A = \frac{-105}{-19}$ $V_A = 5.53V$ ฉะนั้นค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานแต่ละตัวได้ดังนี้ $\text{กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน } R_1 = I_1 = \frac{E_1 - V_A}{R_1} = \frac{9 - 5.53}{4} = 1.383 \text{ A}$ $\text{กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน } R_2 = I_2 = \frac{E_2 - V_A}{R_2} = \frac{6 - 5.53}{2} = 0.235 \text{ A}$ $\text{กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน } R_3 = I_3 = \frac{V_A}{R_3} = \frac{5.53}{5} = 1.106 \text{ A}$		

	ใบเฉลยแบบฝึกหัด	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 14
	หน่วยที่ 11 : วิธีแรงดันโหนด	จำนวน 4 ชั่วโมง

2. จากวงจรไฟฟ้าในรูปที่ 11.7 จงหากระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทานทุกตัว โดยใช้วิธีกระแสเมช



รูปที่ 11.7 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 2

วิธีทำ

เขียนสมการตามกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ที่โหนดหลัก V_A จะได้

$$I_1 + I_2 = I_3 \text{ หรือ } I_3 - I_1 - I_2 = 0 \quad (1)$$

เขียนสมการแทนกระแสไฟฟ้าด้วย $\frac{V_R}{R}$ ในสมการที่ (1) จะได้

$$\frac{V_A - E_3}{R_3} - \frac{E_1 - V_A}{R_1} - \frac{E_2 - V_A}{R_2} = 0 \quad (2)$$

แทนค่าแรงดันไฟฟ้าและค่าความต้านทานในสมการที่ (2) และแก้สมการหาค่าแรงดันโหนดที่

ไม่ทราบค่า

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

เอา 4 คูณตลอดสมการเพื่อกำจัดตัวส่วนให้หมดไป จะได้

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

$$V_A + 2 - 12 + 2V_A - 8 + 2V_A = 0$$

$$-18 + 5V_A = 0$$

$$5V_A = 18$$

$$V_A = \frac{18}{5}$$

$$V_A = 3.6V$$



ใบเฉลยแบบฝึกหัด

รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

สัปดาห์ที่ 14

หน่วยที่ 11 : วิธีแรงดันโหนด

จำนวน 4 ชั่วโมง

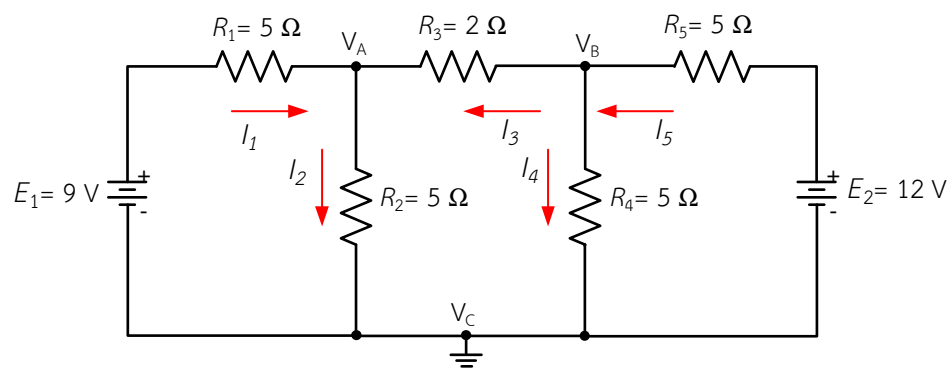
ฉะนั้นค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานแต่ละตัวได้ดังนี้

$$\text{กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน } R_1 = I_1 = \frac{E_1 - V_A}{R_1} = \frac{6 - 3.6}{2} = 1.2 \text{ A}$$

$$\text{กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน } R_2 = I_2 = \frac{E_2 - V_A}{R_2} = \frac{4 - 3.6}{2} = 0.2 \text{ A}$$

$$\text{กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน } R_3 = I_3 = \frac{V_A + E_3}{R_3} = \frac{3.6 + 2}{4} = 1.4 \text{ A}$$

3. จากวงจรไฟฟ้าในรูปที่ 11.8 จงหากระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทานทุกตัว โดยใช้วิธีแรงดันโหนด



รูปที่ 11.8 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 3

วิธีทำ

เขียนสมการตามกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ที่โหนดหลัก V_A จะได้

$$I_1 + I_3 = I_2 \quad \text{หรือ} \quad I_1 + I_3 - I_2 = 0 \quad (1)$$

เขียนสมการแทนกระแสไฟฟ้าด้วย $\frac{V_R}{R}$ ในสมการที่ (1) และแทนค่าแรงดันไฟฟ้าและค่าความ

ต้านทานจะได้

$$\frac{E_1 - V_A}{R_1} + \frac{V_B - V_A}{R_3} - \frac{V_A}{R_2} = 0$$

$$\frac{9 - V_A}{5} + \frac{V_B - V_A}{2} - \frac{V_A}{5} = 0$$

เอา 5 คูณตลอดสมการเพื่อกำจัดตัวส่วนให้หมดไป จะได้

	ใบเฉลยแบบฝึกหัด	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 14
	หน่วยที่ 11 : วิธีแรงดันโหนด	จำนวน 4 ชั่วโมง
$5\left(\frac{9-V_A}{5}\right) + 5\left(\frac{V_B-V_A}{2}\right) - 5\left(\frac{V_A}{5}\right) = 0$ $9 - V_A + 2.5V_B - 2.5V_A - V_A = 0$ $-4.5V_A + 2.5V_B = -9 \quad (2)$ เขียนสมการตามกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ที่โหนดหลัก V_B จะได้ $-I_3 - I_4 + I_5 = 0 \quad \text{หรือ} \quad I_3 + I_4 - I_5 = 0 \quad (3)$ เขียนสมการแทนกระแสไฟฟ้าด้วย $\frac{V_R}{R}$ ในสมการที่ (3) และแทนค่าแรงดันไฟฟ้าและค่าความต้านทานจะได้ $\frac{V_B - V_A}{R_3} + \frac{V_B - 0}{R_4} - \frac{E_2 - V_B}{R_5} = 0$ $\frac{V_B - V_A}{2} + \frac{V_B}{5} - \frac{12 - V_B}{5} = 0$ เอา 5 คูณตลอดสมการเพื่อกำจัดตัวส่วนให้หมดไป จะได้ $5\left(\frac{V_B - V_A}{2}\right) + 5\left(\frac{V_B}{5}\right) - 5\left(\frac{12 - V_B}{5}\right) = 0$ $2.5V_B - 2.5V_A + V_B - 12 + V_B = 0$ $-2.5V_A + 4.5V_B = 12 \quad (4)$ แก้สมการโดยใช้ดีเทอร์มิแนนต์ จากสมการที่ (2) และ (4) จะได้ $\begin{bmatrix} -4.5 & 2.5 \\ -2.5 & 4.5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_A \\ V_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -9 \\ 12 \end{bmatrix}$ $D = \begin{vmatrix} -4.5 & 2.5 \\ -2.5 & 4.5 \end{vmatrix}$ $= -20.25 + 6.25$ $= -14$		

	ใบเฉลยแบบฝึกหัด	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 14
	หน่วยที่ 11 : วิธีแรงดันโนด	จำนวน 4 ชั่วโมง

$$V_A = \frac{\begin{vmatrix} -9 & 2.5 \\ 12 & 4.5 \end{vmatrix}}{D}$$

$$= \frac{-40.5 - 30}{-14}$$

$$= 5.036 \text{ V}$$

$$V_B = \frac{\begin{vmatrix} -4.5 & -9 \\ -2.5 & 12 \end{vmatrix}}{D}$$

$$= \frac{-54 - 22.5}{-14}$$

$$= 5.464 \text{ V}$$

ฉะนั้นค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานแต่ละตัวได้ดังนี้

$$\text{กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน } R_1 = I_1 = \frac{E_1 - V_A}{R_1} = \frac{9 - 5.036}{5} = 0.793 \text{ A}$$

$$\text{กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน } R_2 = I_2 = \frac{V_A - 0}{R_2} = \frac{5.035}{5} = 1.007 \text{ A}$$

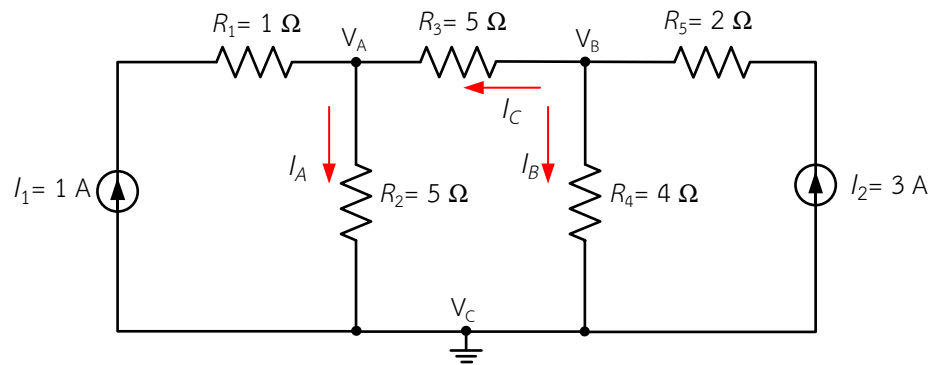
$$\text{กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน } R_3 = I_3 = \frac{V_B - V_A}{R_3} = \frac{5.464 - 5.035}{2} = 0.214 \text{ A}$$

$$\text{กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน } R_4 = I_4 = \frac{V_B - 0}{R_4} = \frac{5.464}{5} = 1.092 \text{ A}$$

$$\text{กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน } R_5 = I_5 = \frac{E_2 - V_B}{R_5} = \frac{12 - 5.464}{5} = 1.307 \text{ A}$$

	ใบเฉลยแบบฝึกหัด	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 14
	หน่วยที่ 11 : วิธีแรงดันโหนด	จำนวน 4 ชั่วโมง

4. จากวงจรไฟฟ้าในรูปที่ 11.9 จงคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้า I_A , I_B และ I_C



รูปที่ 11.9 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 4

วิธีทำ เขียนสมการตามกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ที่โหนดหลัก V_A จะได้

$$I_1 - I_A + I_C = 0 \quad (1)$$

เขียนสมการแทนกระแสไฟฟ้าด้วย $\frac{V_R}{R}$ ในสมการที่ (1) และแทนค่าแรงดันไฟฟ้าและค่าความ

ต้านทานจะได้

$$1\text{A} - \frac{V_A}{R_2} + \frac{V_B - V_A}{R_3} = 0$$

$$-1\text{A} - \frac{V_A}{5} + \frac{V_B - V_A}{5} = 0$$

เอา 5 คูณตลอดสมการเพื่อกำจัดตัวส่วนให้หมดไป จะได้

$$5(1\text{A}) - 5\left(\frac{V_A}{5}\right) + 5\left(\frac{V_B - V_A}{5}\right) = 0$$

$$5 - V_A + V_B - V_A = 0$$

$$-2V_A + V_B = -5 \quad (2)$$

เขียนสมการตามกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ที่โหนดหลัก V_B จะได้

$$I_2 - I_B - I_C = 0 \quad (3)$$

	ใบเฉลยแบบฝึกหัด	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 14
	หน่วยที่ 11 : วิธีแรงดันโหนด	จำนวน 4 ชั่วโมง

เขียนสมการแทนกระแสไฟฟ้าด้วย $\frac{V_R}{R}$ ในสมการที่ (3) และแทนค่าแรงดันไฟฟ้าและค่าความต้านทานจะได้

$$2A - \frac{V_B}{R_4} - \frac{V_B - V_A}{R_3} = 0$$

$$2A - \frac{V_B}{4} - \frac{V_B - V_A}{5} = 0$$

เอา 5 คูณตลอดสมการเพื่อกำจัดตัวส่วนให้หมดไป จะได้

$$5(2A) - 5\left(\frac{V_B}{4}\right) - 5\left(\frac{V_B - V_A}{5}\right) = 0$$

$$10 - 1.25V_B - V_B + V_A = 0$$

$$V_A - 2.25V_B = -10 \quad (4)$$

แก้สมการโดยใช้ดีเทอร์มิแนนต์ จากสมการที่ (2) และ (4) จะได้

$$\begin{bmatrix} -2 & 1 \\ 1 & -2.25 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_A \\ V_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -5 \\ -10 \end{bmatrix}$$

$$D = \begin{vmatrix} -2 & 1 \\ 1 & -2.25 \end{vmatrix}$$

$$= 4.5 - 1$$

$$= 3.5$$

$$V_A = \frac{\begin{vmatrix} -5 & 1 \\ -10 & -2.25 \end{vmatrix}}{D}$$

$$= \frac{11.25 + 10}{3.5}$$

$$= 6.071V$$

	ใบเฉลยแบบฝึกหัด	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 14
	หน่วยที่ 11 : วิธีแรงดันโหนด	จำนวน 4 ชั่วโมง

$$V_B = \frac{\begin{vmatrix} -2 & -5 \\ 1 & -10 \end{vmatrix}}{D}$$

$$= \frac{20+5}{3.5}$$

$$= 7.143 \text{ V}$$

ฉะนั้นคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้า I_A , I_B และ I_C ได้ดังนี้

$$I_A = \frac{V_A}{R_2} = \frac{6.071}{5} = 1.214 \text{ A}$$

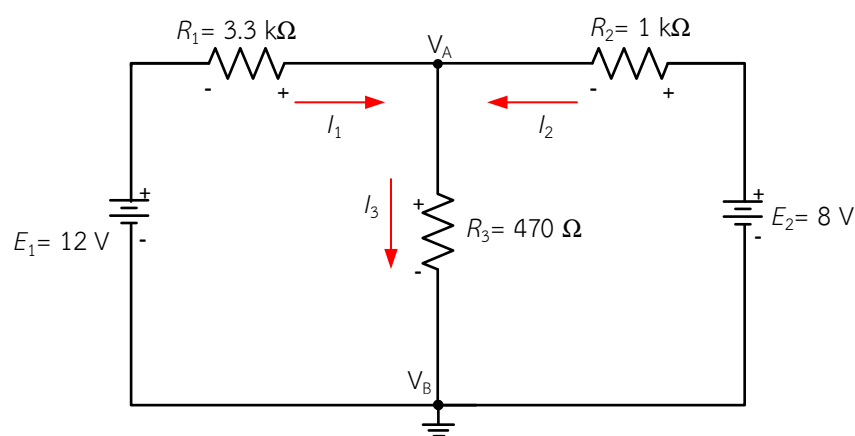
$$I_B = \frac{V_B}{R_4} = \frac{7.143}{4} = 1.786 \text{ A}$$

$$I_C = \frac{V_B - V_A}{R_3} = \frac{7.143 - 6.071}{5} = 0.214 \text{ A}$$

	เฉลยใบงานที่ 11	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 14
	หน่วยที่ 11 : วิธีแรงดันโนด	4 ชั่วโมง
	เรื่อง วิธีแรงดันโนด	

ลำดับขั้นการทดลอง

4. คำนวณค่ากระแสไฟฟ้าผ่านตัวต้านทานแต่ละตัว แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัว ด้วยวิธีแรงดันโนดดังรูปที่ 11.6 นำค่าที่ได้บันทึกในตารางที่ 11.1



รูปที่ 11.6 วงจรไฟฟ้าใช้ในการทดลองข้อที่ 4

วิธีทำ

เขียนสมการตามกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ที่โนดหลัก V_A จะได้

$$I_1 + I_2 - I_3 = 0 \quad (1)$$

เขียนสมการแทนกระแสไฟฟ้าด้วย $\frac{V_R}{R}$ ในสมการที่ (1) จะได้

$$\frac{E_1 - V_A}{R_1} + \frac{E_2 - V_A}{R_2} - \frac{V_A - 0}{R_3} = 0 \quad (2)$$

แทนค่าแรงดันไฟฟ้าและค่าความต้านทานในสมการที่ (2) และแก้สมการหาค่าแรงดันโนดที่

ไม่ทราบค่า

$$\frac{12 - V_A}{3.3 \times 10^3} + \frac{8 - V_A}{1 \times 10^3} - \frac{V_A}{0.47 \times 10^3} = 0$$

เอา 3.3×10^3 คูณตลอดสมการเพื่อกำจัดตัวส่วนให้หมดไป จะได้

	เฉลยใบงานที่ 11	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 14
	หน่วยที่ 11 : วิธีแรงดันโหนด	4 ชั่วโมง
	เรื่อง วิธีแรงดันโหนด	

$$3.3 \times 10^3 \left(\frac{12 - V_A}{3.3 \times 10^3} \right) + 3.3 \times 10^3 \left(\frac{8 - V_A}{1 \times 10^3} \right) - 3.3 \times 10^3 \left(\frac{V_A}{0.47 \times 10^3} \right) = 0$$
$$12 - V_A + 26.4 - 3.3V_A - 7.02V_A = 0$$
$$38.4 - 11.32V_A = 0$$
$$-11.32V_A = -38.4$$
$$V_A = \frac{-38.4}{-11.32}$$
$$V_A = 3.39V$$

ฉะนั้นค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานแต่ละตัวได้ดังนี้

$$\text{กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน } R_1 = I_1 = \frac{E_1 - V_A}{R_1} = \frac{12 - 3.39}{3.3 \times 10^3} = 2.6\text{mA}$$
$$\text{กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน } R_2 = I_2 = \frac{E_2 - V_A}{R_2} = \frac{8 - 3.39}{1 \times 10^3} = 4.61\text{mA}$$
$$\text{กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน } R_3 = I_3 = \frac{V_A}{R_3} = \frac{3.39}{470} = 7.21\text{mA}$$

หาค่าแรงดันตกคร่อมตัวต้านทานทุกตัวในวงจร

$$V_{R1} = E_1 - V_A = 12 - 3.39 = 8.61V$$
$$V_{R2} = E_2 - V_A = 8 - 3.39 = 4.61V$$
$$V_{R3} = V_A = 3.39V$$

	เฉลยใบงานที่ 11	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 14
	หน่วยที่ 11 : วิธีแรงดันโนด	4 ชั่วโมง
	เรื่อง วิธีแรงดันโนด	

ตารางที่ 11.1 ตารางบันทึกผลการทดลองวงจรแบ่งกระแสไฟฟ้า

ผลการทดลองจาก	R_1	R_2	R_3	-	-	หน่วย
การวัด	3.18 k	980	460	-	-	Ω
ผลการทดลองจาก	I_1	I_2	I_3	-	-	หน่วย
การวัด	2.7	4.69	7.40	-	-	mA
การคำนวณ	2.6	4.61	7.21	-	-	mA
ผลการทดลองจาก	V_{R1}	V_{R2}	V_{R3}	E_1	E_2	หน่วย
การวัด	8.60	4.60	3.40	12	8	V
การคำนวณ	8.61	4.61	3.39	-	-	V

หมายเหตุ ผลที่ได้จากการทดลองควรมีค่าใกล้เคียงกับในตารางอาจมีความแตกต่างได้ขึ้นอยู่กับความผิดพลาดของค่าอุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

สรุปผลการทดลอง

วิธีแรงดันโนด (Node Voltage Method) เป็นการคำนวณหาแรงดันไฟฟ้าตามจุดต่อต่างๆ ของวงจรไฟฟ้า และนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกันกับกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ โดยอาศัยแนวคิดที่เป็นจริงที่ว่า กระแสไฟฟ้าไหลจากจุดที่มีศักย์แรงดันไฟฟ้าสูงไปสู่จุดที่มีศักย์แรงดันไฟฟ้าที่ต่ำกว่า วิธีแรงดันโนดจะช่วยแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าง่ายขึ้น เนื่องจากจำนวนสมการจะน้อยกว่าวิธีกระแสเมฆ แล้วนำความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์เข้ามาช่วยในการพิสูจน์หาค่าของตัวแปรนั้น เพื่อหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ผ่านโหลดแต่ละตัว สามารถนำค่าที่ได้จากการทดลองพิสูจน์ความถูกต้องได้ เช่น นำความรู้กฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ ที่ว่าผลรวมของกระแสไฟฟ้า ณ จุดใดๆ มีค่าเท่ากับศูนย์ ซึ่งจากวงจรไฟฟ้าที่ใช้ในการทดลองสามารถเขียนสมการตามกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ที่โนดหลัก V_A ได้ดังนี้ $I_1 + I_2 - I_3 = 0$ และถ้านำค่าที่ได้จากการวัดแทนในสมการจะได้ว่า $2.7 \text{ mA} + 4.69 \text{ mA} - 7.40 \text{ mA} = -0.01 \text{ mA}$ ผลลัพธ์ที่ได้มีค่าน้อยมากถือว่าเป็นศูนย์ก็ได้ ดังนั้นผลรวมของกระแสไฟฟ้าที่โนด V_A มีค่าเท่ากับศูนย์จริง ทำให้สามารถหาค่าที่ต้องการทราบค่าได้

	เฉลยใบงานที่ 11	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 14
	หน่วยที่ 11 : วิธีแรงดันโหนด	4 ชั่วโมง
	เรื่อง วิธีแรงดันโหนด	

คำถามท้ายการทดลอง

1. จงอธิบายผลที่ได้จากการวัดและผลการคำนวณเป็นอย่างไร เพราะเหตุใด

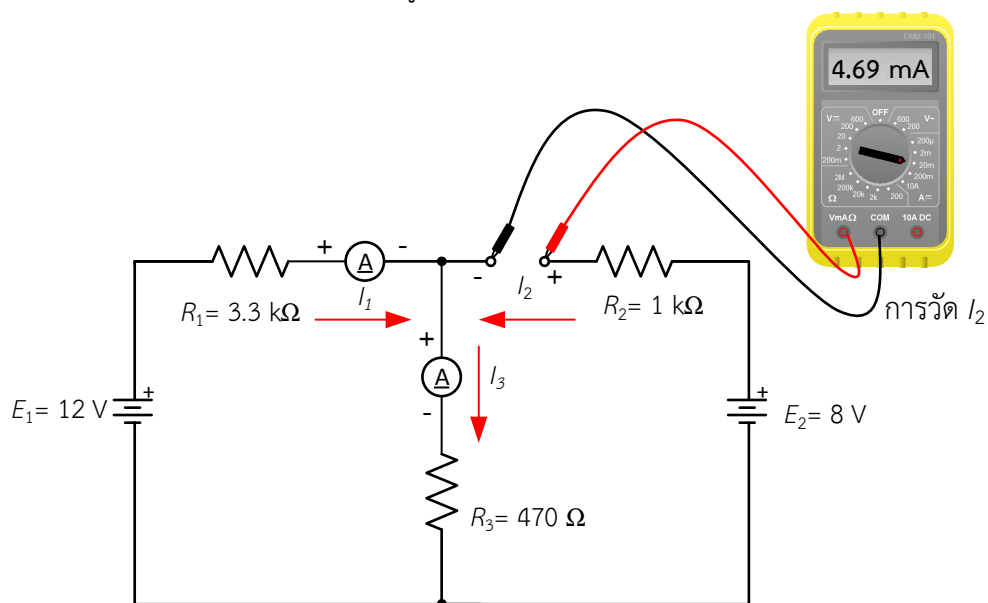
ผลที่ได้จากการวัดและผลที่ได้จากการทดลองมีค่าไม่เท่ากันแตกต่างกันเล็กน้อยเนื่องจากค่าที่ได้จากการคำนวณนำค่าที่ไม่มีการสูญเสียใดๆ มาใช้ในการคำนวณ แต่พอทดลองจริงจะมีค่าความคลาดเคลื่อนในตัววัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองอยู่แล้ว แต่ค่าที่ได้มาก็ถือว่าใกล้เคียงกันมาก

2. ผลรวมของกระแสไฟฟ้าที่โหนด V_A มีค่าเท่ากับศูนย์จริงหรือไม่ อย่างไร

สมการตามกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ที่โหนดหลัก V_A จะได้ $I_1 + I_2 - I_3 = 0$ ถ้านำค่าที่ได้จากการวัดแทนในสมการจะได้ว่า $2.7 \text{ mA} + 4.69 \text{ mA} - 7.40 \text{ mA} = -0.01 \text{ mA}$ ผลลัพธ์ที่ได้มีค่าน้อยมากถือว่าเป็นศูนย์ก็ได้ ดังนั้นผลรวมของกระแสไฟฟ้าที่โหนด V_A มีค่าเท่ากับศูนย์จริง

3. จงอธิบายทิศทางของการไหลของกระแสไฟฟ้าที่ได้จากการทดลอง

จากรูป (ก) ที่ใช้ในการทดลองได้กำหนดการจัดวางตำแหน่งของแอมป์มิเตอร์ในลักษณะที่ขั้วบวกของแอมป์มิเตอร์จะเป็นฝั่งที่กระแสไหลเข้าแอมป์มิเตอร์ และขั้วลบก็จะเป็นฝั่งที่กระแสไฟฟ้าไหลออกไปสู่วงจรไฟฟ้า ณ จุดที่แอมป์มิเตอร์อนุกรมอยู่ ผลที่ได้จากการวัดค่ากระแสไฟฟ้าทั้ง 3 จุดมีค่าเป็นบวกทั้งหมด แสดงว่าทิศทางกระแสไฟฟ้าจริงในวงจรไฟฟ้านี้เป็นดังเช่นในรูปด้านล่างนี้ (ถ้าแอมป์มิเตอร์มีการแสดงผลที่หน้าจอค่าที่วัดได้มีเครื่องหมายลบอยู่ด้านหน้า แสดงว่ากระแสไฟฟ้าจริงต้องกลับทิศทางกัน)



รูปที่ 11.4 วัดค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานแต่ละตัวใช้ประกอบตอบคำถามท้ายการทดลองข้อที่ 3



เฉลยใบงานที่ 11

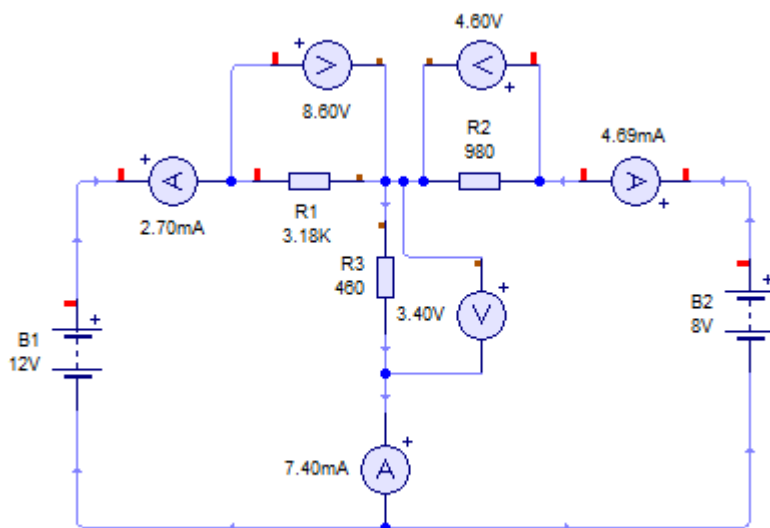
รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

สัปดาห์ที่ 14

หน่วยที่ 11 : วิธีแรงดันโหนด

4 ชั่วโมง

เรื่อง วิธีแรงดันโหนด





ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน

รหัสวิชา 2104-2002 วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

หน่วยที่ 14

หน่วยที่ 11 : วิธีแรงดันโนด

จำนวน 10 ข้อ

ก่อนเรียน

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

หลังเรียน

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

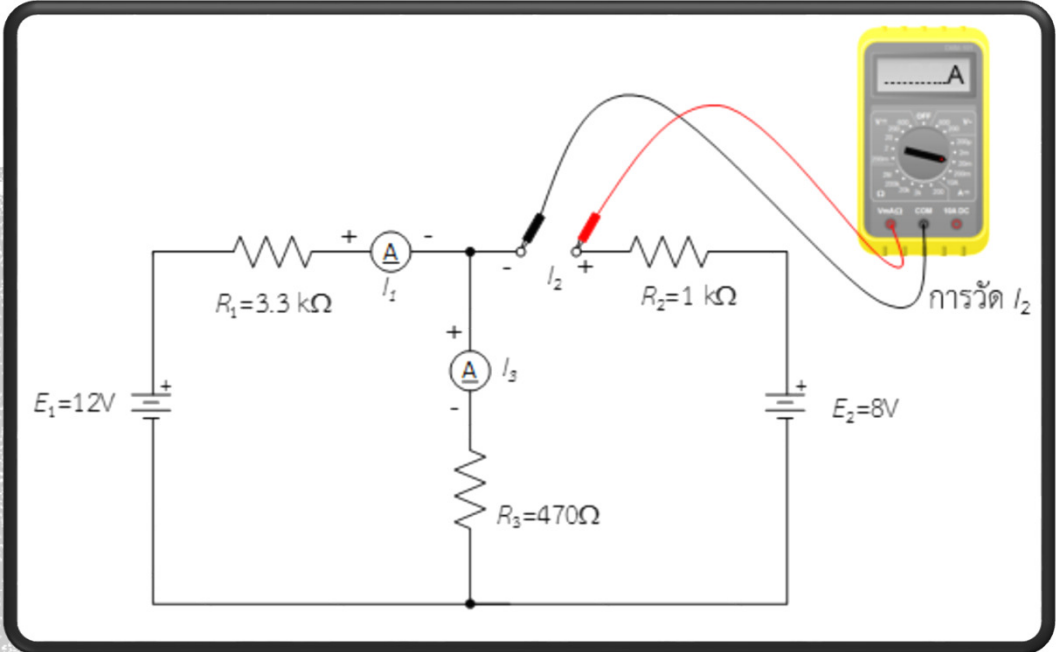
	ใบสรุปการประเมินผล	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 14
	หน่วยที่ 11 : วิธีแรงดันโนด	4 ชั่วโมง

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....กลุ่ม.....

รายการประเมินผล	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1. แบบทดสอบก่อนเรียน	10	
2. ใบแบบฝึกหัด	50	
3. ใบงาน	70	
4. แบบทดสอบหลังเรียน	10	
5. คุณธรรม จริยธรรม	30	
รวมคะแนน	170	

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)
...../...../.....

หน่วยที่ 11 : วิธีแรงดันโนด



วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง รหัส 2104-2002



จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ และเข้าใจวิธีแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าด้วยวิธี
แรงดันโหนด คำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลในสาขาต่าง ๆ

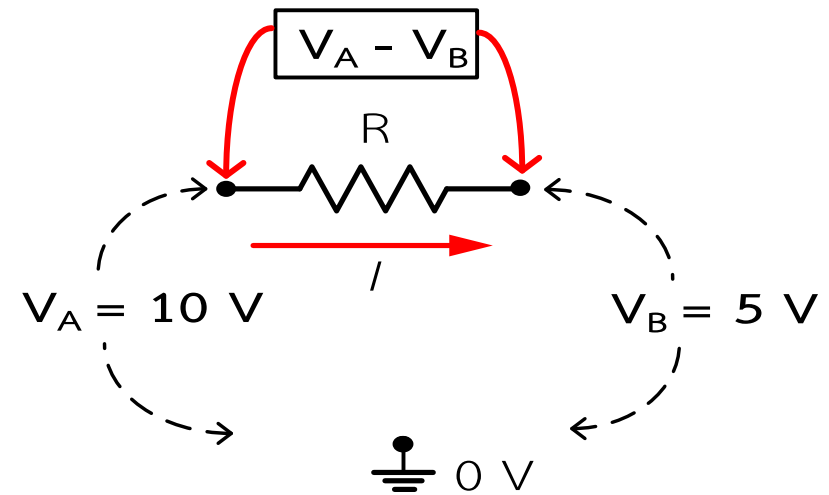
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกวิธีการติดของวิธีแรงดันโหนดได้
2. เขียนสมการกระแสไฟฟ้าด้วยวิธีแรงดันโหนดได้
3. แก้สมการหาแรงดันโหนดและค่ากระแสไฟฟ้าด้วยวิธีแรงดันโหนดได้

1 1.1 แนวคิดของวิธีแรงดันโนด

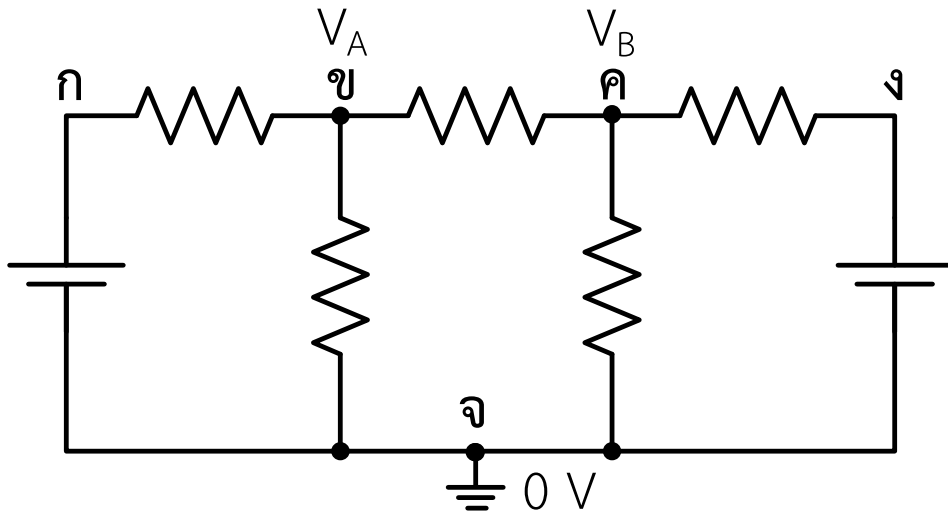
วิธีแรงดันโนด อาศัยกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์เป็นหลักในการแก้ปัญหา

ยึดหลักที่กระแสไฟฟ้าไหลจากจุดที่มีศักย์แรงดันไฟฟ้าสูงไปสู่จุดที่มีศักย์แรงดันไฟฟ้าที่ต่ำกว่า ซึ่งจะต้องเข้าใจความหมายที่กำหนดในวงจรไฟฟ้า



$$I_1 = \frac{V_A - V_B}{R}$$

11.1 แนวคิดของวิธีแรงดันโหนด (ต่อ)



จุด ก, ข, ค, ง และ จ	เป็นโหนด
จุด ข, ค และ จ	เป็นโหนดหลัก
จุด จ	เป็นโหนดอ้างอิง

โหนด (Node) คือ จุดต่อระหว่างส่วน ประกอบของ วงจรมีจำนวนสาขาตั้งแต่ 2 สาขาขึ้นไป

โหนดหลัก (Principle Node) คือ เป็นจุดหลักที่มี จำนวนสาขาตั้งแต่ 3 สาขาขึ้นไป จากรูปได้แก่ จุด ข และ ค กำหนดชื่อโหนดหลักเป็น V_A และ V_B หรือใช้อักษร ใดก็ได้

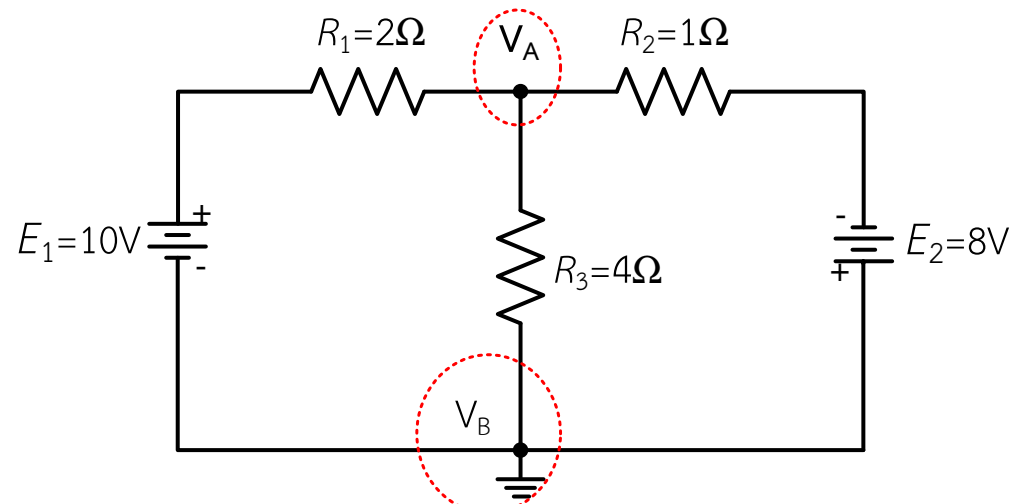
โหนดอ้างอิง (Reference Node) คือ จุดต่อร่วมหรือ จุดที่เป็นกราวด์ใช้เป็นจุดเปรียบเทียบโหนดหลัก มี ศักย์ไฟฟ้าเป็น 0 V

11.1.1 การเขียนสมการด้วยวิธีแรงดันโนด

1. กำหนดจุดที่เป็นโนดหลักและจุดที่เป็นโนดอ้างอิง
2. พิจารณาแรงดันโนดโดยให้ระดับแรงดันไฟฟ้าที่แรงดันโนดมีค่าสูงกว่าระดับแรงดันไฟฟ้าที่โนดอ้างอิง
3. กำหนดทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าออกหรือเข้าจากโนดหลัก ยกเว้นโนดอ้างอิง
4. การเขียนสมการของกระแสไฟฟ้าแต่ละค่าที่โนดหลักทุกจุดในวงจรโดยใช้ $\frac{V_R}{R}$ แทนกระแสไฟฟ้า
5. แทนค่าในสมการแล้วให้หาค่าของตัวแปรที่ไม่ทราบจากวิธีการต่าง ๆ เช่น การแทนค่าตัวแปร การกำจัดตัวแปร หรือวิธีดีเทอร์มิแนนท์
6. พิสูจน์ค่าตัวแปรโดยนำค่าตัวแปรไปแทนค่าในสมการก็จะได้

1 1.1.2 สมการโนดแรงดันโนด

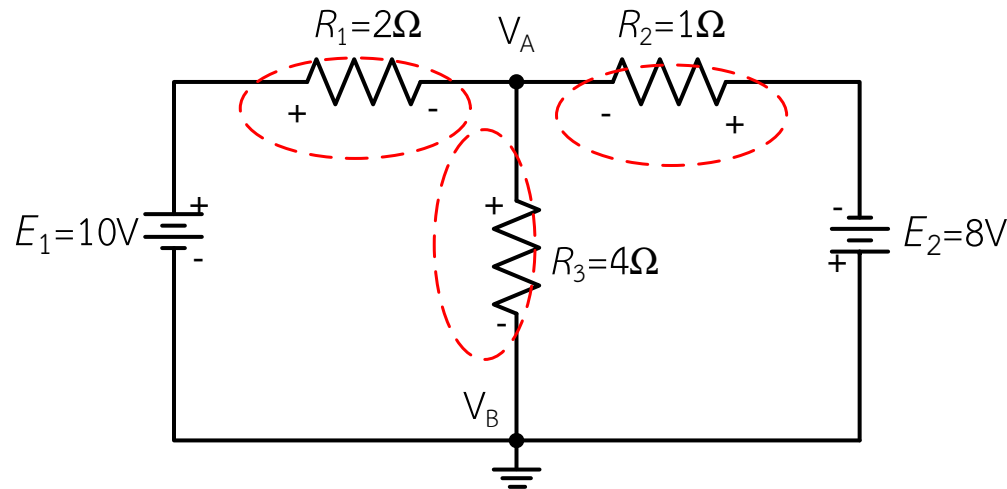
การเขียนสมการโนดหรือสมการแรงดันโนด มีขั้นตอนดังนี้



1. กำหนดโนดหลัก 2 จุด คือ V_A และโนดอ้างอิง คือ V_B

1 1.1.2 สมการโนดแรงดันโนด (ต่อ)

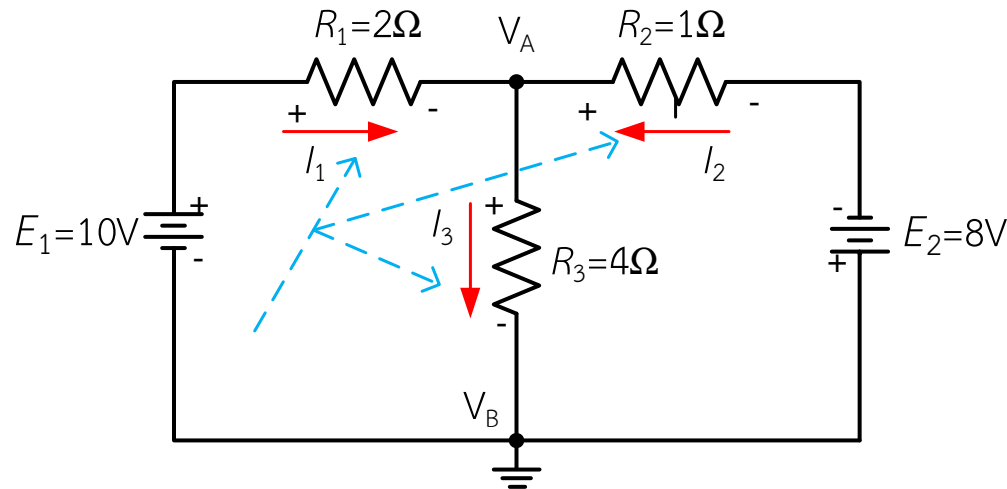
การเขียนสมการโนดหรือสมการแรงดันโนด มีขั้นตอนดังนี้



2. กำหนดให้จุดต่อขั้วลบของ E_1 , E_2 และ R_3 เป็นจุดโนดอ้างอิง

1 1.1.2 สมการโนดแรงดันโนด (ต่อ)

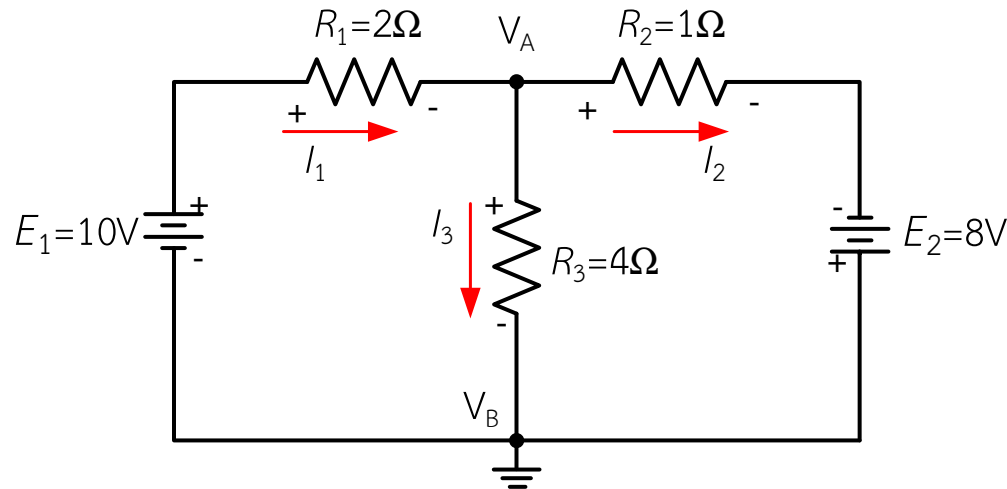
การเขียนสมการโนดหรือสมการแรงดันโนด มีขั้นตอนดังนี้



3. กำหนดให้กระแสไฟฟ้าไหลเข้าและออกที่โนดหลัก V_A

1 1.1.2 สมการโหนดแรงดันโหนด (ต่อ)

การเขียนสมการโหนดหรือสมการแรงดันโหนด มีขั้นตอนดังนี้

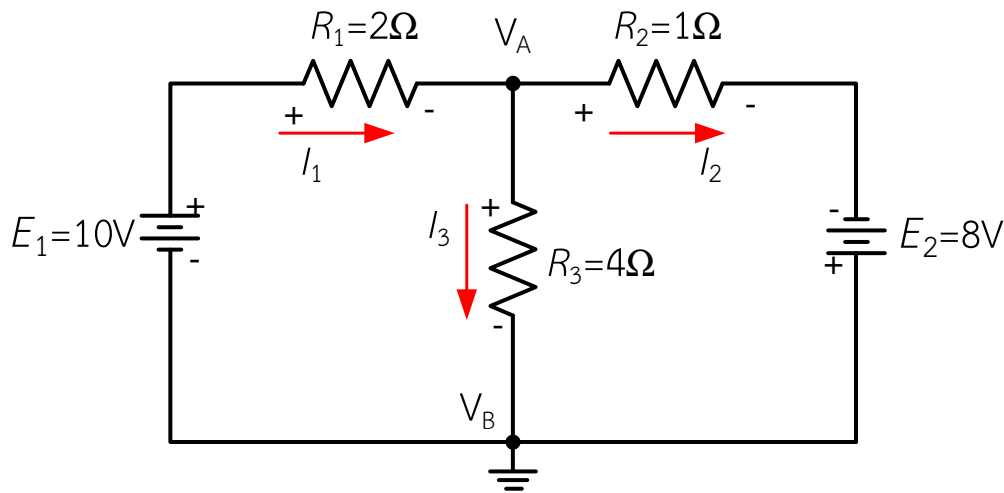


4. เขียนสมการตามกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์

$$I_1 + I_2 - I_3 = 0$$

11.1.2 สมการโหนดแรงดันโหนด (ต่อ)

การเขียนสมการโหนดหรือสมการแรงดันโหนด มีขั้นตอนดังนี้



5. เขียนสมการแทนกระแสไฟฟ้าด้วย $\frac{V_R}{R}$ จะได้

$$I_1 = \frac{E_1 - V_A}{R_1}$$

$$I_2 = \frac{-E_2 - V_A}{R_2}$$

$$I_3 = \frac{V_A - V_B}{R_3}$$

11.1.2 สมการโหนดแรงดันโหนด (ต่อ)

การเขียนสมการโหนดหรือสมการแรงดันโหนด มีขั้นตอนดังนี้

6. นำสมการที่ (2), (3) และ (4) แทนในสมการที่ (1) จะได้

$$I_1 = \frac{E_1 - V_A}{R_1} \quad (2)$$

$$I_2 = \frac{-E_2 - V_A}{R_2} \quad (3)$$

$$I_3 = \frac{V_A - V_B}{R_3} \quad (4)$$

$$I_1 + I_2 - I_3 = 0 \quad (1)$$

$$\frac{E_1 - V_A}{R_1} + \frac{-E_2 - V_A}{R_2} - \frac{V_A - V_B}{R_3} = 0$$

11.1.2 สมการโหนดแรงดันโหนด (ต่อ)

การเขียนสมการโหนดหรือสมการแรงดันโหนด มีขั้นตอนดังนี้

7. แทนค่าแรงดันไฟฟ้าและค่าความต้านทานในสมการที่ (5) และแก้สมการหาค่าแรงดันโหนดที่ไม่ทราบค่า

$$\frac{10 - V_A}{2} + \frac{-8 - V_A}{1} - \frac{V_A - 0}{4} = 0$$

เอา 4 คูณตลอดเพื่อกำจัดตัวส่วนให้หมดไป จะได้

$$4\left(\frac{10 - V_A}{2}\right) + 4\left(\frac{-8 - V_A}{1}\right) - 4\left(\frac{V_A - 0}{4}\right) = 0$$

$$20 - 2V_A - 32 - 4V_A - V_A + 0 = 0$$

$$-12 - 7V_A = 0$$

$$-7V_A = 12$$

$$V_A = \frac{12}{-7}$$

$$V_A = -1.71V$$

11.1.2 สมการโหนดแรงดันโหนด (ต่อ)

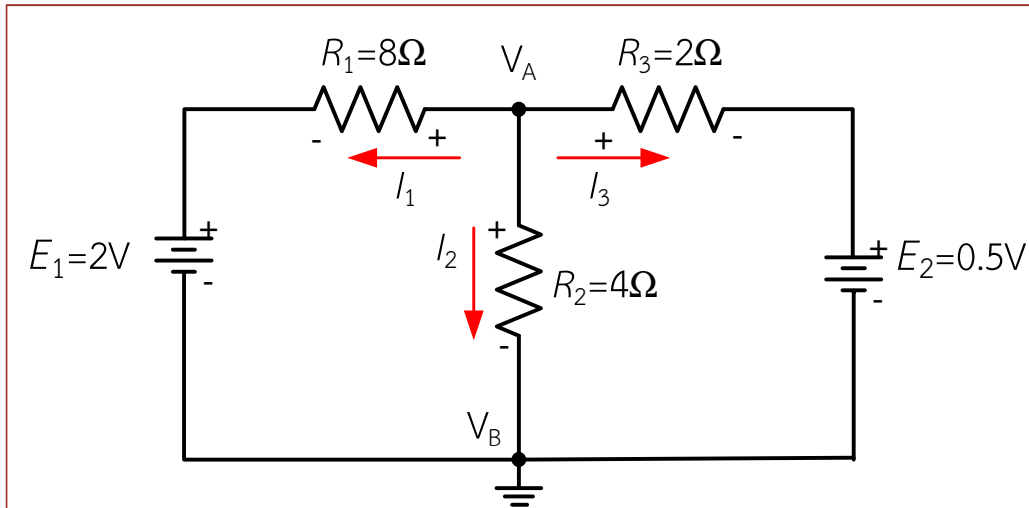
การเขียนสมการโหนดหรือสมการแรงดันโหนด มีขั้นตอนดังนี้

แทนค่า V_A ใน I_1 , I_2 และ I_3 จะได้

$$\begin{aligned} I_1 &= \frac{E_1 - V_A}{R_1} = \frac{10 - (-1.71)}{2} = 5.89 \text{ A} \\ I_2 &= \frac{-E_2 - V_A}{R_2} = \frac{-8 - (-1.71)}{1} = -6.29 \text{ A} \\ I_3 &= \frac{V_A - V_B}{R_3} = \frac{-1.71 - 0}{4} = -0.43 \text{ A} \end{aligned}$$

1 1.2 การนำวิธีแรงดันโนดใช้แก้ปัญหาวงจรไฟฟ้า

ตัวอย่างที่ 11.1 จากวงจรไฟฟ้าจงคำนวณหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานทุกตัว



วิธีทำ เขียนสมการตามกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ ที่โนดหลัก V_A จะได้

$$-I_1 - I_2 - I_3 = 0 \quad \text{หรือ} \quad I_1 + I_2 + I_3 = 0 \quad (1)$$

1 1.2 การนำวิธีแรงดันโนดใช้แก้ปัญหาวงจรไฟฟ้า (ต่อ)

ตัวอย่างที่ 11.1 จากวงจรไฟฟ้าจงคำนวณหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานทุกตัว

เขียนสมการแทนกระแสไฟฟ้าด้วย $\frac{V_R}{R}$ ในสมการที่ (1) จะได้

$$\frac{V_A - E_1}{R_1} + \frac{V_A - 0}{R_2} + \frac{V_A - E_2}{R_3} = 0 \quad (2)$$

1 1.2 การนำวิธีแรงดันโนดใช้แก้ปัญหาวงจรไฟฟ้า (ต่อ)

ตัวอย่างที่ 11.1 จากวงจรไฟฟ้าจงคำนวณหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานทุกตัว

$$\frac{V_A - 2}{8} + \frac{V_A}{4} + \frac{V_A - 0.5}{2} = 0$$

เอา 8 คูณตลอดสมการเพื่อกำจัดตัวส่วนให้หมดไป จะได้

$$8\left(\frac{V_A - 2}{8}\right) + 8\left(\frac{V_A}{4}\right) + 8\left(\frac{V_A - 0.5}{2}\right) = 0$$

$$V_A - 2 + 2V_A + 4V_A - 2 = 0$$

$$-4 + 7V_A = 0$$

$$-7V_A = 12$$

$$V_A = -\frac{4}{7}$$

$$V_A = 0.571V$$

1 1.2 การนำวิธีแรงดันโนดใช้แก้ปัญหาวงจรไฟฟ้า (ต่อ)

ตัวอย่างที่ 11.1 จากวงจรไฟฟ้าจงคำนวณหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานทุกตัว

ฉะนั้นค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานแต่ละตัวได้ดังนี้

$$\text{กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน } R_1 = I_1 = \frac{V_A - E_1}{R_1} = \frac{0.571 - 2}{8} = -0.179 \text{ A}$$

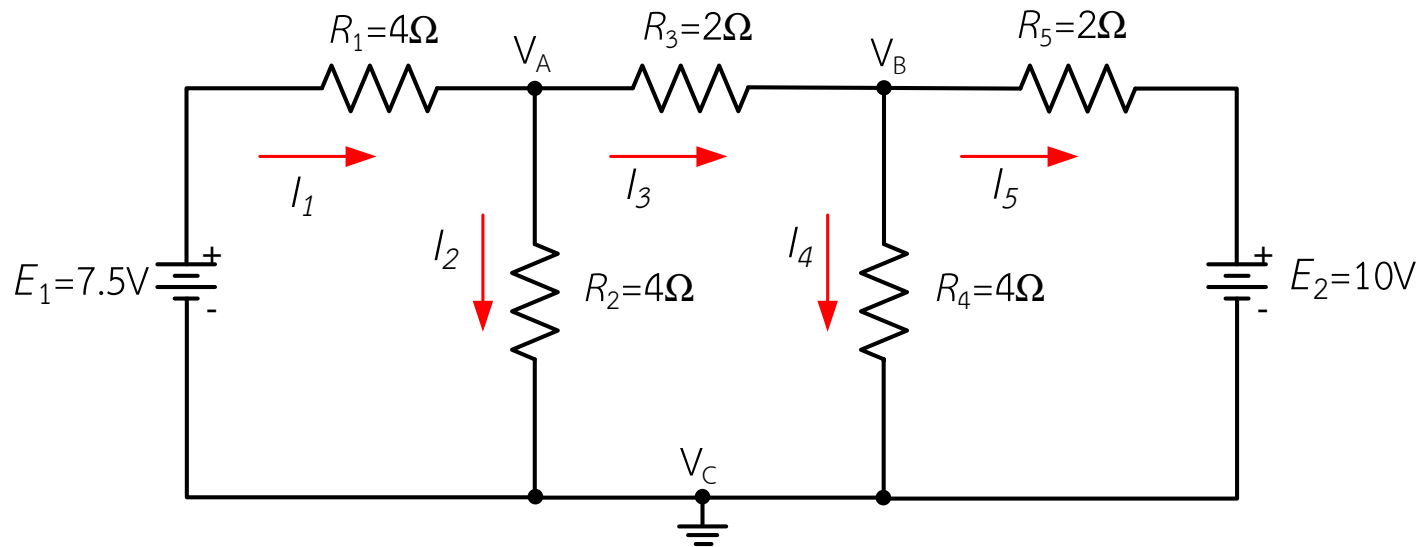
$$\text{กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน } R_2 = I_2 = \frac{V_A}{R_2} = \frac{0.571}{4} = 0.143 \text{ A}$$

$$\text{กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน } R_3 = I_3 = \frac{V_A - E_2}{R_3} = \frac{0.571 - 0.5}{2} = 0.036 \text{ A}$$

หมายเหตุ กระแสไฟฟ้า I_1 มีค่าติดลบเนื่องจากการกำหนดทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าตรง

ข้ามกับทิศทางของกระแสไฟฟ้าที่แท้จริง

ตัวอย่างที่ 11.2 จากวงจรไฟฟ้าจงคำนวณหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานทุกตัว



รูปที่ 11.4 วงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 11.2

วิธีทำ เขียนสมการตามกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ ที่โนดหลัก V_A จะได้

$$I_1 - I_2 - I_3 = 0 \quad (1)$$

เขียนสมการแทนกระแสไฟฟ้าด้วย $\frac{V_R}{R}$ ในสมการที่ (1) และแทนค่าแรงดันไฟฟ้าและค่าความต้านทานจะได้

$$\frac{E_1 - V_A}{R_1} - \frac{V_A - 0}{R_2} - \frac{V_A - V_B}{R_3} = 0$$

$$\frac{7.5 - V_A}{4} - \frac{V_A}{4} - \frac{V_A - V_B}{2} = 0$$

เอา 4 คูณตลอดสมการเพื่อกำจัดตัวส่วนให้หมดไป จะได้

$$4\left(\frac{7.5 - V_A}{4}\right) - 4\left(\frac{V_A}{4}\right) - 4\left(\frac{V_A - V_B}{2}\right) = 0$$

$$7.5 - V_A - V_A - 2V_A + 2V_B = 0$$

$$-4V_A + 2V_B = -7.5 \quad (2)$$

ตัวอย่างที่ 11.2 (ต่อ)

เขียนสมการตามกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์

ที่โหนดหลัก V_B จะได้

$$I_3 - I_4 - I_5 = 0 \quad (3)$$

เขียนสมการแทนกระแสไฟฟ้าด้วย $\frac{V_R}{R}$ ในสมการที่ (3) และแทนค่าแรงดันไฟฟ้าและค่าความ

ต้านทานจะได้

$$\frac{V_A - V_B}{R_3} - \frac{V_B - 0}{R_4} - \frac{V_B - E_2}{R_5} = 0$$
$$\frac{V_A - V_B}{2} - \frac{V_B}{4} - \frac{V_B - 10}{2} = 0$$

ตัวอย่างที่ 11.2 (ต่อ)

เอา 4 คูณตลอดสมการเพื่อกำจัดตัวส่วนให้หมดไป จะได้

$$4\left(\frac{V_A - V_B}{2}\right) - 4\left(\frac{V_B}{4}\right) - 4\left(\frac{V_B - 10}{2}\right) = 0$$

$$2V_A - 2V_B - V_B - 2V_B + 20 = 0$$

$$2V_A - 5V_B = -20 \quad (4)$$

ตัวอย่างที่ 11.2 (ต่อ)

แก้สมการโดยใช้ดีเทอร์มิแนนต์ จากสมการที่ (2) และ (4) จะได้

$$\begin{bmatrix} -4 & 2 \\ 2 & -5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_A \\ V_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -7.5 \\ -20 \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned} D &= \begin{vmatrix} -4 & 2 \\ 2 & -5 \end{vmatrix} \\ &= 20 - 4 \\ &= 16 \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 11.2 (ต่อ)

$$\begin{aligned}
 V_A &= \frac{\begin{vmatrix} -7.5 & 2 \\ -20 & -5 \end{vmatrix}}{D} \\
 &= \frac{37.5 + 40}{16} \\
 &= 4.84 \text{ V}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_B &= \frac{\begin{vmatrix} -4 & -7.5 \\ 2 & -20 \end{vmatrix}}{D} \\
 &= \frac{80 - 15}{16} \\
 &= 5.94 \text{ V}
 \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 11.2 (ต่อ)

ฉะนั้นค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานแต่ละตัวได้ดังนี้

$$\text{กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน } R_1 = I_1 = \frac{E_1 - V_A}{R_1} = \frac{7.5 - 4.84}{4} = 0.665 \text{ A}$$

$$\text{กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน } R_2 = I_2 = \frac{V_A - 0}{R_2} = \frac{4.84}{4} = 1.21 \text{ A}$$

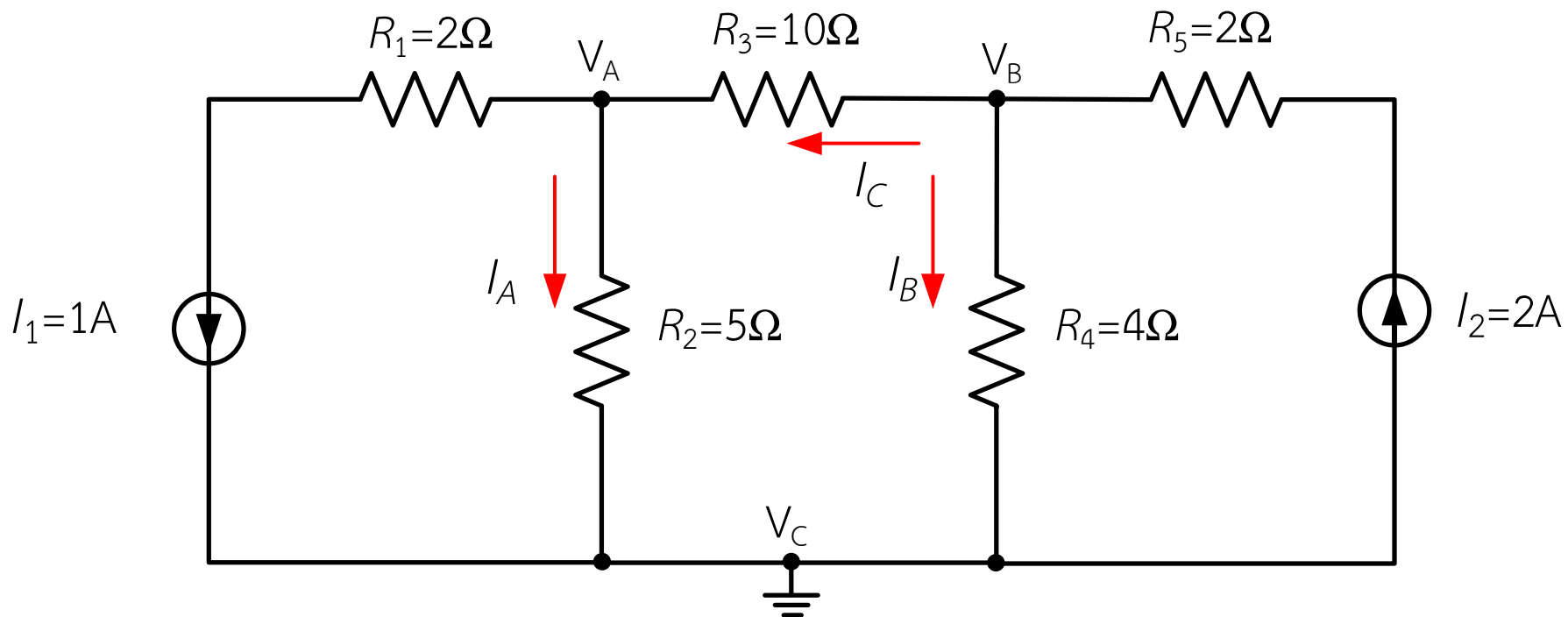
$$\text{กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน } R_3 = I_3 = \frac{V_A - V_B}{R_3} = \frac{4.84 - 5.94}{2} = -0.55 \text{ A}$$

$$\text{กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน } R_4 = I_4 = \frac{V_B - 0}{R_4} = \frac{5.94}{4} = 1.485 \text{ A}$$

$$\text{กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน } R_5 = I_5 = \frac{V_B - E_2}{R_5} = \frac{5.94 - 10}{2} = -2.03 \text{ A}$$

ตัวอย่างที่ 11.2 (ต่อ)

ตัวอย่างที่ 11.3 จากวงจรไฟฟ้าจงคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้า I_A , I_B และ I_C



รูปที่ 11.5 วงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 11.3

วิธีทำ เขียนสมการตามกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ ที่โนดหลัก V_A จะได้

$$-I_1 - I_A + I_C = 0 \quad (1)$$

เขียนสมการแทนกระแสไฟฟ้าด้วย $\frac{V_R}{R}$ ในสมการที่ (1) และแทนค่าแรงดันไฟฟ้าและค่าความ

ต้านทานจะได้

$$-1\text{ A} - \frac{V_A}{R_2} + \frac{V_B - V_A}{R_3} = 0$$

$$-1\text{ A} - \frac{V_A}{5} + \frac{V_B - V_A}{10} = 0$$

ตัวอย่างที่ 11.3 (ต่อ)

เอา 10 คูณตลอดสมการเพื่อกำจัดตัวส่วนให้หมดไป จะได้

$$\begin{aligned}-10(1\text{ A}) - 10\left(\frac{V_A}{5}\right) + 10\left(\frac{V_B - V_A}{10}\right) &= 0 \\ -10 - 2V_A + V_B - V_A &= 0 \\ -3V_A + V_B &= 10\end{aligned}\tag{2}$$

ตัวอย่างที่ 11.3 (ต่อ)

เขียนสมการตามกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ ที่โหนดหลัก V_B จะได้

$$I_2 - I_B - I_C = 0 \quad (3)$$

เขียนสมการแทนกระแสไฟฟ้าด้วย $\frac{V_R}{R}$ ในสมการที่ (3) และแทนค่าแรงดันไฟฟ้าและค่าความ

ต้านทานจะได้

$$2A - \frac{V_B}{R_4} - \frac{V_B - V_A}{R_3} = 0$$

$$2A - \frac{V_B}{4} - \frac{V_B - V_A}{10} = 0$$

ตัวอย่างที่ 11.3 (ต่อ)

เอา 10 คูณตลอดสมการเพื่อกำจัดตัวส่วนให้หมดไป จะได้

$$10(2\text{ A}) - 10\left(\frac{V_B}{4}\right) - 10\left(\frac{V_B - V_A}{10}\right) = 0$$

$$20 - 2.5V_B - V_B + 2V_A = 0$$

$$V_A - 3.5V_B = -20 \quad (4)$$

ตัวอย่างที่ 11.3 (ต่อ)

แก้สมการโดยใช้ดีเทอร์มิแนนต์ จากสมการที่ (2) และ (4) จะได้

$$\begin{bmatrix} -3 & 1 \\ 1 & -3.5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_A \\ V_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 10 \\ -20 \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned} D &= \begin{vmatrix} -3 & 1 \\ 1 & -3.5 \end{vmatrix} \\ &= 10.5 - 1 \\ &= 9.5 \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 11.3 (ต่อ)

$$\begin{aligned}
 V_A &= \frac{\begin{vmatrix} 10 & 1 \\ -20 & -3.5 \end{vmatrix}}{D} \\
 &= \frac{-35 + 20}{9.5} \\
 &= -1.58 \text{ V}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_B &= \frac{\begin{vmatrix} -3 & 10 \\ 1 & -20 \end{vmatrix}}{D} \\
 &= \frac{60 - 10}{9.5} \\
 &= 5.26 \text{ V}
 \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 11.3 (ต่อ)

ฉะนั้นคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้า I_A , I_B และ I_C ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} I_A &= \frac{V_A}{R_2} = \frac{-1.58}{5} = -0.316 \text{ A} \\ I_B &= \frac{V_B}{R_4} = \frac{5.26}{4} = 1.315 \text{ A} \\ I_C &= \frac{V_B - V_A}{R_3} = \frac{5.26 - (-1.58)}{10} = 0.684 \text{ A} \end{aligned}$$

หมายเหตุ กระแสไฟฟ้า I_A มีค่าติดลบเนื่องจากการกำหนดทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าตรงข้ามกับ
ทิศทางของกระแสไฟฟ้าที่แท้จริง

ตัวอย่างที่ 11.3 (ต่อ)

สรุป

วิธีแรงดันโนดจะช่วยแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าง่ายขึ้น มีขั้นตอนนำไปใช้วิเคราะห์วงจรไฟฟ้าง่ายดังนี้

1. กำหนดจุดที่เป็นโนดหลักและจุดที่เป็นโนดอ้างอิง
2. พิจารณาแรงดันโนดโดยให้ระดับแรงดันไฟฟ้าที่แรงดันโนดมีค่าสูงกว่าระดับแรงดันไฟฟ้า

ที่โนดอ้างอิง

3. กำหนดทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าออกจากโนดหลัก ยกเว้นโนดอ้างอิง

4. การเขียนสมการของกระแสไฟฟ้าแต่ละค่า ที่โนดหลักทุกจุดในวงจรโดยใช้ $\frac{V_R}{R}$ แทน

กระแสไฟฟ้า

5. แทนค่าในสมการแล้วให้หาค่าของตัวแปรที่ไม่ทราบจากวิธีการต่าง ๆ เช่น การแทนค่าตัวแปร การกำจัดตัวแปร หรือวิธีดีเทอร์มิแนนท์

6. พิสูจน์ค่าตัวแปรโดยนำค่าตัวแปรไปแทนค่าในสมการก็จะได้