

แบบทดสอบก่อนเรียน
หน่วยที่ 14 ทฤษฎีโนดโวลเตจ

- คำชี้แจง**
1. แบบทดสอบชุดนี้มีทั้งหมด 10 ข้อ
 2. ให้ทำเครื่องหมายกากบาท (X) ทับข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว
 3. ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 30 นาที

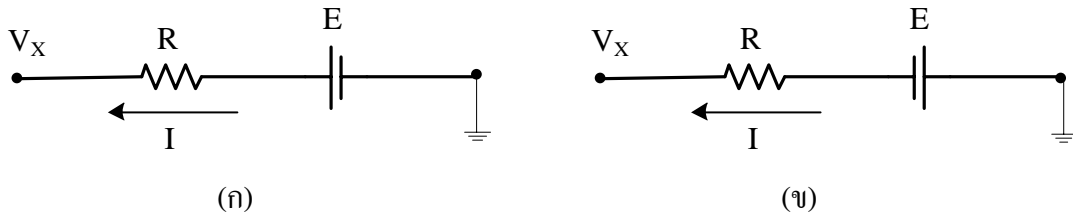
1. ข้อใดกล่าวถึงวิธีแรงดัน โนดได้ถูกต้องที่สุด

- ก. วิธีแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้า โดยเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าระหว่างจุด โนดที่มีความต่างศักย์กัน ใช้กฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์เขียนสมการกระแสไฟฟ้าแล้วจึงเขียนสมการ โนด
- ข. วิธีแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้า โดยเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าระหว่างจุด โนดที่มีความต่างศักย์กัน ใช้กฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์เขียนสมการกระแสไฟฟ้าแล้วจึงเขียนสมการ โนด
- ค. วิธีแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้า โดยเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าระหว่างจุด โนดที่มีความต่างศักย์กัน ใช้กฎการแบ่งแรงดันไฟฟ้าเขียนสมการแรงดันไฟฟ้า แล้วจึงเขียนสมการ โนด
- ง. วิธีแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้า โดยเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าระหว่างจุด โนดที่มีความต่างศักย์กัน ใช้กฎการแบ่งกระแสไฟฟ้าเขียนสมการแรงดันไฟฟ้า แล้วจึงเขียนสมการ โนด

2. ข้อใดบอกขั้นตอนหลักการของวิธีการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าด้วยวิธีแรงดัน โนดได้ถูกต้อง

- ก. 1) กำหนด โนดหลักและ โนดอ้างอิง 2) สมมุติกระแสไฟฟ้าไหลเข้าออกที่จุด โนดโดยใช้กฎการแบ่งกระแสไฟฟ้า 3)เขียนสมการ โนดตามกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ 4)แทนค่าและแก้สมการ
- ข. 1) กำหนด โนดหลักและ โนดอ้างอิง 2) สมมุติกระแสไฟฟ้าไหลเข้าออกที่จุด โนดโดยใช้กฎการแบ่งแรงดันไฟฟ้า 3)เขียนสมการ โนดตามกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ 4)แทนค่าและแก้สมการ
- ค. 1) กำหนด โนดหลักและ โนดอ้างอิง 2) สมมุติกระแสไฟฟ้าไหลเข้าออกที่จุด โนดโดยใช้กฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ 3)เขียนสมการ โนดตามกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ 4)แทนค่าและแก้สมการ
- ง. 1) กำหนด โนดหลักและ โนดอ้างอิง 2) สมมุติกระแสไฟฟ้าไหลเข้าออกที่จุด โนดโดยใช้กฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ 3)เขียนสมการ โนดตามกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ 4)แทนค่าและแก้สมการ

จากวงจรไฟฟ้ารูปที่ ก-14.1 ใช้ตอบคำถามข้อ 3-4



รูปที่ ก-14.1 สำหรับตอบคำถามข้อ 3-4

3. จากรูป ก) เขียนสมการโนดได้ตามข้อใด

ก. $I = \frac{V_Y - E - V_X}{R}$

ข. $I = \frac{E - V_X}{R}$

ค. $I = \frac{V_X - E}{R}$

ง. $I = \frac{V_X + E}{R}$

4. จากรูป ข) เขียนสมการโนดได้ตามข้อใด

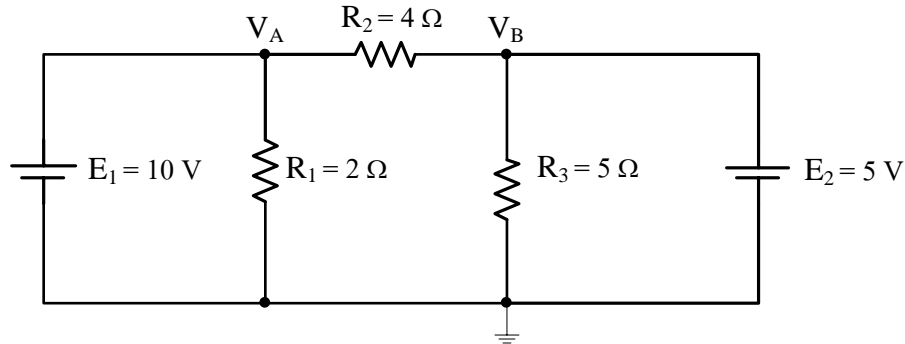
ก. $I = \frac{V_Y - E + V_X}{R}$

ข. $I = \frac{E - V_X}{R}$

ค. $I = \frac{V_Y + E + V_X}{R}$

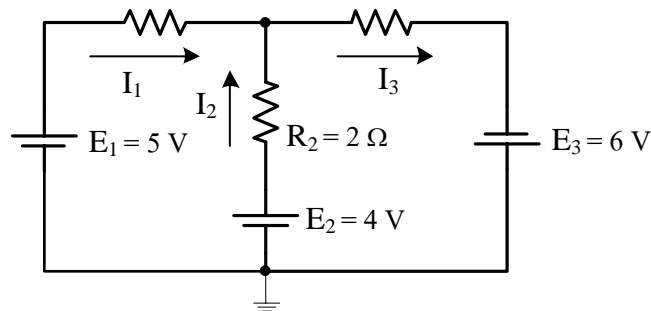
ง. $I = \frac{V_X + E}{R}$

5. จากรูปที่ โหนด V_A และ โหนด V_B จะมีแรงดัน โหนดเท่าไร



- ก. $V_A = 5V$ และ $V_B = 10V$
- ข. $V_A = 10V$ และ $V_B = 5V$
- ค. $V_A = -5V$ และ $V_B = -10V$
- ง. $V_A = -10V$ และ $V_B = -5V$

จากวงจร ไฟฟ้ารูปที่ ก-14.2 ใช้ตอบคำถามข้อ 6-10



รูปที่ ก-14.2 สำหรับตอบคำถามข้อ 6-10

6. จากรูป ที่ โหนด V_A เขียนสมการกระแสไฟฟ้าโดยใช้กฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ได้ตรงตามข้อใด

- ก. $I_1 - I_2 = I_3$
- ข. $I_2 + I_3 = I_1$
- ค. $I_1 + I_2 = I_3$
- ง. $I_1 + I_2 + I_3 = 0$

7. จากรูปที่ โหนด V_A เขียนสมการ โหนดได้ตรงตามข้อใด

$$\text{ก. } \frac{E_1 V_A}{R_1} + \frac{E_2 V_A}{R_2} - \frac{V_A + E_3}{R_2} = 0$$

$$\text{ข. } \frac{E_1 + V_A}{R_1} + \frac{E_2 - V_A}{R_2} - \frac{V_A + E_3}{R_3} = 0$$

$$\text{ค. } \frac{E_1 - V_A}{R_1} + \frac{E_2 + V_A}{R_2} - \frac{V_A - E_3}{R_3} = 0$$

$$\text{ง. } \frac{E_1 - V_A}{R_1} + \frac{E_2 + V_A}{R_2} - \frac{V_A - E_3}{R_3} = 0$$

8. จากรูป เมื่อเขียนสมการโหนดแล้ว สามารถแทนค่าสมการได้ตรงกับข้อใด

$$\text{ก. } \frac{5V - V_A}{4\Omega} + \frac{4V - V_A}{2\Omega} - \frac{V_A + 6V}{6\Omega} = 0$$

$$\text{ข. } \frac{5V - V_A}{4\Omega} + \frac{4V - V_A}{2\Omega} - \frac{V_A + 6V}{6\Omega} = 0$$

$$\text{ค. } \frac{5V - V_A}{4\Omega} + \frac{4V - V_A}{2\Omega} - \frac{V_A - 6V}{6\Omega} = 0$$

$$\text{ง. } \frac{5V - V_A}{4\Omega} - \frac{4V + V_A}{2\Omega} + \frac{V_A + 6V}{6\Omega} = 0$$

9. จากรูปแรงดันโหนด V_A มีค่าตรงกับข้อใด

ก. 15 V

ข. 9V

ค. 4.50 V

ง. 4.63 V

10. จากรูปกระแสไฟฟ้า I_1 มีค่าเท่าไร

ก. -315 mA

ข. 1.77 A

ค. 92.5 mA

ง. 222.5 mA

ทฤษฎีโนดโวลเตจ

สาระการเรียนรู้

1. ความหมายของโนดโวลเตจ
2. เขียนสมการโดยวิธีโนดโวลเตจ
3. คำนวณวงจรไฟฟ้าโดยใช้วิธีโนดโวลเตจ

จุดประสงค์การสอน

จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้ให้นักเรียนมีความรู้ และเข้าใจการใช้ทฤษฎีโนดโวลเตจในการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้า

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกความหมายของโนดโวลเตจได้
2. คำนวณวงจรไฟฟ้าโดยวิธีโนดโวลเตจได้

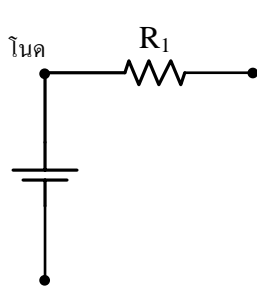
ทฤษฎีโนดโวลเตจ

บทนำ

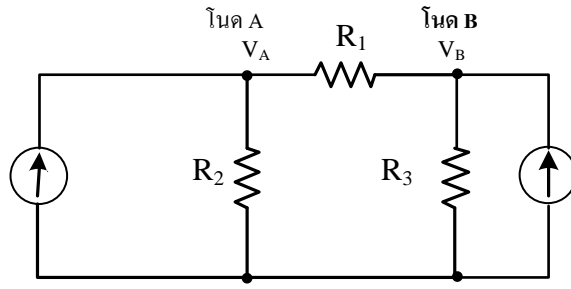
การแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าโดยใช้วิธีกระแสเมช จะใช้วิธีสมมุติกระแสไฟฟ้าในร่องวงปิด แล้วใช้กฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์(KVL) เขียนสมการ ถ้าวงจรไฟฟ้ามีหลายๆ สาขา จะทำให้สมการหลายสมการ ตัวแปรก็จะมากขึ้นด้วย แต่ถ้าใช้วิธีแรงดัน โหนดซึ่งใช้กฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์(KCL) มาเขียนสมการ จะช่วยให้การแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าง่ายขึ้น เนื่องจากจำนวนสมการจะน้อยกว่าวิธีกระแสเมช

14.1 แนวคิดของวิธีแรงดันโนด

การแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าด้วยวิธีแรงดัน โหนด (Node Voltage Method) หรือวิธีโนดจะอาศัยกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์(KCL) เป็นหลักการแก้ปัญหา วิธีแรงดัน โหนดเป็นวิธีเปรียบเทียบกับแรงดันไฟฟ้าระหว่างจุดที่มีความต่างศักย์ไฟฟ้าซึ่งจะต้องเข้าใจความหมายที่กำหนดในวงจรอธิบายประกอบดังรูปที่ 14.1



ก. แสดงจุดโนด



ข. แสดงจุดโนดหลักและจุดโนดอ้างอิง

รูปที่ 14.1 วิธีเปรียบเทียบ แรงดันไฟฟ้าระหว่างจุดที่มีความต่างศักย์ไฟฟ้า

โนด (Node) คือ จุดต่อในวงจรไฟฟ้าระหว่างส่วนประกอบของวงจร ดังรูปที่ 14.1

โนดหลัก (Principle Node or Major Node) คือ จุดต่อในวงจรที่มีสาขาอย่างน้อย 2 สาขาขึ้นไปจากรูปที่ 14.1 ข. โหนดหลักได้แก่ โหนด A และ โหนด B กำหนดชื่อโนดหลักเป็น V_A และ V_B หรือใช้ตัวเลขก็ได้

โนดอ้างอิง (Reference Node) คือ โหนดหลักที่ถูกกำหนดให้แรงดันไฟฟ้ามีค่าเท่ากับศูนย์ ซึ่งเป็นจุดอ้างอิงในวงจรทำหน้าที่เป็นกราวด์ จากรูปที่ 14.1 ข. โหนดอ้างอิงคือ V_C

แรงดัน โหนด (Node Voltage) คือ ความต่างศักย์ระหว่างโนดใดๆ 2 จุด ซึ่งกำหนดให้แรงดันโนดมีค่าสูงกว่าแรงดันที่โนดอ้างอิงเสมอ

14.1.1 ขั้นตอนการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าด้วยวิธีแรงดันโนด

การนำวิธีแรงดัน โหนดไปใช้แก้ปัญหาวงจรไฟฟ้า มีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดจำนวนโนดหลักในวงจรและเลือกโนดหลัก โหนดใดหนึ่งใช้เป็น โหนดอ้างอิง
 2. กำหนดทิศทางกระแสไฟฟ้าไหลเข้าหรือไหลออกที่จุด โหนดหลักทุกจุด ยกเว้น โหนดอ้างอิง
- เขียนสมการกระแสไฟฟ้าตามก่ากระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์(KCL) ที่จุด โหนดหลักทุกจุดในวงจร โดยใช้ $\frac{V_R}{R}$ แทนกระแสไฟฟ้าและเขียนสมการ โหนด จะได้สมการ โหนด ตามสมการที่ 14.1

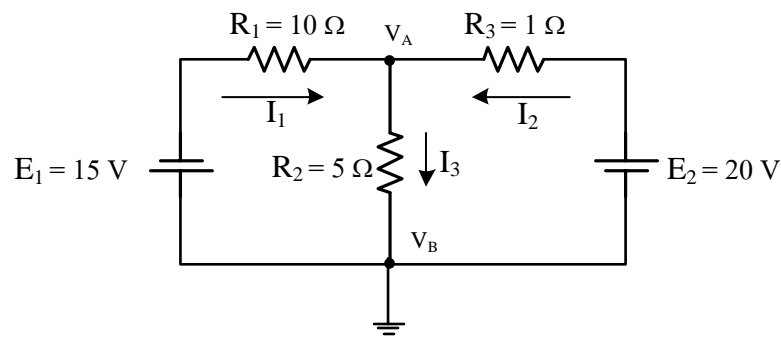
$$\text{จำนวนสมการ โหนด} = \text{จำนวน โหนด} - 1 \quad (14.1)$$

4. แทนค่าในสมการตามข้อ 3 และแก้สมการหาค่าแรงดัน โหนดที่ไม่ทราบค่า

5. ผลที่ได้จาก ข้อ 4 สามารถหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทาน แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัวและค่าอื่นที่ต้องการทราบได้
6. พิสูจน์หรือตรวจสอบผลการคำนวณ (ถ้าต้องการ) จะใช้กฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์(KVL) ในวงจรไฟฟ้าได้เช่นเดียวกับวิธีกระแสเมฆ

14.1.2 สมการโนด

การเขียนสมการ โหนด หรือสมการแรงดัน โหนด จะอาศัยกฎกระแสไฟฟ้าของ เคอร์ชอฟฟ์ (KCL) จากรูปที่ 14.2 ประกอบการอธิบายและใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าด้วยวิธีแรงดัน โหนด ดังนี้



รูปที่ 14.2 การเขียนสมการ โหนด หรือสมการแรงดัน โหนด

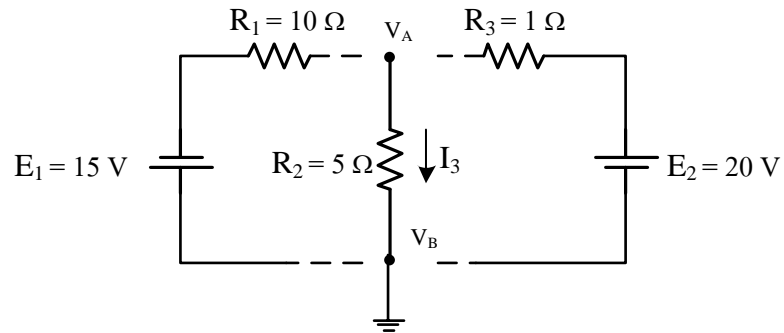
จากรูป 14.2 **ขั้นที่ 1** กำหนดโหนดหลัก 2 จุดคือ V_A และ โหนดอ้างอิง คือ V_B

ขั้นที่ 2 กำหนดทิศทางกระแสไฟฟ้าที่โหนดหลัก V_A

ขั้นที่ 3 เขียนสมการกระแสไฟฟ้ากฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ (KCL) จะได้

$$I_3 = I_1 + I_2 \quad (14.2)$$

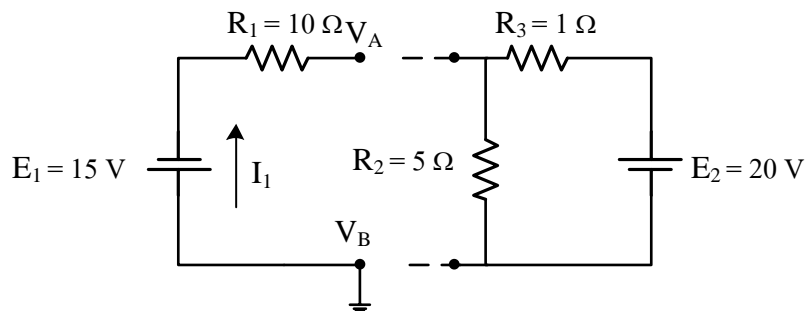
เมื่อแทน I ด้วย $\frac{V_R}{R}$ และเขียนสมการ โหนดตามสมการกระแสไฟฟ้า อธิบายได้ดังนี้



รูปที่ 14.3 ทิศทางของ I_3 ตามรูปที่ 14.2

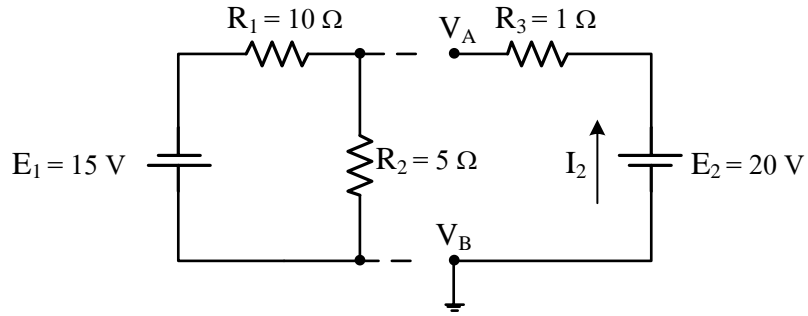
จากรูป 14.3 $V_A > V_B = 0 \text{ V}$ เพราะเป็น โหนดอ้างอิง

จะได้
$$I_3 = \frac{V_A - V_B}{R_2} = \frac{V_A}{R_2} \quad (14.3)$$



รูปที่ 14.4 ทิศทางของ I_1 ตามรูปที่ 14.2

จากรูปที่ 14.4 จะได้
$$I_1 = \frac{E_1 - V_A}{R_1} \quad (14.4)$$



รูปที่ 14.5 ทิศทางของ I_2 ตามรูปที่ 14.2

จากรูปที่ 14.5 จะได้ $I_2 = \frac{E_2 - V_A}{R_3}$ (14.4)

นำสมการที่ (2) , (3) และ (4) แทนในสมการที่ (1) จะได้สมการ โหนดจำนวน 1 สมการ จากสมการที่ (1) จะได้

$$I_1 + I_2 + I_3 = 0 \text{ แทนด้วยสมการ โหนดจะได้}$$

$$\frac{E_1 - V_A}{R_1} + \frac{E_2 - V_A}{R_3} - \frac{V_A}{R_2} = 0 \quad (14.5)$$

จากสมการที่ (5)เขียนสมการใหม่ จะได้

$$\frac{1}{R_1} (E_1 + V_A) + \frac{1}{R_3} (E_2 + V_A) - \frac{1}{R_2} (V_A) = 0$$

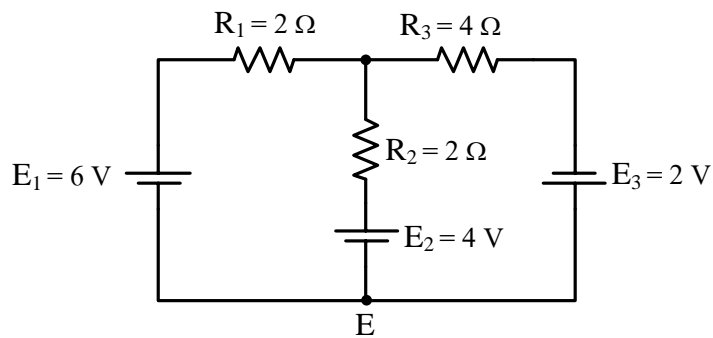
ถ้าแทน $\frac{1}{R_1} = G$ แล้วเขียนสมการใหม่จะได้ดังสมการที่ (6)

$$G_1 (E_1 + V_A) + G_3 (E_2 + V_A) - G_A V_A = 0 \quad (14.6)$$

ขั้นที่ 4 คือ แทนค่าแรงดันไฟฟ้าและความต้านทานและแก้สมการหาค่าแรงดัน โหนดที่ไม่ทราบค่าต่อไป

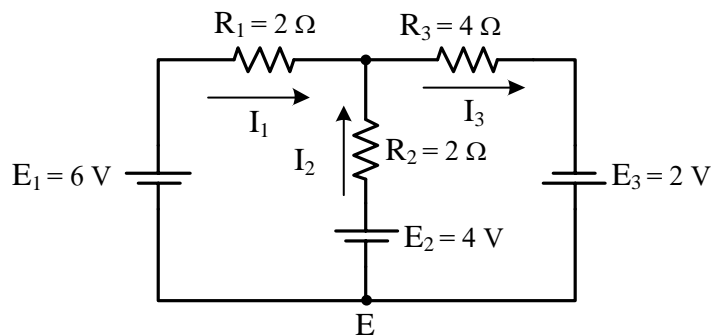
9.2 การนำวิธีแรงดันโหนดมาใช้แก้ปัญหาวงจรไฟฟ้า

การนำวิธีแรงดัน โนดมาใช้แก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าที่นั้นควรคำนึงถึงความยากง่ายและความรวดเร็วด้วย เช่น ในวงจรที่มีหลายๆ สาขาต่อขนานกันจำนวน โนดจะน้อยกว่าจำนวนลูป เป็นผลให้สมการ โนดน้อยกว่าสมการเมชด้วย จึงเลือกนำวิธีแรงดัน โนดมาใช้ เป็นต้น ดังตัวอย่างต่อไปนี้ ตัวอย่างที่ 14.1 จากรูป จงหาค่ากระแสไฟฟ้าทุกสาขา โดยใช้วิธีแรงดัน โนด



รูปที่ 14.6 วงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 14.1

วิธีทำ **ขั้นที่ 1** กำหนดจุดโนดหลัก ได้แก่ V_A และกำหนดจุดโนดอ้างอิง ได้แก่ V_B
ขั้นที่ 2 กำหนดทิศทางกระแสไฟฟ้าที่ โนดหลัก โดยใช้กฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ แสดงดังรูป



รูปที่ 14.7 กำหนดทิศทางกระแสไฟฟ้าที่ โนดหลัก โดยใช้กฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์

ขั้นที่ 3 เขียนสมการกระแสไฟฟ้าและเขียนสมการ โนด

$$\text{โหนด } V_A : \quad I_3 = I_1 + I_2$$

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

$$\text{จะได้} \quad I_1 = \frac{E_1 - V_A}{R_1} \quad I_2 = \frac{E_2 - V_A}{R_2}$$

$$\text{และ} \quad I_3 = \frac{V_A - E_3}{R_3}$$

แทนค่ากระแสไฟฟ้าในเทอมของแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทานในสมการที่ (1) จะได้สมการ โหนด 1 สมการ เนื่องจากมีโหนดหลักเพียงโหนดเดียว คือ

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

ขั้นที่ 4 แทนค่าแรงดันไฟฟ้าและความต้านทานไฟฟ้าที่ทราบค่าในสมการที่ (2) และแก้สมการหาค่าแรงดัน โหนดที่ไม่ทราบค่า

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

นำ 4 คูณตลอด จะได้

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

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

$$5V_A - 18 = 0$$

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

$$V_A = 3.6V$$

ขั้นที่ 5 หาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานในวงจร

$$I_1 = \frac{E_1 - V_A}{R_1} = \frac{6V - 3.6V}{2\Omega}$$

$$I_1 = \frac{2.4V}{2\Omega} = 1.2A \quad \text{ตอบ}$$

$$I_2 = \frac{E_2 - V_A}{R_2} = \frac{4V - 3.6V}{2\Omega}$$

$$I_2 = 0.2A \quad \text{ตอบ}$$

$$I_3 = \frac{V_A + E_3}{R_3} = \frac{3.6V - 2V}{4\Omega}$$

$$I_3 = \frac{5.6V}{4\Omega} = 1.4A \quad \text{ตอบ}$$

สรุป

วิธีแรงดัน โหนด คือ วิธีเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าระหว่างจุด (Node) ที่มีความต่างศักย์กัน โดยที่จุดต่อในวงจรที่มีสาขาอย่างน้อย 2 สาขาขึ้นไป เรียกว่า โหนดหลัก และเลือกโหนดหลัก โหนดใด โหนดหนึ่งเป็นโหนดอ้างอิง

แรงดัน โหนด คือ ความต่างศักย์ระหว่างโหนดใดๆ 2 จุด ซึ่งกำหนดให้แรงดัน โหนดที่จุด โหนดหลักมีค่าแรงดันไฟฟ้าสูงกว่าที่จุดโหนดอ้างอิง

การนำวิธีโหนดมาวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า มีขั้นตอนหลัก ดังนี้

1. กำหนดจุด โหนดหลักและจุดโหนดอ้างอิง
2. กำหนดทิศทางกระแสไฟฟ้าเข้าออกที่จุด โหนดหลักโดยอาศัยกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์
3. เขียนสมการกระแสไฟฟ้าที่จุด โหนดหลักตามกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ แล้วจึงเขียนสมการ โหนด
4. แทนค่าที่ทราบค่าในสมการ โหนดและแก้สมการหาแรงดัน โหนด
5. หาค่ากระแสไฟฟ้า แรงดัน ไฟฟ้า หรือค่าอื่นที่ต้องการทราบได้

แบบฝึกหัด

หน่วยที่ 14 ทฤษฎีโนดโวลเตจ

ตอนที่ 1 จงเติมคำในช่องว่างหรือให้ความหมายของคำต่อไปนี้

1. แนวคิดของวิธีแรงดัน โนด คือ.....

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. จงบอกขั้นตอนการนำวิธีแรงดัน โนด ไปใช้แก้ปัญหาวงจรไฟฟ้า

1)

.....

2)

.....

3).....

.....

4)

.....

5).....

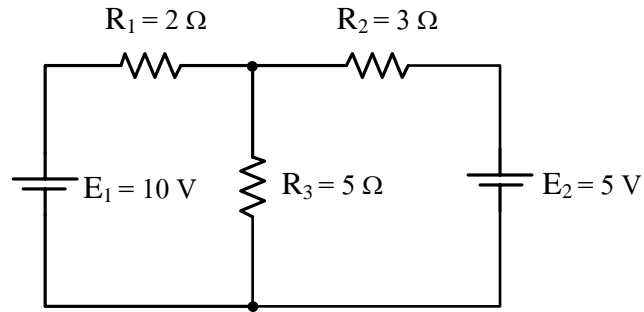
.....

6).....

.....

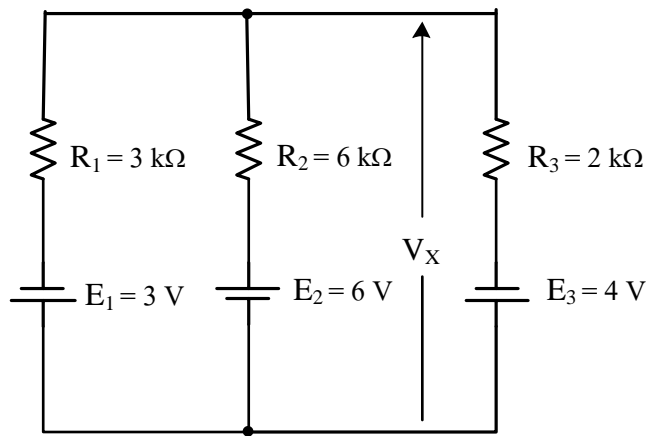
ตอนที่ 2 จงแสดงวิธีทำ

1. จากรูป จงหาค่ากระแสไฟฟ้าไหลผ่านความต้านทานแต่ละตัวโดยใช้วิธีแรงดัน โนด



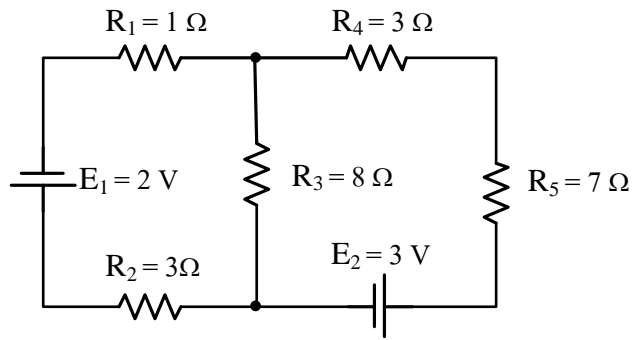
รูปที่ ฝ-14.1 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อที่ 1

2. จากรูป จงหาค่า กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_2 และแรงดันไฟฟ้า V_X โดยใช้วิธีแรงดัน โนด



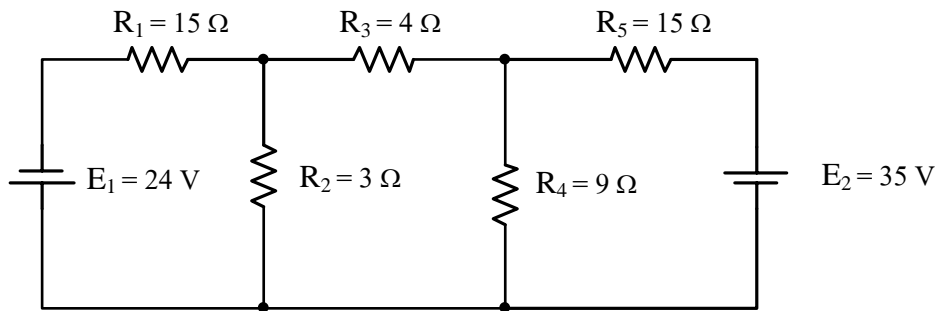
รูปที่ ฝ-14.2 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อที่ 2

3. จากรูป จงหาค่าแรงดันตกคร่อมไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_3 ด้วยวิธีแรงดัน โนด



รูปที่ ฝ-14.3 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อที่ 3

4. จากรูป จงหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_2 และ R_4 ด้วยวิธีแรงดัน โหนด



รูปที่ ฝ-14.4 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อที่ 4