

$$3i_1 - i_2 - 2(3 + i_2) = 8$$

และ

$$-3i_1 + 5i_2 + 2(3 + i_2) + 3i_1 = 0$$

เรียบเรียงสมการทั้งสองใหม่

$$3i_1 - 3i_2 = 14 \quad (4.55)$$

และ

$$7i_2 = -6 \quad (4.56)$$

ดังนั้นจากสมการ (4.56) จะได้คำตอบ

$$i_2 = \frac{-6}{7} \text{ A}$$

และ จากสมการ (4.55)

$$i_1 = \frac{80}{21} \text{ A}$$

หาค่ากระแส i_3 จากสมการเงื่อนไข

$$i_3 = \frac{-27}{7} \text{ A}$$

4.3 การเลือกวิธีวิเคราะห์วงจร

จากหัวข้อที่ผ่านมาสองหัวข้อเราได้ศึกษาวิธีการวิเคราะห์วงจรสองวิธีคือวิธีการวิเคราะห์แบบโนด (หรือปม) ซึ่งจะสร้างสมการโนดจาก KCL แล้วหาค่าแรงดันโนดเป็นคำตอบ และวิธีการวิเคราะห์แบบเมชซึ่งจะสร้างสมการเมชจาก KVL แล้วหาคำตอบคือกระแสเมช

ในการวิเคราะห์วงจรใดๆ สามารถเลือกใช้วิธีใดก็ได้ อย่างไรก็ตามมีบางกรณีที่วิธีหนึ่งจะนำใช้มากกว่าอีกวิธี เช่นในกรณีที่วงจรมีแต่แหล่งจ่ายแรงดัน ซึ่งอาจจะง่ายกว่าที่จะใช้วิธีการวิเคราะห์หากระแสเมช แต่เมื่อวงจรมีแต่แหล่งจ่ายกระแสก็อาจจะง่ายกว่าหากวิเคราะห์โดยวิธีการวิเคราะห์หาแรงดันโนด

แต่ถ้าวงจรมีทั้งแหล่งจ่ายกระแสและแหล่งจ่ายแรงดัน ในกรณีนี้อาจต้องเปรียบเทียบจำนวนสมการที่ต้องการในแต่ละวิธี หากวงจรมีจำนวนโนดน้อยกว่าจำนวนเมช วิธีการหาแรงดันโนดน่าจะดีกว่า แต่หากวงจรมีจำนวนเมชน้อยกว่าโนด วิธีหาค่ากระแสเมชก็น่าจะดีกว่า

อีกจุดหนึ่งที่ควรจะนำเข้ามาร่วมพิจารณาคือสิ่งที่ต้องการเป็นคำตอบ หากต้องการคำตอบเป็นกระแสก็ควรเลือกวิธีหากระแสเมฆ แต่หากต้องการคำตอบส่วนใหญ่เป็นแรงดันก็ควรเลือกวิธีหาแรงดันโนด

ตัวอย่าง 4.5 จงหาวิธีที่เหมาะสมในการวิเคราะห์วงจรในรูป Ex4.5 เมื่อต้องการหาค่า

- (ก) แรงดัน v_{ab} ในรูป Ex4.5 (ก)
- (ข) กระแสผ่านตัวต้านทาน R_2 ในรูป Ex4.5 (ข)
- (ค) กระแส i ในรูป Ex4.5 (ค)

วิธีทำ

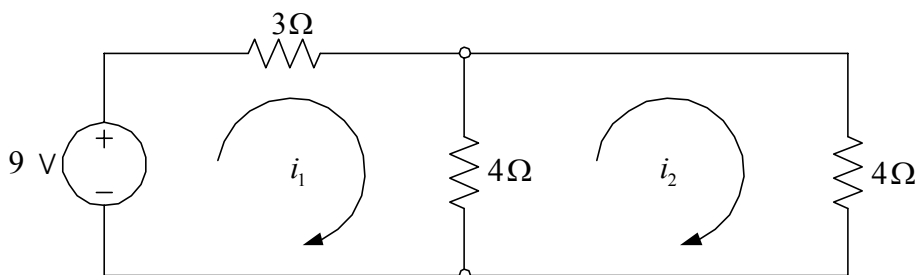
- (ก) วิธีการหาแรงดันโนดเหมาะสมกว่าเนื่องจากเราทราบแรงดัน v_a แล้ว และต้องการหาค่า แรงดัน v_{ab} ดังนั้นต้องการเพียงหนึ่งสมการจาก KCL ที่โนด b
- (ข) วิธีการหากระแสเหมาะสมกว่าเนื่องจากทราบค่ากระแสในเมฆขวามือแล้วและต้องการคำตอบเป็นค่ากระแส เขียนหนึ่งสมการจาก KVL สำหรับเมฆซ้ายมือเท่านั้น
- (ค) วงจรนี้มีสี่เมฆ สองโนดบวกโนดอ้างอิง อย่างไรก็ตามเราทราบค่ากระแสในสามเมฆซึ่งถูกกำหนดโดยแหล่งจ่ายกระแสทั้งสาม ดังนั้นวิธีการหากระแสเหมาะสมกว่า เขียนสมการอีกหนึ่งสมการจาก KVL

4.4 วิธีการวิเคราะห์วงจรตัวต้านทานโดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์วงจร

การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์มาช่วยในการวิเคราะห์วงจรแบ่งออกเป็นสองลักษณะคือ การนำโปรแกรมมาช่วยแก้สมการหาคำตอบ เช่นหาเมตริกซ์ผกผัน เป็นต้น อีกลักษณะหนึ่งจะเป็นการจำลองวงจร โดยกำหนดลักษณะการต่อกันขององค์ประกอบต่างๆ (Circuit Topology) ให้กับวงจร กำหนดชนิดของการวิเคราะห์ คำตอบที่ต้องการ และเงื่อนไขประกอบอื่นๆ แล้วทำการจำลองวงจร การจัดการข้อมูล หลักการที่ใช้ในการคำนวณ และรูปแบบชนิดของการวิเคราะห์แบบต่างๆ ภายในโปรแกรมเหล่านี้ และรายละเอียดเกี่ยวกับการใช้งานอยู่นอกเหนือขอบเขตของหนังสือเล่มนี้และจะไม่กล่าวถึงในที่นี้ ภาคผนวก จ จะแนะนำขั้นตอนเบื้องต้นและตัวอย่างในการใช้โปรแกรมนี้อย่างละเอียด

การกำหนดลักษณะการต่อกันขององค์ประกอบต่างๆในวงจรอาจทำได้โดยการเขียนแฟ้มอินพุทสำหรับโปรแกรมจำลองวงจรนั้น ซึ่งอาจเป็นแฟ้มแบบตัวอักษร (Text File) หรือเป็นแฟ้มแบบแผนภาพวงจร (Circuit Schematic) ก็ได้ ในวิธีแรกเราจะใช้โปรแกรมเขียนและแก้ไขตัวอักษร (Text Editor) ส่วนในแบบหลังนั้นจะใช้โปรแกรมสำหรับเขียนและแก้ไขแผนภาพวงจร (Schematic Editor) โปรแกรมด้านนี้ในปัจจุบันมีจำนวนมาก เช่น โปรแกรม PSPICE (ในปัจจุบันเป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรม Orcad) โปรแกรม Electronic Workbench เป็นต้น ซึ่งโปรแกรมเหล่านี้ จะมีโปรแกรมในส่วนของการเขียนและแก้ไขมาให้อยู่ด้วย ซึ่งในปัจจุบันนิยมการเขียนและแก้ไขในลักษณะของแผนภาพวงจรมากกว่า นอกจากนี้บางโปรแกรมให้คำ

ตอบในลักษณะการทดลองเทียม (Virtual Experiment) คือมีภาพการต่อวงจรและการใช้เครื่องมือวัดเช่น โวลต์มิเตอร์ทำการวัดที่ตำแหน่งต่างๆ ในวงจร ในหัวข้อนี้จะแนะนำตัวอย่างการใช้โปรแกรมหนึ่งคือ โปรแกรมสำหรับช่วยออกแบบ วิเคราะห์ และจำลองวงจร ชื่อ TINA (Toolkits for Interactive Circuit Analysis) ซึ่งใช้งานค่อนข้างง่ายและมีความสามารถหลากหลายดังจะได้ศึกษาต่อไป



รูปที่ 4.23 วงจรสำหรับการใช้โปรแกรม TINA มาทำการวิเคราะห์

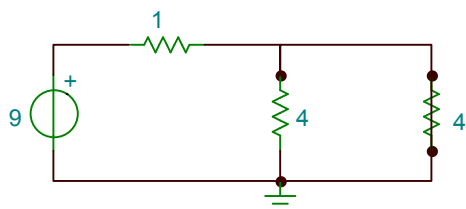
รูปที่ 4.23 แสดงตัวอย่างวงจรที่จะใช้โปรแกรม TINA มาทำการวิเคราะห์ ในวงจรนี้เราต้องการคำนวณหาค่ากระแสแอมแปร์สองค่าคือ i_1 และ i_2 สมการเมชสองสมการคือ

$$5i_1 - 4i_2 = 9 \quad (4.57)$$

และ

$$-4i_1 + 8i_2 = 0 \quad (4.58)$$

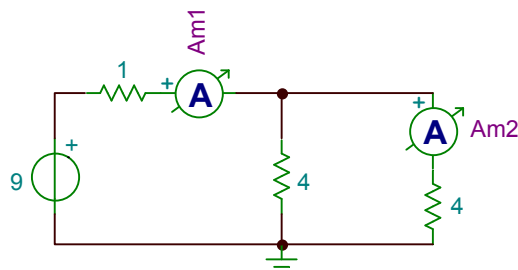
แก้สมการทั้งสองจะได้คำตอบ $i_1 = 3 \text{ A}$ และ $i_2 = 1.5 \text{ A}$



รูปที่ 4.24 วงจรที่วาดโดยใช้โปรแกรมสำหรับเขียนและแก้ไขแผนภาพวงจร

ในการหาคำตอบจากการวิเคราะห์วงจรโดยใช้โปรแกรม TINA จะเริ่มจากการเปิดโปรแกรมสำหรับเขียนและแก้ไขแผนภาพวงจรขึ้นมาแล้วเขียนองค์ประกอบวงจรต่างๆ จากรูปที่ 4.23 (ดูวิธีการเขียน รูปวงจรลงในโปรแกรมสำหรับเขียนและแก้ไขแผนภาพวงจรของโปรแกรม TINA ในภาคผนวก จ) หรืออาจศึกษาได้เองเนื่องจากจะมีลักษณะเหมือนการวาดรูปโดยการนำองค์ประกอบต่างๆ ที่ต้องการมาวางในตำแหน่งที่ต้องการและเชื่อมต่อเข้าด้วยกันโดยการวาดเส้นเชื่อมต่อ อย่าลืมวาดตำแหน่งกราวด์ของวงจร และตรวจสอบว่ามีการเชื่อมต่อเกิดขึ้นจริงที่ทุกตำแหน่ง ไม่เช่นนั้นจะด้รับข้อความเตือนว่าเกิดข้อผิดพลาด (Error Message) ขึ้น เมื่อวาดวงจรเสร็จจะได้วงจร ดังแสดงในรูปที่ 4.24 และบันทึกไว้ในชื่อแฟ้มที่ต้องการ ซึ่งจะ

มีนามสกุลเป็น ชื่อแฟ้ม.sch ซึ่งหมายถึงว่าเป็นแฟ้มแผนภาพวงจรนั่นเอง ในโปรแกรมจำลองวงจรทั่วไปจะใช้หลักการวิเคราะห์ที่เรียกว่า การวิเคราะห์โนดแบบดัดแปลง (Modified Node Analysis, MNA) ดังนั้นผลจากการคำนวณจะเป็นค่าแรงดันโนด ในตัวอย่างนี้เราต้องการค่ากระแสเมฆ ดังนั้นเราจะใส่แอมป์มิเตอร์อนุกรมเข้าไปในตำแหน่งที่เราต้องการทราบค่ากระแส ดังแสดงในรูปที่ 4.25



รูปที่ 4.25 วงจรในรูป 4.24 หลังจากใส่แอมป์มิเตอร์เพื่อวัดกระแสเมฆ

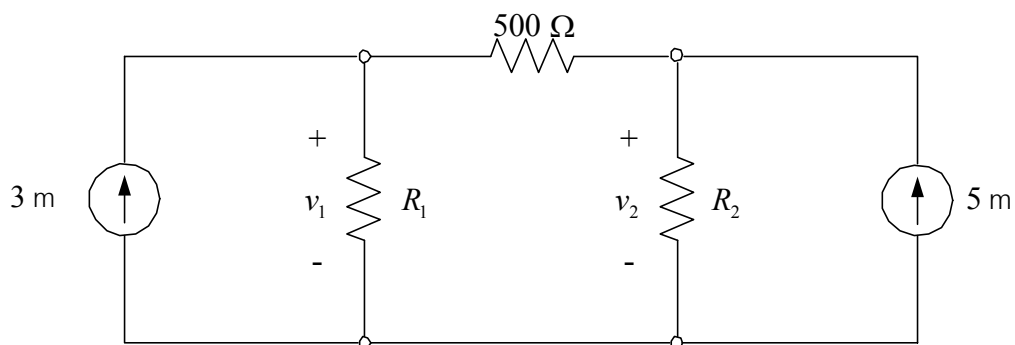
เมื่อได้วงจรเรียบร้อยแล้วจะเป็นการกำหนดชนิดของการวิเคราะห์ ซึ่งในวงจรของเรามีแต่ตัวต้านทานและแหล่งจ่ายแบบกระแสตรงดังนั้นเราจะทำการวิเคราะห์กระแสตรง (DC Analysis) (ดูวิธีการเลือกชนิดของการวิเคราะห์ในภาคผนวก จ) หากไม่กำหนดค่าที่ต้องการทราบโปรแกรมจะคำนวณหาค่ากระแสและแรงดันทุกค่าในวงจร สำหรับวงจรง่ายในตัวอย่างนี้สามารถคำนวณค่าทั้งหมดได้ในเวลาน้อยมาก ดังนั้นจึงไม่ต้องกำหนดอะไร แต่ในกรณีที่เป็วงจรขนาดใหญ่มีจำนวนโนดและเมฆมากๆ ควรกำหนดค่าที่ต้องการทราบและแสดงผลเฉพาะค่าที่ต้องการเท่านั้น

เมื่อกำหนดชนิดของการวิเคราะห์แล้ว ก็สั่งให้โปรแกรมทำการจำลองวงจร ซึ่งจะได้ผลนำมาแสดงในลักษณะของการปรากฏตัวของโวลท์มิเตอร์ซึ่งเราสามารถนำไปแตะที่โนดใดที่ต้องการทราบค่าก็จะปรากฏค่าของแรงดันที่โนดนั้นในกรอบสี่เหลี่ยมซึ่งเปรียบเสมือนการแสดงผลของโวลท์มิเตอร์แบบตัวเลขนั่นเอง และที่แอมป์มิเตอร์จะแสดงค่ากระแสที่ต้องการ เปรียบเทียบกับผลที่ได้โดยการคำนวณจะเห็นว่าได้ค่าเท่ากัน

ในกรณีที่ใช้โปรแกรมอื่นๆ ในการจำลองวงจร จะต้องเรียนรู้วิธีในการป้อนข้อมูลให้กับโปรแกรมนั้น และการกำหนดเงื่อนไขต่างๆ ในทำนองเดียวกับตัวอย่างข้างต้น

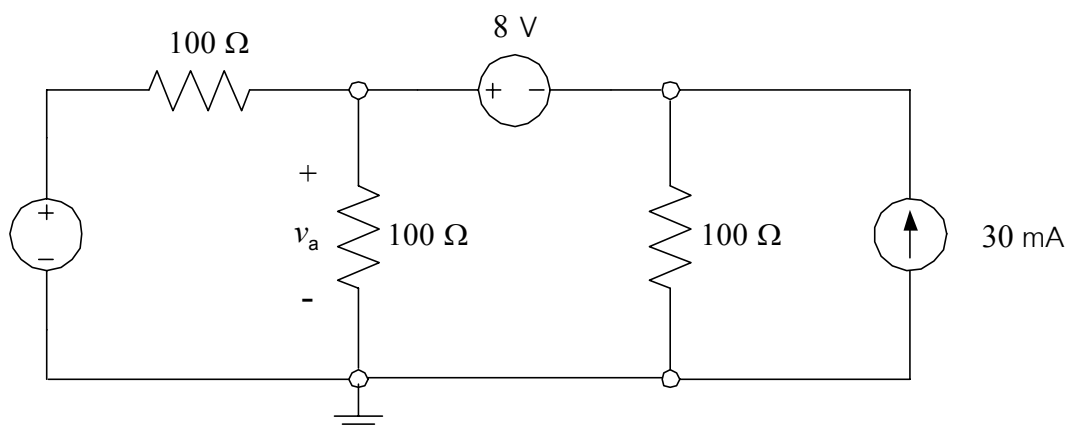
4.5 แบบฝึกหัดท้ายบท

1. พิจารณาวงจรในรูป P4.1 จงหาค่าความต้านทาน R_1 และ R_2 ที่จะทำให้แรงดัน $v_1 = 1 \text{ V}$ และ $v_2 = 2 \text{ V}$



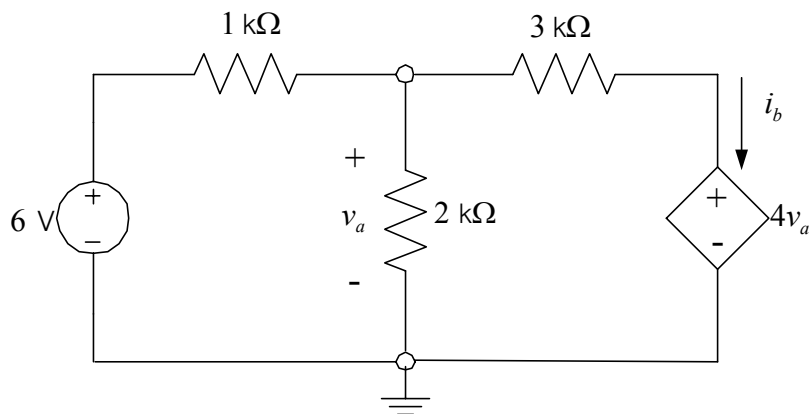
รูปที่ P4.1

2. จงหาค่าแรงดันโหนด v_d ของวงจรในรูป P4.2



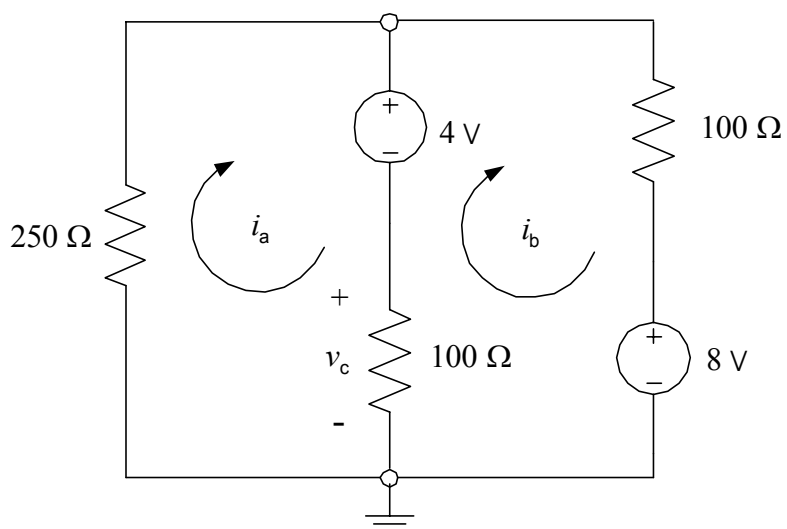
รูปที่ P4.2

3. จงหาค่ากระแส i_b ของวงจรในรูป P4.3



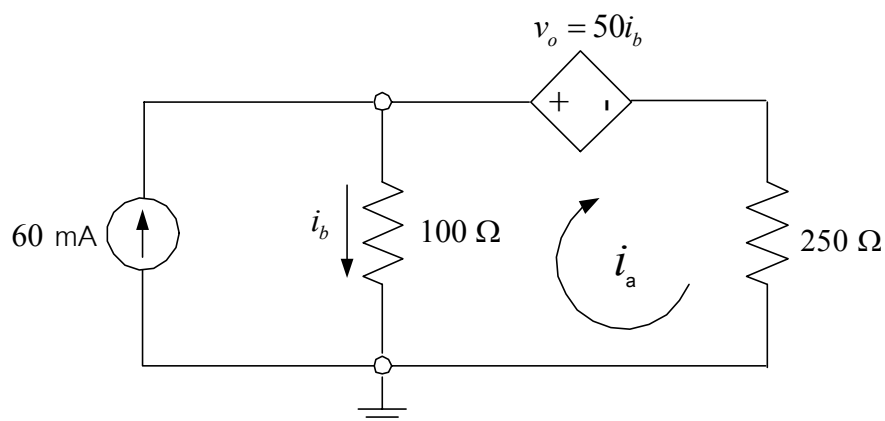
รูปที่ P4.3

4. จงหาค่ากระแสเมกซ์ i_a และ i_b ของวงจรในรูป P4.4



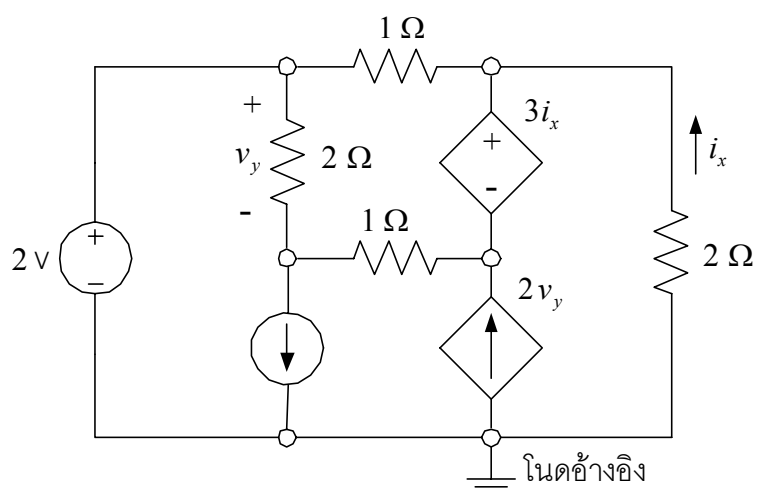
รูปที่ P4.4

5. จงหาค่าแรงดัน v_o ของวงจรในรูป P4.5



รูปที่ P4.5

6. จงหาค่าแรงดันโนด v_c และค่ากระแส i_x ของวงจรในรูป P4.6 โดยใช้วิธี (ก) วิเคราะห์โนด (ข) วิเคราะห์เมซ



รูปที่ P4.6