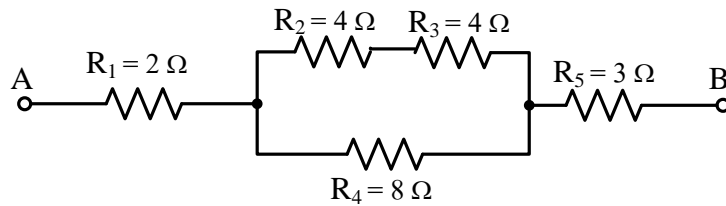


แบบทดสอบก่อนเรียน
หน่วยที่ 4 การต่อตัวต้านทาน

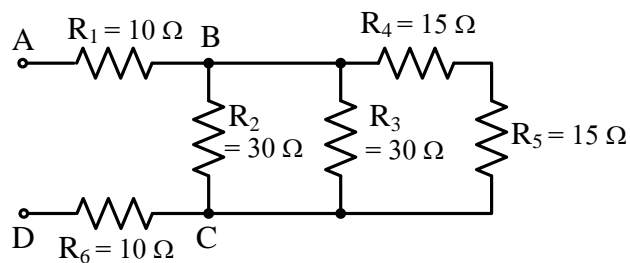
- คำชี้แจง** 1. แบบทดสอบชุดนี้มีทั้งหมด 11 ข้อ
2. ให้ทำเครื่องหมายกากบาท (X) ทับข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว
3. ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 15 นาที
1. การต่อตัวต้านทานแบบอนุกรมคือข้อใด
 - ก. การนำปลายด้านหนึ่งของตัวต้านทานตัวแรก ต่อกับปลายด้านหนึ่งของตัวต้านทานตัวที่สอง
 - ข. การนำปลายด้านหนึ่งของตัวต้านทานมาต่อรวมเข้าด้วยกัน และปลายอีกด้านก็ต่อรวมเข้าด้วยกันเช่นกัน
 - ค. การนำตัวต้านทานมาต่อเรียงกันไป
 - ง. ถูกทั้งข้อ ก และ ค
 2. ตัวต้านทาน 4 ตัว มีค่าความต้านทาน $100\ \Omega$, $200\ \Omega$, $1.2\ \text{k}\Omega$ และ $5\ \text{k}\Omega$ ตามลำดับ นำมาต่อกันแบบอนุกรม จะได้ความต้านทานรวมเท่าใด
 - ก. $6.8\ \text{k}\Omega$
 - ข. $6.5\ \text{k}\Omega$
 - ค. $6.3\ \text{k}\Omega$
 - ง. $6.1\ \text{k}\Omega$
 3. การต่อตัวต้านทานแบบขนานคือข้อใด
 - ก. การนำตัวต้านทานมาต่อเรียงกันไป
 - ข. การนำปลายด้านหนึ่งของตัวต้านทานมาต่อรวมเข้าด้วยกัน และปลายอีกด้านก็ต่อรวมเข้าด้วยกันเช่นกัน
 - ค. การนำปลายด้านหนึ่งของตัวต้านทานตัวแรก ต่อกับปลายด้านหนึ่งของตัวต้านทานตัวที่สอง
 - ง. การนำเอาลักษณะการต่อทั้งข้อ ก และ ค มารวมกัน
 4. ตัวต้านทาน 3 ตัว มีค่าความต้านทานตัวละ $5\ \Omega$, $10\ \Omega$, $15\ \Omega$ ตามลำดับ นำมาต่อกันแบบขนาน จะได้ความต้านทานรวมเท่าใด
 - ก. $30\ \Omega$
 - ข. $2.72\ \Omega$
 - ค. $1\ \Omega$
 - ง. $0.37\ \Omega$
 5. การต่อความต้านทานแบบผสมคือข้อใด

- ก. การนำตัวต้านทานมาต่อเรียงกันไป
 - ข. การนำปลายด้านหนึ่งของตัวต้านทานมาต่อรวมเข้าด้วยกัน และปลายอีกด้านก็ต่อรวมเข้าด้วยกันเช่นกัน
 - ค. การนำปลายด้านหนึ่งของตัวต้านทานตัวแรก ต่อกับปลายด้านหนึ่งของตัวต้านทานตัวที่สอง
 - ง. การนำเอาลักษณะการต่อทั้งข้อ ก และ ข มารวมกัน
6. จากรูปที่ ก-4.1 ความต้านทานรวม ที่จุด A-B มีค่าเท่าใด



รูปที่ ก-4.1 สำหรับตอบคำถามข้อที่ 6

- ก. 24 Ω
 - ข. 21 Ω
 - ค. 13 Ω
 - ง. 9 Ω
7. จากรูปที่ ก-4.2 ความต้านทานที่จุด B-C มีค่าเท่าใด



รูปที่ ก-4.2 สำหรับตอบคำถามข้อที่ 7-8

- ก. 50 Ω
 - ข. 30 Ω
 - ค. 20 Ω
 - ง. 10 Ω
8. จากรูปที่ ก-3.2 ความต้านทานรวมที่จุด A-D มีค่าเท่าใด

หน่วยที่ 4

การต่อตัวต้านทาน

สาระการเรียนรู้

- 4.1 การต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม
- 4.2 การต่อตัวต้านทานแบบขนาน
- 4.3 การต่อตัวต้านทานแบบผสม

จุดประสงค์การสอน

จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ และเข้าใจการต่อตัวต้านทานและการคำนวณหาค่าความต้านทานรวมของการต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม แบบขนาน และแบบผสม

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายการต่อตัวต้านทานแบบอนุกรมได้
2. คำนวณหาค่าความต้านทานรวมของการต่อตัวต้านทานแบบอนุกรมได้
3. อธิบายการต่อตัวต้านทานแบบขนานได้
4. คำนวณหาค่าความต้านทานรวมของการต่อตัวต้านทานแบบขนานได้
5. อธิบายการต่อตัวต้านทานแบบผสมได้
6. คำนวณหาค่าความต้านทานรวมของการต่อตัวต้านทานแบบผสมได้

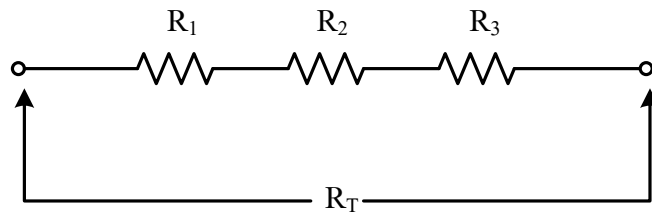
การต่อตัวต้านทาน

บทนำ

การต่อตัวต้านทาน หมายถึง การนำตัวต้านทานหลาย ๆ ตัว มาต่อรวมกันในระหว่างจุดสองจุด การต่อตัวต้านทานมีหลายลักษณะ ในหน่วยนี้จะกล่าวถึง การหาความต้านทานรวมของการต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม การต่อตัวต้านทานแบบขนานและการต่อตัวต้านทานแบบผสม ซึ่งเป็นความรู้พื้นฐานสำหรับนำไปแก้ปัญหาทางจรไฟฟ้าต่อไป

4.1 การต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม

การต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม หมายถึง การนำเอาตัวต้านทานมาต่อเรียงกันไป โดยปลายด้านหนึ่งของตัวต้านทานตัวแรกต่อกับปลายด้านหนึ่งของตัวต้านทานตัวที่สอง และปลายอีกด้านหนึ่งของตัวต้านทานตัวที่สองต่อกับปลายด้านหนึ่งของตัวต้านทานตัวที่สามและต่อถัดกันไปเรื่อย ๆ ซึ่งค่าความต้านทานรวมได้จากผลรวมของค่าความต้านทานทุกตัวรวมกัน ดังสมการที่ (4-1)



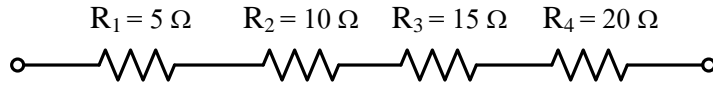
รูปที่ 4.1 การต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม

จากรูปที่ 4.1 หาความต้านทานรวมได้ ดังนี้

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 \quad (4-1)$$

เมื่อ R_T = ความต้านทานรวม (Ω)
 R_1, R_2, R_3 = ความต้านทานของตัวต้านทานแต่ละตัว (Ω)

ตัวอย่างที่ 4.1 จากรูปที่ 4.2 จงคำนวณหาค่าความต้านทานรวม (R_T)



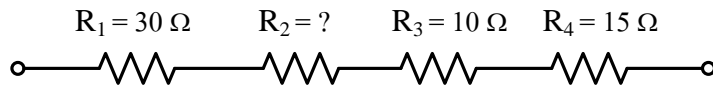
รูปที่ 4.2 การต่อตัวต้านทานแบบอนุกรมตามตัวอย่างที่ 3.1

วิธีทำ

$$\begin{aligned} R_T &= R_1 + R_2 + R_3 + R_4 \\ &= 5 + 10 + 15 + 20 = 50 \Omega \end{aligned}$$

ตอบ

ตัวอย่างที่ 4.2 จากรูปที่ 4.3 จงคำนวณหาค่า R_2 เมื่อค่าความต้านทานรวมของวงจรเท่ากับ 100Ω



รูปที่ 4.3 การต่อตัวต้านทานแบบอนุกรมตามตัวอย่างที่ 3.2

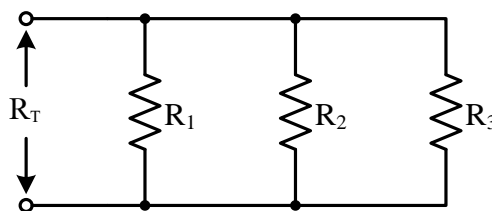
วิธีทำ จาก

$$\begin{aligned} R_T &= R_1 + R_2 + R_3 + R_4 \\ R_2 &= R_T - R_1 - R_3 - R_4 \\ &= R_T - (R_1 + R_3 + R_4) \\ &= 100 - (30 + 10 + 15) = 45 \Omega \end{aligned}$$

ตอบ

4.2 การต่อตัวต้านทานแบบขนาน

การต่อตัวต้านทานแบบขนาน หมายถึง การนำปลายด้านหนึ่งของตัวต้านทานมาต่อรวมเข้าด้วยกัน และปลายอีกด้านก็ต่อรวมเข้าด้วยกันเช่นกัน ค่าความต้านทานรวมหาได้โดยเศษหนึ่งส่วนความต้านทานรวมมีค่าเท่ากับเศษหนึ่งส่วนความต้านทานแต่ละตัวรวมกัน ซึ่งจะมีค่าน้อยกว่าความต้านทานที่มีค่าน้อยที่สุด การหาความต้านทานรวม ดังสมการที่ (3-2)



รูปที่ 4.4 การต่อตัวต้านทานแบบขนาน

จากรูปที่ 4.4 หาความต้านทานรวมได้ ดังนี้

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \quad (4-2)$$

เมื่อ R_T = ความต้านทานรวม (Ω)
 R_1, R_2, R_3 = ความต้านทานของตัวต้านทานแต่ละตัว (Ω)

หากตัวต้านทานทุกตัวที่นำมาต่อขนานกันมีค่าเท่ากัน จะหาค่าความต้านทานรวมได้โดยนำค่าความต้านทานของตัวต้านทานแต่ละตัวหารด้วยจำนวนตัวต้านทาน ดังสมการที่ (4-3)

$$R_T = \frac{R}{n} \quad (4-3)$$

เมื่อ R_T = ความต้านทานรวม (Ω)
 R = ความต้านทานของตัวต้านทานแต่ละตัว (Ω)
 n = จำนวนตัวต้านทาน

หากตัวต้านทานต่อขนานกันสองตัว จะได้

$$\begin{aligned} \frac{1}{R_T} &= \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \\ \frac{1}{R_T} &= \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2} \\ \text{ดังนั้น} \quad R_T &= \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \end{aligned} \quad (4-4)$$

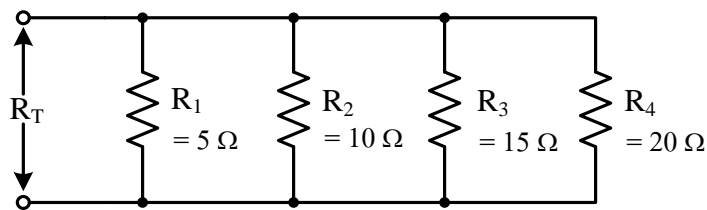
หากตัวต้านทานต่อขนานกันสามตัว จะได้

$$\begin{aligned} \frac{1}{R_T} &= \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \\ \frac{1}{R_T} &= \frac{R_2 R_3 + R_1 R_3 + R_1 R_2}{R_1 R_2 R_3} \end{aligned}$$

$$\text{ดังนั้น} \quad R_T = \frac{R_1 R_2 R_3}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1} \quad (4-5)$$

หากตัวต้านทานมากกว่าสามตัว สามารถใช้วิธีการเดียวกันนี้ในการคำนวณหาค่าความต้านทานรวม

ตัวอย่างที่ 4.3 จากรูปที่ 4.5 จงคำนวณหาค่าความต้านทานรวม (R_T)



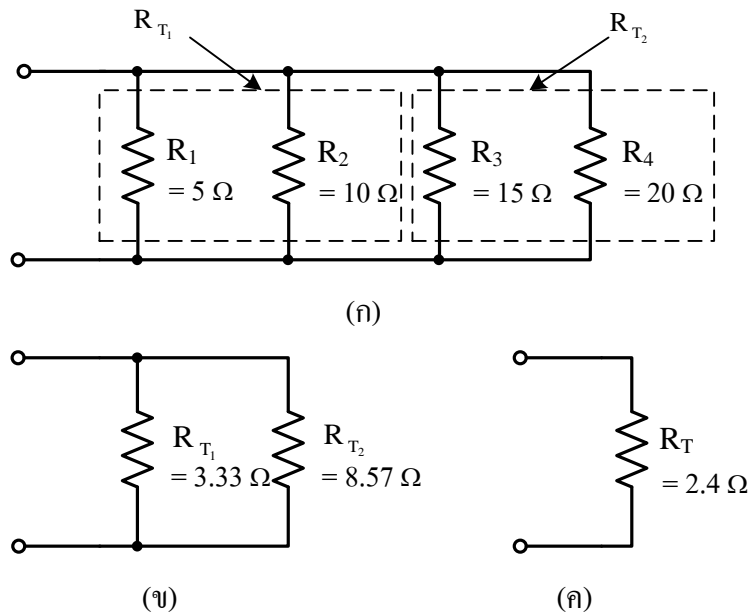
รูปที่ 4.5 การต่อตัวต้านทานแบบขนานตามตัวอย่างที่ 4.3

วิธีทำ

วิธีที่ 1

$$\begin{aligned} \frac{1}{R_T} &= \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} \\ &= \frac{1}{5} + \frac{1}{10} + \frac{1}{15} + \frac{1}{20} \\ &= \frac{12 + 6 + 4 + 3}{60} \\ &= \frac{25}{60} \\ R_T &= \frac{60}{25} = 2.4 \Omega \end{aligned}$$

ตอบ



รูปที่ 4.6 แสดงขั้นตอนการรวมความต้านทาน ตามตัวอย่างที่ 4.3

วิธีที่ 2

จากขั้นตอนการรวมความต้านทานในรูปที่ 4.6 หาความต้านทานรวมได้ดังนี้

R_{T_1} หาได้จาก ตัวต้านทาน R_1 ขนานกับ R_2 จะได้

$$\begin{aligned} R_{T_1} &= \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \\ &= \frac{5 \times 10}{5 + 10} \\ &= \frac{50}{15} = 3.33 \Omega \end{aligned}$$

R_{T_2} หาได้จาก ตัวต้านทาน R_3 ขนานกับ R_4 จะได้

$$\begin{aligned} R_{T_2} &= \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} \\ &= \frac{15 \times 20}{15 + 20} \\ &= \frac{300}{35} = 8.57 \Omega \end{aligned}$$

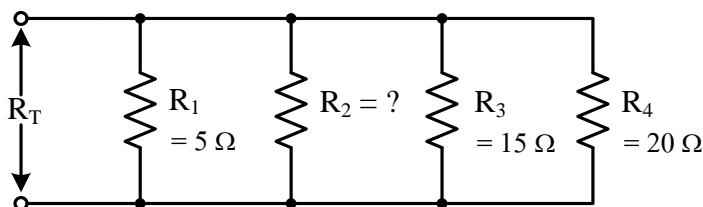
R_T หาได้จาก ตัวต้านทาน R_{T_1} ขนานกับ R_{T_2} จะได้

$$R_T = \frac{R_{T_1} R_{T_2}}{R_{T_1} + R_{T_2}}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{3.33 \times 8.57}{3.33 + 8.57} \\
 &= \frac{28.54}{11.9} = 2.4 \Omega
 \end{aligned}$$

ตอบ

ตัวอย่างที่ 4.4 จากรูปที่ 4.7 จงคำนวณหาค่า R_2 เมื่อ $R_T = 2 \Omega$



รูปที่ 4.7 การต่อตัวต้านทานแบบขนานตามตัวอย่างที่ 4.4

วิธีทำ

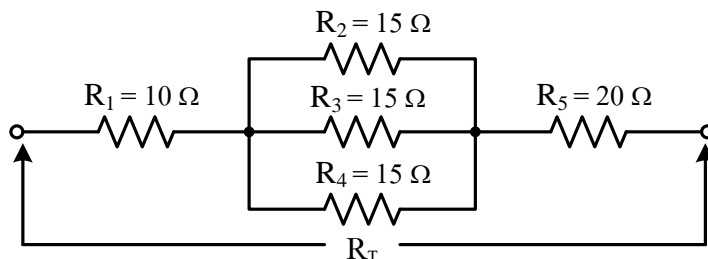
$$\begin{aligned}
 \frac{1}{R_T} &= \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} \\
 \frac{1}{R_2} &= \frac{1}{R_T} - \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} \right) \\
 \frac{1}{R_2} &= \frac{1}{2} - \left(\frac{1}{5} + \frac{1}{15} + \frac{1}{20} \right) \\
 \frac{1}{R_2} &= \frac{1}{2} - \left(\frac{12 + 4 + 3}{60} \right) \\
 \frac{1}{R_2} &= \frac{1}{2} - \left(\frac{19}{60} \right) \\
 \frac{1}{R_2} &= \frac{30 - 19}{60} \\
 \frac{1}{R_2} &= \frac{11}{60} \\
 \text{ดังนั้น} \quad R_2 &= \frac{60}{11} = 5.45 \Omega
 \end{aligned}$$

ตอบ

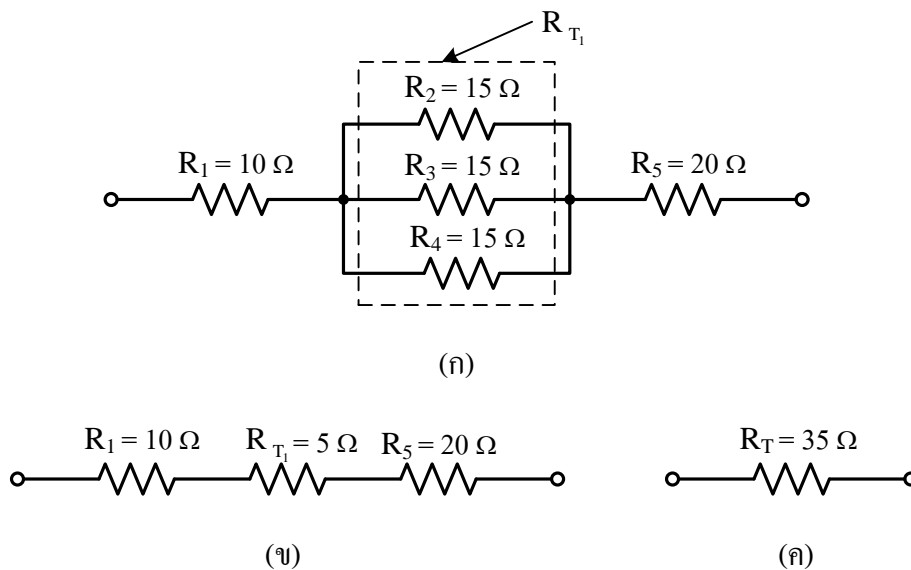
4.3 การต่อตัวต้านทานแบบผสม

การต่อตัวต้านทานแบบผสม หมายถึง การต่อตัวต้านทานรวมกันระหว่างการต่อตัวต้านทานแบบอนุกรมกับแบบขนาน การคำนวณหาค่าความต้านทานรวม ต้องอาศัยหลักการของการต่อตัวต้านทานแบบอนุกรมกับแบบขนาน

ตัวอย่างที่ 4.5 จากรูปที่ 4.8 จงคำนวณหาค่าความต้านทานรวม



รูปที่ 4.8 การต่อตัวต้านทานแบบผสมตามตัวอย่างที่ 3.5



รูปที่ 4.9 แสดงขั้นตอนการรวมความต้านทาน ตามตัวอย่างที่ 4.5

วิธีทำ

จากขั้นตอนการรวมความต้านทานในรูปที่ 3.9 หากความต้านทานรวมได้ดังนี้
 เนื่องจาก R_2 , R_3 และ R_4 ที่ต่อขนานกันมีค่าความต้านทานเท่ากันคือ 15Ω ดังนั้น

$$\begin{aligned}
 R_{T_1} &= \frac{R}{n} \\
 &= \frac{15}{3} = 5 \Omega
 \end{aligned}$$

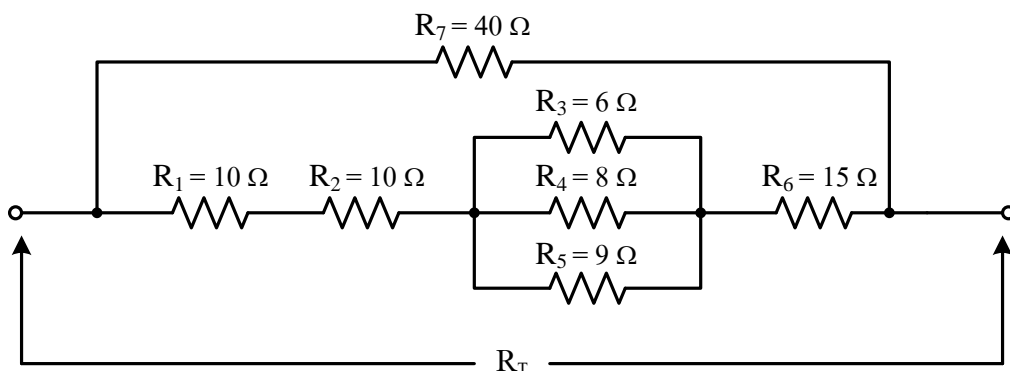
R_T หาได้จาก ความต้านทาน R_1 อนุกรมกับ R_{T_1} และ R_5 จะได้

$$R_T = R_1 + R_{T_1} + R_5$$

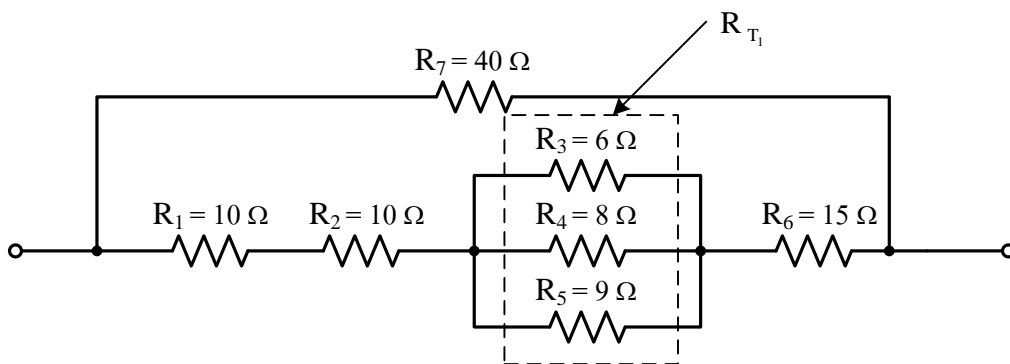
$$= 10 + 5 + 20 = 35 \Omega$$

ตอบ

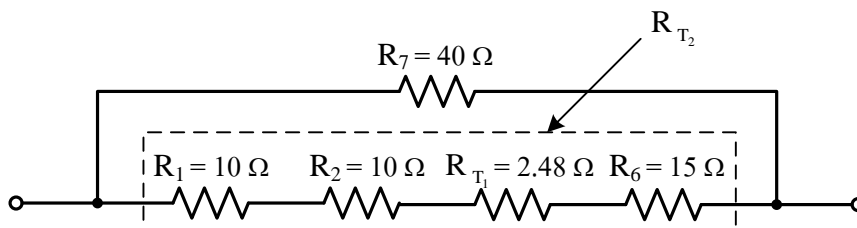
ตัวอย่างที่ 4.6 จากรูปที่ 4.10 จงคำนวณหาค่าความต้านทานรวม



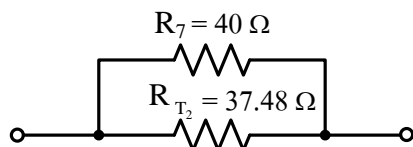
รูปที่ 3.10 การต่อตัวต้านทานแบบผสมตามตัวอย่างที่ 3.6



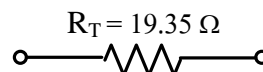
(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

รูปที่ 4.11 ขั้นตอนการรวมความต้านทาน ตามตัวอย่างที่ 3.6

วิธีทำ

จากขั้นตอนการรวมความต้านทานในรูปที่ 3.11 หาความต้านทานรวมได้ดังนี้

R_{T_1} หาได้จาก ความต้านทาน R_3 , R_4 และ R_5 ที่ต่อขนานกัน จะได้

$$\begin{aligned}\frac{1}{R_{T_1}} &= \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5} \\ &= \frac{1}{6} + \frac{1}{8} + \frac{1}{9} \\ &= \frac{12 + 9 + 8}{72} \\ &= \frac{29}{72} \\ R_{T_1} &= \frac{72}{29} = 2.48 \Omega\end{aligned}$$

R_{T_2} หาได้จาก R_1 อนุกรมกับ R_2 , R_{T_1} , และ R_6 จะได้

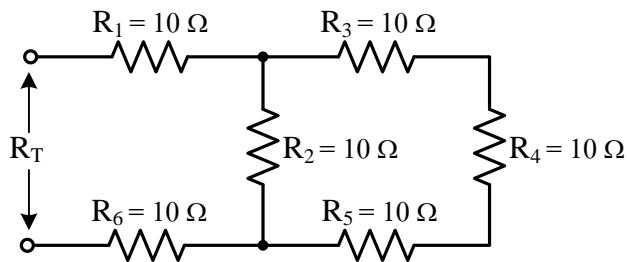
$$\begin{aligned}R_{T_2} &= R_1 + R_2 + R_{T_1} + R_6 \\ &= 10 + 10 + 2.48 + 15 = 37.48 \Omega\end{aligned}$$

R_T หาได้จาก R_{T_2} ขนานกับ R_7

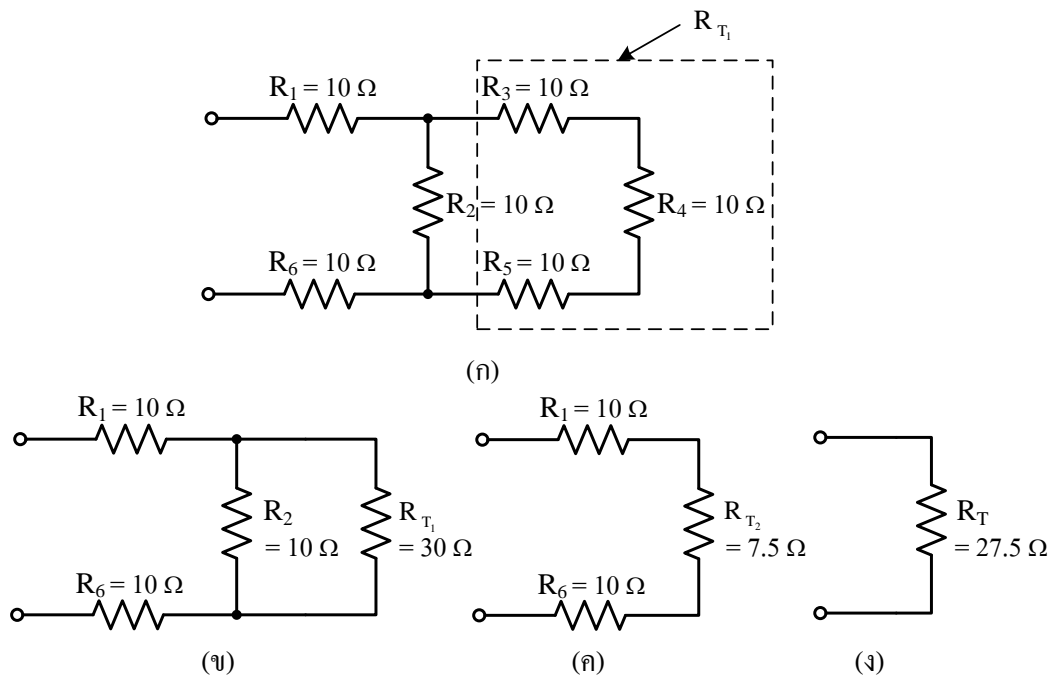
$$\begin{aligned}R_T &= \frac{R_{T_2} R_7}{R_{T_2} + R_7} \\ &= \frac{37.48 \times 40}{37.48 + 40} = 19.35 \Omega\end{aligned}$$

ตอบ

ตัวอย่างที่ 4.7 จากรูปที่ 4.12 จงคำนวณหาค่าความต้านทานรวม



รูปที่ 4.12 การต่อตัวต้านทานแบบผสมตามตัวอย่างที่ 4.7



รูปที่ 4.13 แสดงขั้นตอนการรวมความต้านทาน ตามตัวอย่างที่ 4.7

วิธีทำ

R_{T_1} หาได้จาก R_3 อนุกรมกับ R_4 และ R_5 จะได้

$$\begin{aligned} R_{T_1} &= R_3 + R_4 + R_5 \\ &= 10 + 10 + 10 = 30 \Omega \end{aligned}$$

R_{T_2} หาได้จาก R_2 ขนานกับ R_{T_1} จะได้

$$\begin{aligned} R_{T_2} &= \frac{R_{T_1} R_2}{R_{T_1} + R_2} \\ &= \frac{30 \times 10}{30 + 10} \\ &= \frac{300}{40} = 7.5 \Omega \end{aligned}$$

R_T หาได้จาก R_1 อนุกรมกับ R_{T_2} และ R_6 จะได้

$$\begin{aligned} R_T &= R_1 + R_{T_2} + R_6 \\ &= 10 + 7.5 + 10 = 27.5 \Omega \end{aligned}$$

ตอบ

สรุป

การต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม เป็นการนำตัวต้านทานมาต่อเรียงกันให้ปลายชนปลาย ค่าความต้านทานรวมของการต่อตัวต้านทานแบบอนุกรมหาได้จาก

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

การต่อตัวต้านทานแบบขนาน เป็นการนำตัวต้านทานมาต่อเชื่อมกันให้อยู่ระหว่างจุด 2 จุด ค่าความต้านทานรวมของการต่อตัวต้านทานแบบขนานหาได้จาก

$$1/R_n = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + \dots + 1/R_n$$

ส่วนการต่อตัวต้านทานแบบผสม เป็นการนำตัวต้านทานที่ต่อแบบอนุกรมและขนานมาต่อรวมกันหรือผสมกัน ค่าความต้านทานรวมของวงจรผสมต้องพิจารณาทีละส่วน ต้องอาศัยหลักการของการต่อตัวต้านทานแบบอนุกรมกับแบบขนาน

บรรณานุกรม

บรรจง จันทมาศ. **ทฤษฎีวงจรไฟฟ้ากระแสตรง**. พิมพ์ครั้งที่ 12. กรุงเทพฯ :

บริษัท ส.เอเชียเพรส จำกัด, 2543.

มงคล ทองสงคราม. **ทฤษฎีวงจรไฟฟ้า 1**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ :

ห้างหุ้นส่วนจำกัด วิ.เจ พรินติ้ง, 2540.

ไมตรี วรวิจิตรรยากุล. **ทฤษฎีวงจรไฟฟ้าเล่ม 1 (ฉบับปรับปรุงใหม่)**. พิมพ์ครั้งที่ 2. ฉะเชิงเทรา :

ศูนย์การพิมพ์พลชัย, 2538.

สุธน แก่นตัน. **ปฏิบัติวงจรไฟฟ้ากระแสตรง เล่ม 2**. กรุงเทพฯ : ฟิสิกส์เซ็นเตอร์, มปป.

อดุลย์ กัลยาแก้วและคณะ. **วงจรไฟฟ้า 1 (วงจรไฟฟ้ากระแสตรง)**. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ,

2546.

Thomas L. Floyd. **Principles of Electric Circuits Conventional Current** .Seventh Edition.

New Jersey : Prentice-Hall, 2003.

Tony R. Kuphaldt. **Lessons In Electric Circuits, Volume I-DC**. [online]. Available from :

<http://www.openbookproject.net//electricCircuits/DC/DC.pdf> (10 Mar 2009).

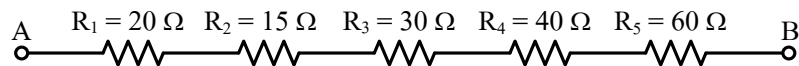
แบบฝึกหัด
หน่วยที่ 4 การต่อตัวต้านทาน

ตอนที่ 1 จงเติมคำในช่องว่างหรือให้ความหมายของคำต่อไปนี้

1. การต่อความต้านทานแบบอนุกรม คือ.....
.....
2. สูตรหาค่าความต้านทานรวมของการต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม คือ.....
3. การต่อความต้านทานแบบขนาน คือ.....
.....
4. สูตรหาค่าความต้านทานรวมของการต่อตัวต้านทานแบบขนาน คือ.....
5. การต่อความต้านทานแบบผสม คือ.....
.....

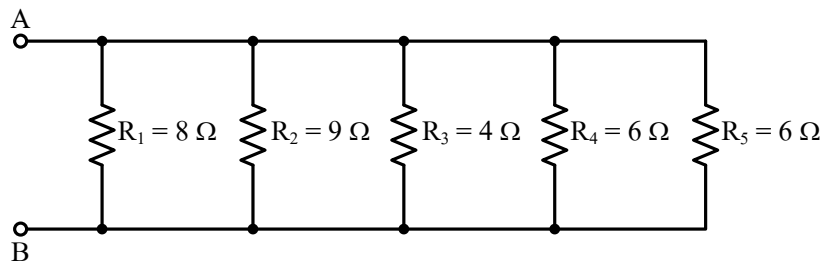
ตอนที่ 2 จงแสดงวิธีทำ

1. จงหาความต้านทานรวมที่จุด A-B ตามรูปที่ ๘-4.1



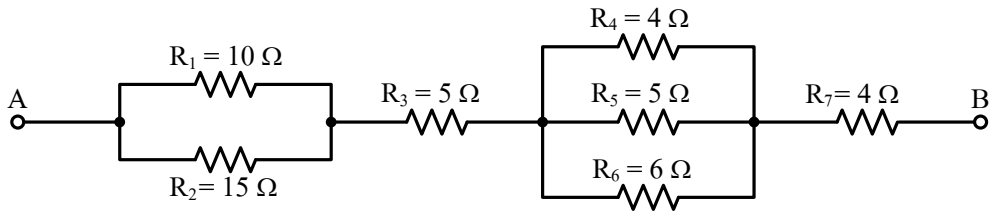
รูปที่ ๘-4.1 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 1

2. จงหาความต้านทานรวมที่จุด A-B ตามรูปที่ ๘-4.2



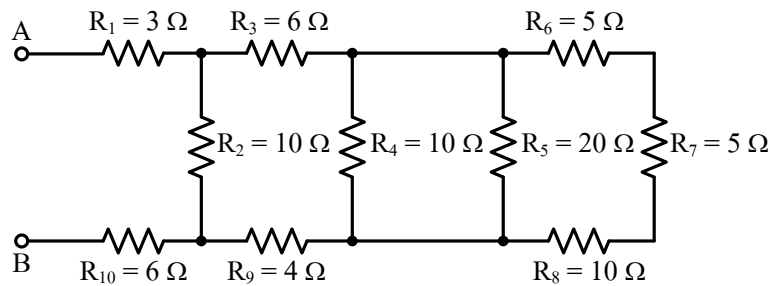
รูปที่ ๘-4.2 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 2

3. จงหาความต้านทานรวมที่จุด A-B ตามรูปที่ ๘-4.3



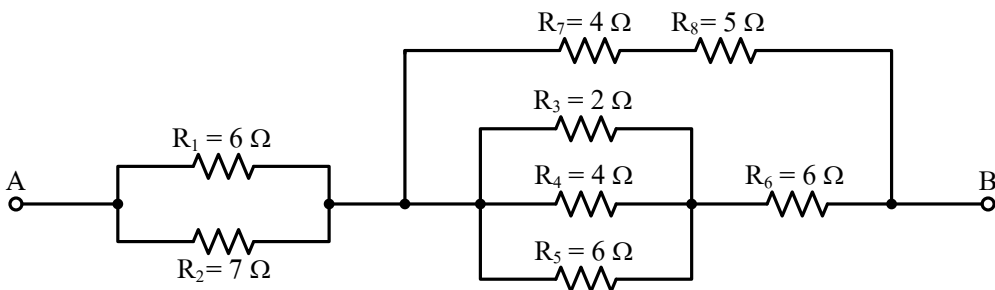
รูปที่ ๘-4.3 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 3

4. จงหาความต้านทานรวมที่จุด A-B ตามรูปที่ ๘-4.4



รูปที่ ๘-4.4 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 4

5. จงหาความต้านทานรวมที่จุด A-B ตามรูปที่ ๘-4.5

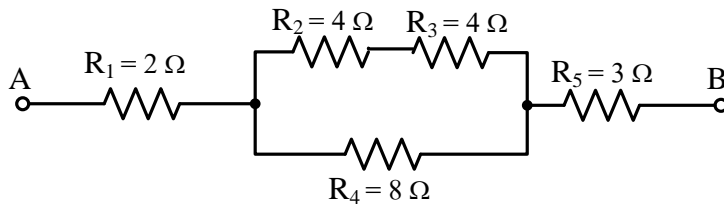


รูปที่ ๘-4.5 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 5

แบบทดสอบหลังเรียน
หน่วยที่ 4 การต่อตัวต้านทาน

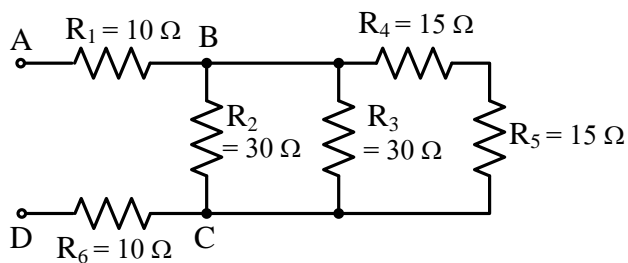
- คำชี้แจง** 1. แบบทดสอบชุดนี้มีทั้งหมด 11 ข้อ
2. ให้ทำเครื่องหมายกากบาท (X) ทับข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว
3. ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 15 นาที
- การต่อตัวต้านทานแบบอนุกรมคือข้อใด
 - การนำตัวต้านทานมาต่อเรียงกันไป
 - การนำปลายด้านหนึ่งของความต้านทานตัวแรก ต่อกับปลายด้านหนึ่งของความต้านทานตัวที่สอง
 - การนำปลายด้านหนึ่งของตัวต้านทานมาต่อรวมเข้าด้วยกัน และปลายอีกด้านก็ต่อรวมเข้าด้วยกันเช่นกัน
 - ถูกทั้งข้อ ก และ ข
 - ตัวต้านทาน 4 ตัว มีค่าความต้านทาน $100\ \Omega$, $200\ \Omega$, $1.2\ \text{k}\Omega$ และ $5\ \text{k}\Omega$ ตามลำดับ นำมาต่อกันแบบอนุกรม จะได้ความต้านทานรวมเท่าใด
 - $6.1\ \text{k}\Omega$
 - $6.3\ \text{k}\Omega$
 - $6.5\ \text{k}\Omega$
 - $6.8\ \text{k}\Omega$
 - การต่อตัวต้านทานแบบขนานคือข้อใด
 - การนำตัวต้านทานมาต่อเรียงกันไป
 - การนำปลายด้านหนึ่งของความต้านทานตัวแรก ต่อกับปลายด้านหนึ่งของความต้านทานตัวที่สอง
 - การนำปลายด้านหนึ่งของตัวต้านทานมาต่อรวมเข้าด้วยกัน และปลายอีกด้านก็ต่อรวมเข้าด้วยกันเช่นกัน
 - การนำเอาลักษณะการต่อทั้งข้อ ก และ ข มารวมกัน
 - ตัวต้านทาน 3 ตัว มีค่าความต้านทานตัวละ $5\ \Omega$, $10\ \Omega$, $15\ \Omega$ ตามลำดับ นำมาต่อกันแบบขนาน จะได้ความต้านทานรวมเท่าใด
 - $0.37\ \Omega$
 - $2.72\ \Omega$
 - $1\ \Omega$
 - $30\ \Omega$
 - การต่อความต้านทานแบบผสมคือข้อใด

- ก. การนำตัวต้านทานมาต่อเรียงกันไป
 - ข. การนำปลายด้านหนึ่งของความต้านทานตัวแรก ต่อกับปลายด้านหนึ่งของความต้านทานตัวที่สอง
 - ค. การนำปลายด้านหนึ่งของตัวต้านทานมาต่อรวมเข้าด้วยกัน และปลายอีกด้านก็ต่อรวมเข้าด้วยกันเช่นกัน
 - ง. การนำเอาลักษณะการต่อทั้งข้อ ก และ ค มารวมกัน
6. จากรูปที่ ล-4.1 ความต้านทานรวม ที่จุด A-B มีค่าเท่าใด



รูปที่ ล-4.1 สำหรับตอบคำถามข้อที่ 6

- ก. 9 Ω
 - ข. 13 Ω
 - ค. 21 Ω
 - ง. 24 Ω
7. จากรูปที่ ล-4.2 ความต้านทานที่จุด B-C มีค่าเท่าใด



รูปที่ ล-4.2 สำหรับตอบคำถามข้อที่ 7-8

- ก. 10 Ω
 - ข. 20 Ω
 - ค. 30 Ω
 - ง. 50 Ω
8. จากรูปที่ ล-4.2 ความต้านทานรวมที่จุด A-D มีค่าเท่าใด

