

หน่วยที่ 4

การต่อตัวต้านทาน

สาระการเรียนรู้

- การต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม
- การต่อตัวต้านทานแบบขนาน
- การต่อตัวต้านทานแบบผสม

จุดประสงค์การสอน

จุดประสงค์ทั่วไป

- เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ และเข้าใจการต่อตัวต้านทานและการคำนวณหาค่าความต้านทานรวมของการต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม แบบขนาน และแบบผสม

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

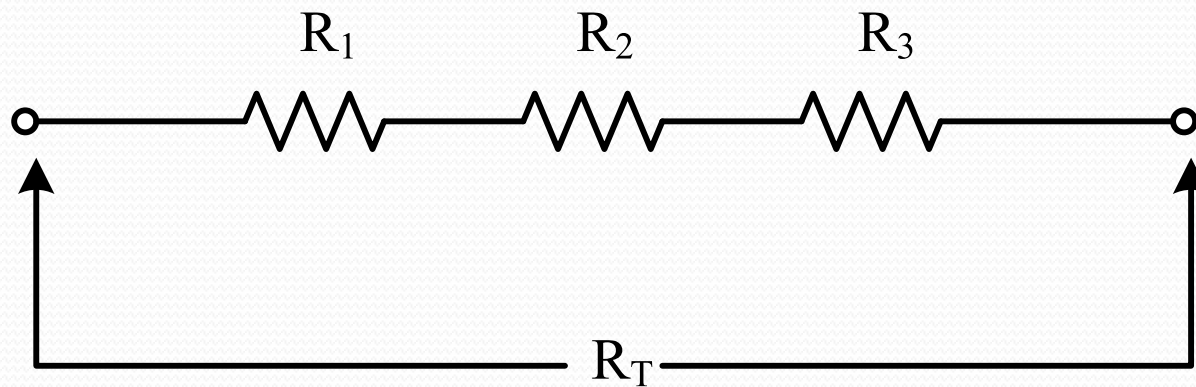
- อธิบายการต่อตัวต้านทานแบบอนุกรมได้
- คำนวณหาค่าความต้านทานรวมของการต่อตัวต้านทานแบบอนุกรมได้
- อธิบายการต่อตัวต้านทานแบบขนานได้
- คำนวณหาค่าความต้านทานรวมของการต่อตัวต้านทานแบบขนานได้
- อธิบายการต่อตัวต้านทานแบบผสมได้
- คำนวณหาค่าความต้านทานรวมของการต่อตัวต้านทานแบบผสมได้

การต่อตัวต้านทาน

การต่อตัวต้านทาน หมายถึง การนำตัวต้านทานหลาย ๆ ตัว มาต่อรวมกันในระหว่างจุดสองจุด การต่อตัวต้านทานมีหลาย ลักษณะ ในหน่วยนี้จะกล่าวถึง การหาความต้านทานรวมของ การต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม การต่อตัวต้านทานแบบขนาน และการต่อตัวต้านทานแบบผสม

การต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม

- การต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม หมายถึง การนำเอาตัวต้านทานมาต่อเรียงกัน
ไป โดยปลายด้านหนึ่งของตัวต้านทานตัวแรกต่อกับปลายด้านหนึ่งของตัว
ต้านทานตัวที่สอง และปลายอีกด้านหนึ่งของตัวต้านทานตัวที่สองต่อกับปลาย
ด้านหนึ่งของตัวต้านทานตัวที่สามและต่อถัดกันไปเรื่อย ๆ ซึ่งค่าความ
ต้านทานรวมได้จากผลรวมของค่าความต้านทานทุกตัวรวมกัน



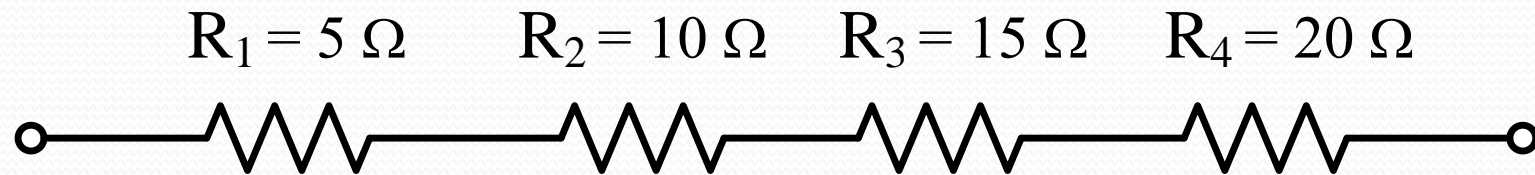
สูตรคำนวณ

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

$$R_T = \text{ความต้านทานรวม } (\Omega)$$

$$R_1, R_2, R_3 = \text{ความต้านทานของแต่ละตัวต้านทานแต่ละตัว } (\Omega)$$

ตัวอย่างที่ 4.1 จงคำนวณหาค่าความต้านทานรวม



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

ตัวอย่างที่ 4.2 จากรูปจงคำนวณหาค่า เมื่อค่าความต้านทานรวมของวงจร เท่ากับ 100Ω

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$$

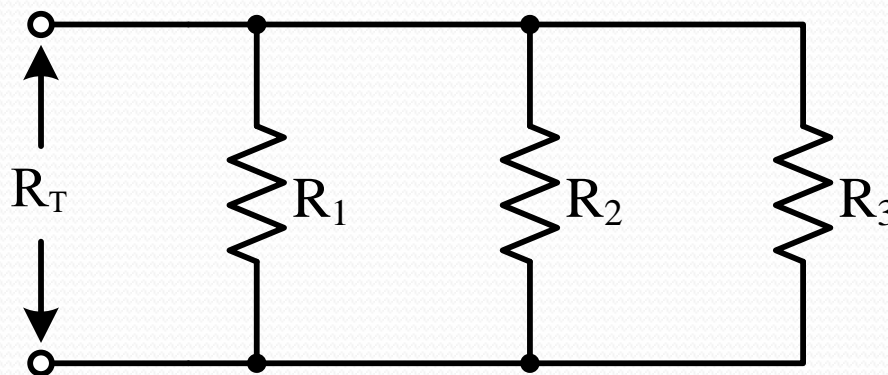
$$R_2 = R_T - R_1 - R_3 - R_4$$

$$= R_T - (R_1 + R_3 + R_4)$$

$$= 100 - (30 + 10 + 15) = 45 \Omega$$

การต่อตัวต้านทานแบบขนาน

การต่อตัวต้านทานแบบขนาน หมายถึง การนำปลายด้านหนึ่งของตัวต้านทานมาต่อรวมเข้าด้วยกัน และปลายอีกด้านก็ต่อรวมเข้าด้วยกันเช่นกัน ค่าความต้านทานรวมหาได้โดยเศษหนึ่งส่วนความต้านทานรวมมีค่าเท่ากับเศษหนึ่งส่วนความต้านทานแต่ละตัวรวมกัน ซึ่งจะมีค่าน้อยกว่าความต้านทานที่มีค่าน้อยที่สุด



สูตรการคำนวณ

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$R_T = \text{ความต้านทานรวม } (\Omega)$$

$$R_1, R_2, R_3 = \text{ความต้านทานของตัวต้านทานแต่ละตัว } (\Omega)$$

สูตรการคำนวณ

$$R_T = \frac{R}{n}$$

R_T = ความต้านทานรวม (Ω)

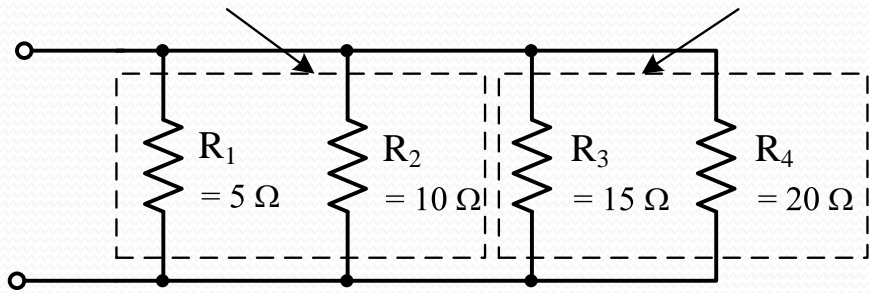
R = ความต้านทานของตัวต้านทานแต่ละตัว (Ω)

n = จำนวนตัวต้านทาน

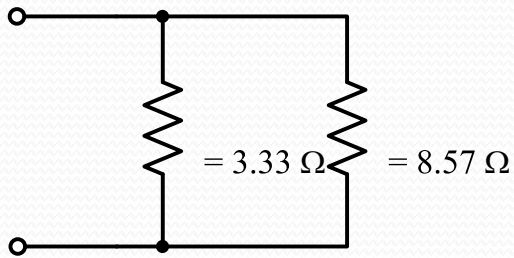
สูตรการคำนวณ หากตัวต้านทานต่อขนานกันสามตัว

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

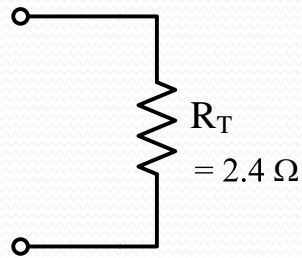
ตัวอย่างที่ 4.3 จากรูปที่ 4.5 จงคำนวณหาค่าความต้านทานรวม



(ก)



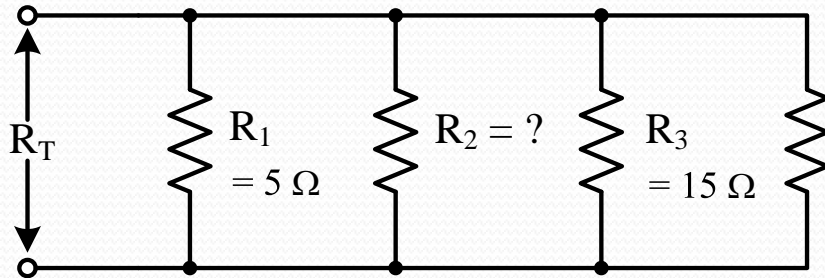
(ข)



(ค)

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

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



$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}$$

$$\frac{1}{R_2} = \frac{1}{R_T} - \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} \right)$$

$$\frac{1}{R_2} = \frac{1}{2} - \left(\frac{1}{5} + \frac{1}{15} + \frac{1}{20} \right)$$

$$\frac{1}{R_2} = \frac{1}{2} - \left(\frac{12 + 4 + 3}{60} \right)$$

$$\frac{1}{R_2} = \frac{1}{2} - \left(\frac{19}{60} \right)$$

$$\frac{1}{R_2} = \frac{30 - 19}{60}$$

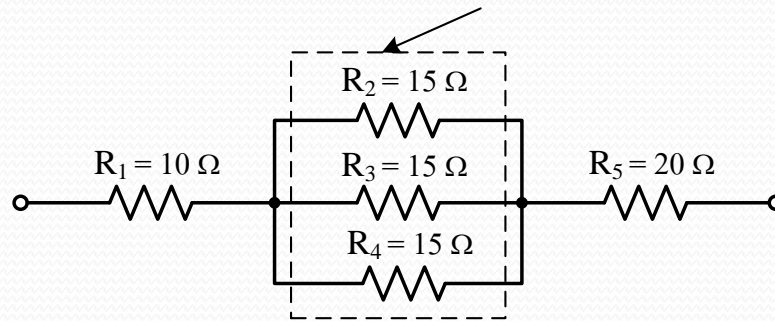
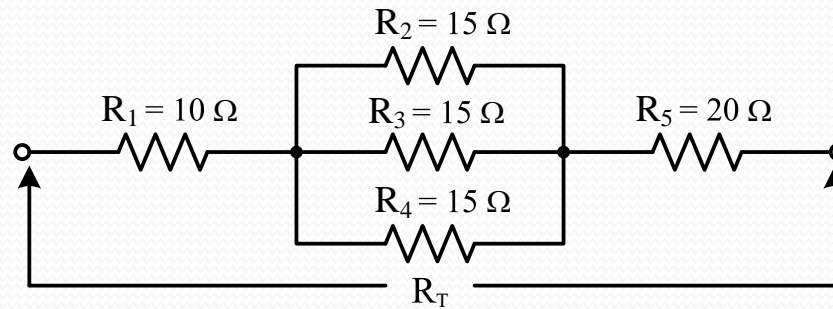
$$\frac{1}{R_2} = \frac{11}{60}$$

$$R_2 = \frac{60}{11} = 5.45 \Omega$$

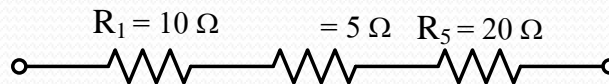
การต่อตัวต้านทานแบบผสม

การต่อตัวต้านทานแบบผสม หมายถึง การต่อตัวต้านทานรวมกันระหว่างการต่อตัวต้านทานแบบอนุกรมกับแบบขนาน การคำนวณหาค่าความต้านทานรวม ต้องอาศัยหลักการของการต่อตัวต้านทานแบบอนุกรมกับแบบขนาน

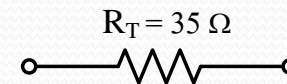
ตัวอย่างที่ 4.5 จากรูปที่ 4.8 จงคำนวณหาค่าความต้านทานรวม



(ก)



(ข)



(ค)

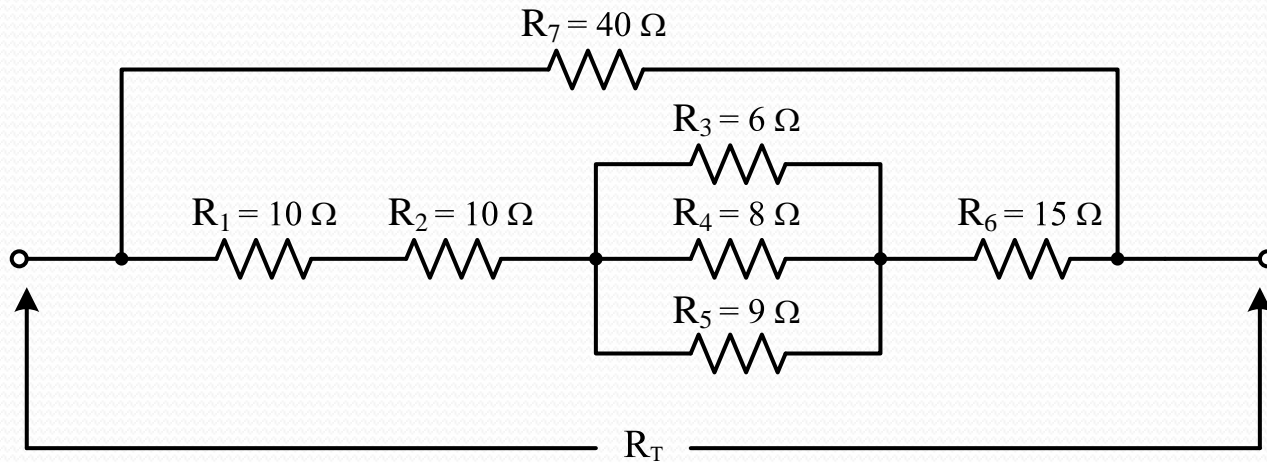
วิธีทำ

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

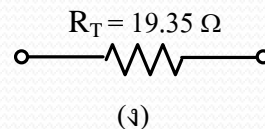
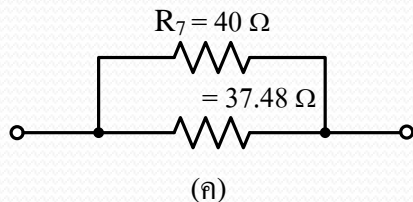
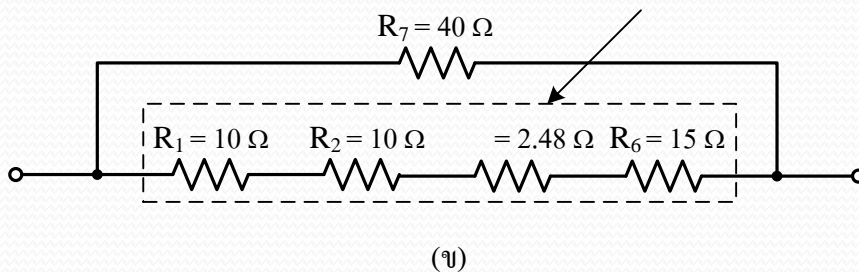
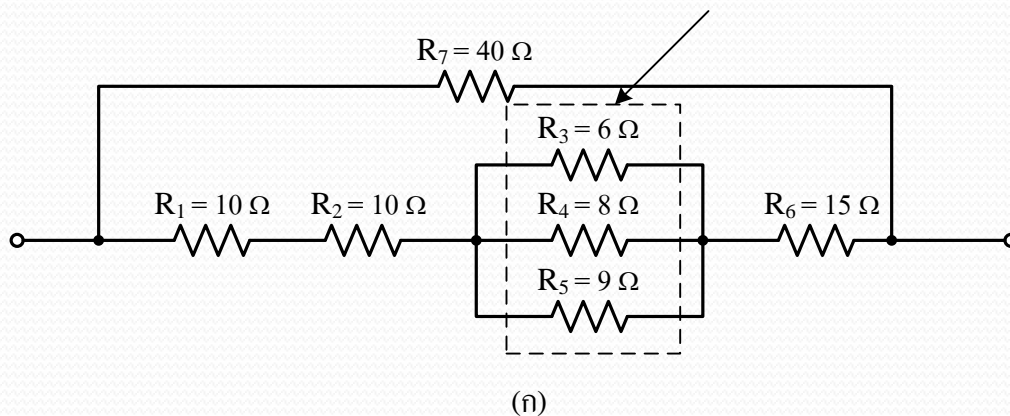
R_T หาได้จาก ความต้านทาน R_1 อนุกรมกับ R_{T_1} และ R_5 จะได้ว่า

$$\begin{aligned}R_T &= R_1 + R_{T_1} + R_5 \\ &= 10 + 5 + 20 = 35 \Omega\end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 4.6 จากรูปที่ 4.10 จงคำนวณหาค่าความต้านทานรวม



ตัวอย่างที่ 4.6 จากรูปที่ 4.10 จงคำนวณหาค่าความต้านทานรวม(ต่อ)



วิธีทำ

$$\frac{1}{R_{T_1}} = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5}$$

$$= \frac{1}{6} + \frac{1}{8} + \frac{1}{9}$$

$$= \frac{12+9+8}{72}$$

$$= \frac{29}{72}$$

$$R_{T_1} = \frac{72}{29} = 2.48 \Omega$$

$$R_{T_2} = R_1 + R_2 + R_{T_1} + R_6$$

$$= 10 + 10 + 2.48 + 15 = 37.48 \Omega$$

$$R_T = \frac{R_{T_2} R_7}{R_{T_2} + R_7}$$

$$= \frac{37.48 \times 40}{37.48 + 40} = 19.35 \Omega$$

สรุป

การต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม เป็นการนำตัวต้านทานมาต่อเรียงกันให้
ปลายชนปลาย ค่าความต้านทานรวมของการต่อตัวต้านทานแบบอนุกรมหาได้จาก

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

การต่อตัวต้านทานแบบขนาน เป็นการนำตัวต้านทานมา
ต่อเชื่อมกันให้อยู่ระหว่างจุด 2 จุด ค่าความต้านทานรวมของการต่อตัว
ต้านทานแบบขนานหาได้จาก

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

ส่วนการต่อตัวต้านทานแบบผสม เป็นการนำตัวต้านทานที่ต่อแบบ
อนุกรมและขนานมาต่อรวมกันหรือผสมกัน ค่าความต้านทานรวมของวงจร
ผสมต้องพิจารณาทีละส่วน ต้องอาศัยหลักการของการต่อตัวต้านทานแบบ
อนุกรมกับแบบขนาน