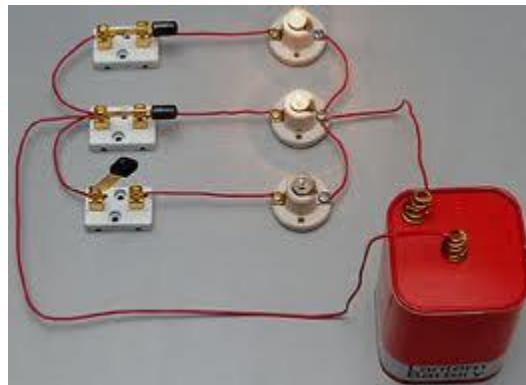


บทที่ 5

การแปลงวงจรความต้านทาน สตาร์-เดลต้า

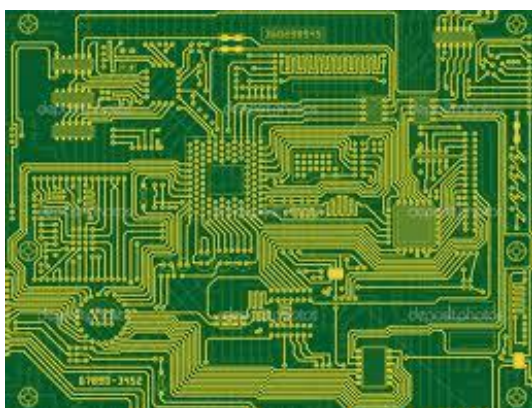


วัตถุประสงค์

1. อธิบายวิธีการแปลงวงจรความต้านทานสตาร์-เดลต้าได้
2. คำนวณวงจรความต้านทานสตาร์-เดลต้าได้
3. แก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าด้วยการแปลงสตาร์-เดลต้าได้

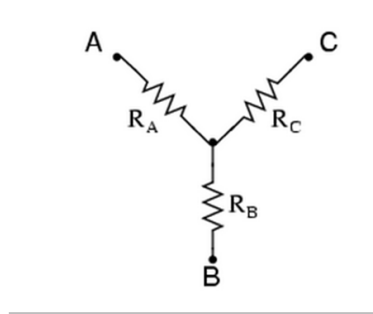
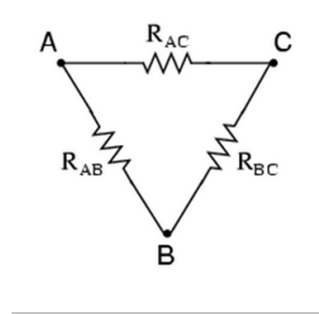
5-1 บทนำ

ในวงจรไฟฟ้าที่ซับซ้อนบางครั้งไม่สามารถหาค่าความต้านทานรวมของวงจรได้จากการใช้หลักการของวงจรขนานหรืออนุกรม การแปลงตัวต้านทานที่ต่อแบบสตาร์หรือเดลต้า จึงเป็นวิธีการแก้ปัญหาโดยวิธีหนึ่งที่ใช้ในกรณีที่มีการต่อวงจรตัวต้านทานแบบที่ไม่อยู่ในรูปแบบอนุกรมหรือขนานเมื่อแปลงรูปแบบการวางตัวต้านทานไปแล้วจะสามารถรวมค่าความต้านทานได้ การต่อตัวต้านทานในที่นี้เป็นการเชื่อมต่อตัวต้านทานระหว่างจุดเชื่อมต่อ 3 จุด ในรูป 5-1 คือ จุด A B, C ซึ่งมี 2



รูปแบบ คือ แบบสตาร์ (Star) หรือ วาย (Y) หรือ และอีกรูปแบบหนึ่งคือแบบเดลต้า (Delta) เป็นการเชื่อมโยงตัวต้านทานมีลักษณะคล้ายรูปสามเหลี่ยม

Y (Star) network

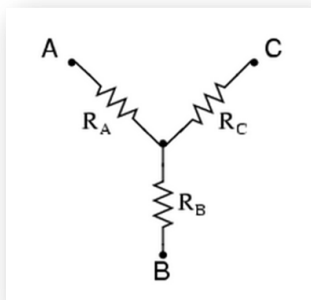
 Δ (Delta) network

รูปที่ 5-1 วงจรความต้านทานสตาร์-เดลต้า

5-2 การแปลงวงจรความต้านทานสตาร์-เดลต้า และ เดลต้า-สตาร์

จากรูปที่ 5-1 สมการที่ใช้ในการแปลงวงจรตัวต้านทาน จาก สตาร์(Y) เป็น เดลต้า(Δ)หรือจากเดลต้า เป็น สตาร์ ทำได้โดยการใช้สมการการแปลงดังต่อไปนี้

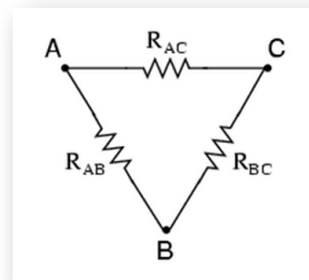
การแปลงวงจรความต้านทานสตาร์-เดลต้า

Y to Δ Transformation

$$R_{AB} = \frac{R_A R_B + R_A R_C + R_B R_C}{R_C}$$

$$R_{BC} = \frac{R_A R_B + R_A R_C + R_B R_C}{R_A}$$

$$R_{AC} = \frac{R_A R_B + R_A R_C + R_B R_C}{R_B}$$



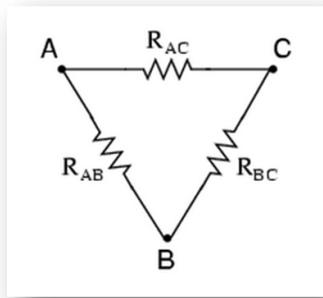
รูปที่ 5-2 สูตรการแปลงความต้านทานสตาร์-เดลต้า

สรุป การแปลง เดลต้า – สตาร์

“ค่าความต้านทานในเดลต้า จะมีค่าเท่ากับผลบวกของผลคูณของความต้านทานในสตาร์ที่ละคู่หารด้วยความต้านทานในสตาร์ที่อยู่ตรงกันข้ามกับความต้านทานในเดลต้า ”

การแปลงวงจรความต้านทานเดลต้า – สตาร์

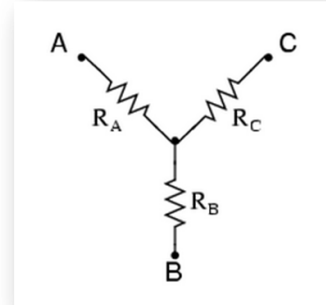
Δ to Y Transformation



$$R_A = \frac{R_{AB} R_{AC}}{R_{AB} + R_{AC} + R_{BC}}$$

$$R_B = \frac{R_{AB} R_{BC}}{R_{AB} + R_{AC} + R_{BC}}$$

$$R_C = \frac{R_{AC} R_{BC}}{R_{AB} + R_{AC} + R_{BC}}$$



รูปที่ 5-3 สูตรการแปลงความต้านทานเดลต้า – สตาร์

สรุป การแปลง เดลต้า – สตาร์

“ค่าความต้านทานในสตาร์ จะมีค่าเท่ากับผลคูณของความต้านทานในเดลต้าที่ประกบอยู่ทั้งสองข้างในด้านเดียวกันหารด้วยผลบวกของความต้านทานทุกตัวในเดลต้า ”

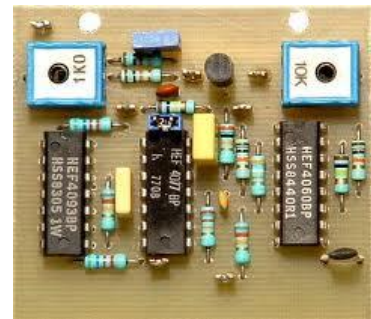
กรณีที่ค่าความต้านทานในวงจรสตาร์ หรือเดลต้า มีค่าเท่ากันทุกตัว

$$1. \text{ ถ้า } R_A = R_B = R_C = R_Y$$

$$2. \text{ ถ้า } R_{AB} = R_{BC} = R_{CA} = R_{\Delta}$$

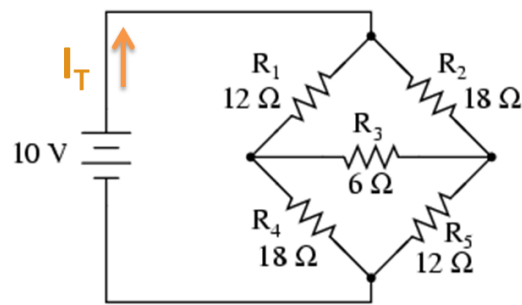
เรียกว่า วงจรสตาร์สมดุล และเดลต้าสมดุล จะได้ความสัมพันธ์ระหว่างวงจรสตาร์ และเดลต้า ดังต่อไปนี้ คือ ความต้านทานสตาร์จะเท่ากับค่าความต้านทานเดลต้าหารด้วยสาม

$$R_Y = \frac{R_{\Delta}}{3} \quad \text{or} \quad R_{\Delta} = 3R_Y$$



5-3 โจทย์ปัญหา

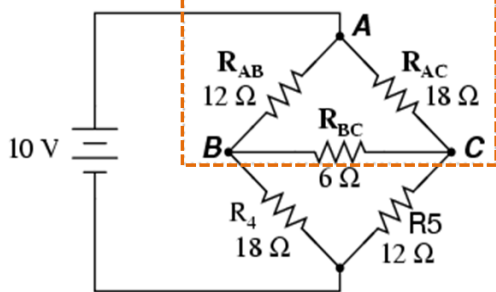
ตัวอย่างที่ 5-1 วงจรบริดจ์ดังรูปที่ 5-4 จงหาค่ากระแสไฟฟ้ารวมที่แหล่งจ่ายไฟฟ้าจ่ายออกมา



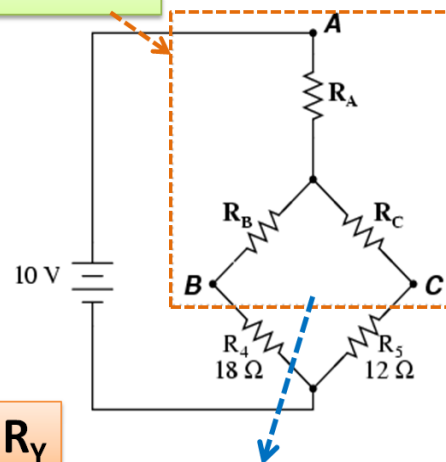
รูปที่ 5-4

จากวงจรนี้จะเห็นว่า ไม่สามารถหาค่าความต้านทานรวม R_T ของวงจร ที่เกิดจากการรวมกันแบบ ขนาน หรือ อนุกรม จากตัวต้านทาน $R_1 - R_5$ ได้จึงต้องนำวิธีการแปลงสตาร์ เดลต้ามาใช้ให้พิจารณาจากรูปต่อไปนี้ ทีละขั้นตอน

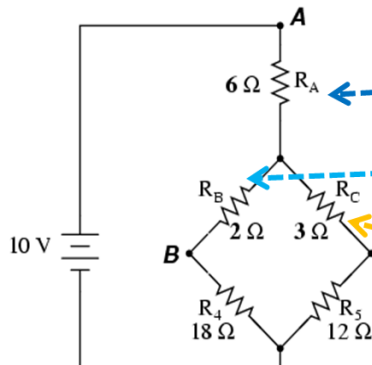
1. เลือกส่วนที่จะแปลง



2. แปลง Δ เป็น Y



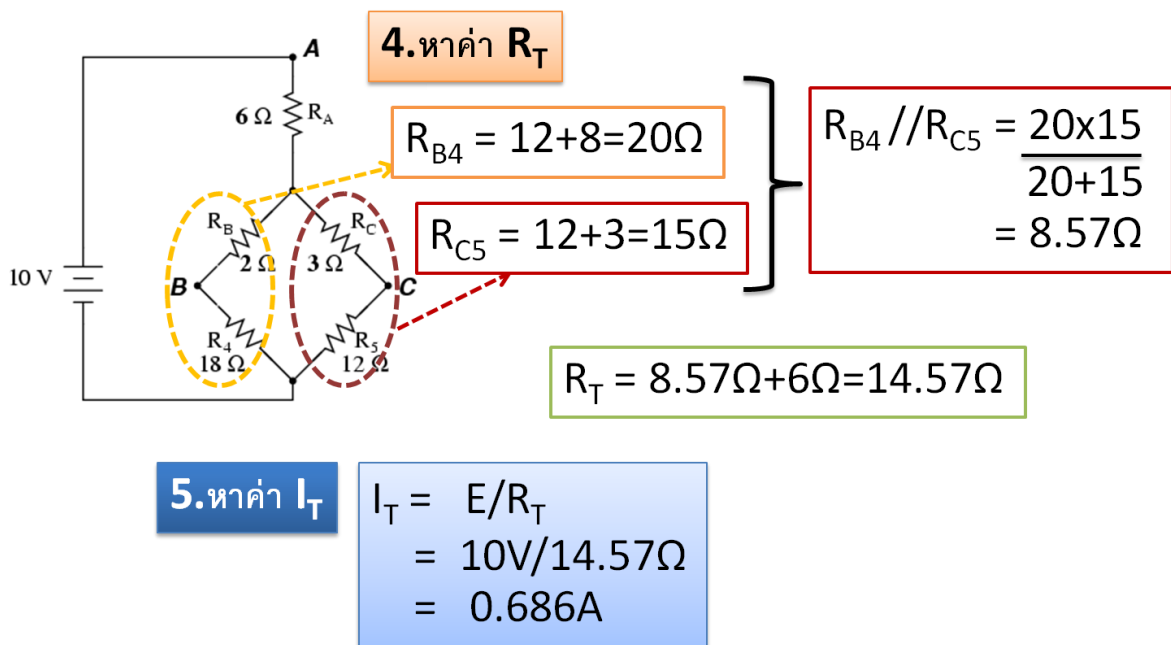
3. หาค่า R_Y



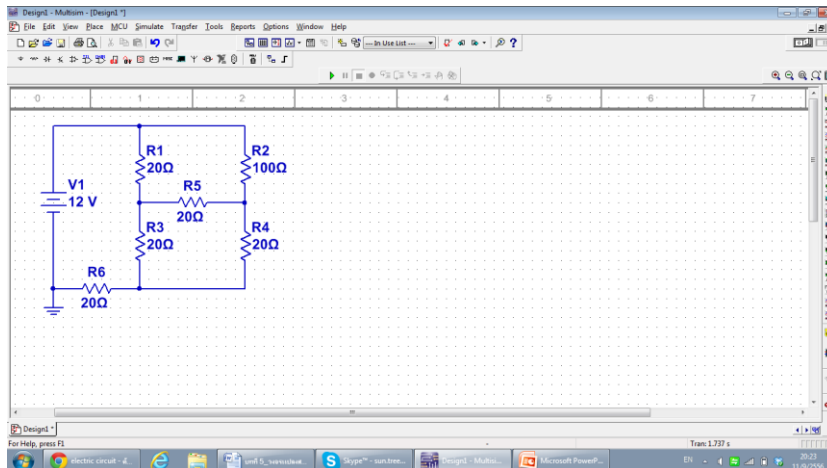
$$R_A = \frac{(12\ \Omega)(18\ \Omega)}{(12\ \Omega) + (18\ \Omega) + (6\ \Omega)} = \frac{216}{36} = 6\ \Omega$$

$$R_B = \frac{(12\ \Omega)(6\ \Omega)}{(12\ \Omega) + (18\ \Omega) + (6\ \Omega)} = \frac{72}{36} = 2\ \Omega$$

$$R_C = \frac{(18\ \Omega)(6\ \Omega)}{(12\ \Omega) + (18\ \Omega) + (6\ \Omega)} = \frac{108}{36} = 3\ \Omega$$

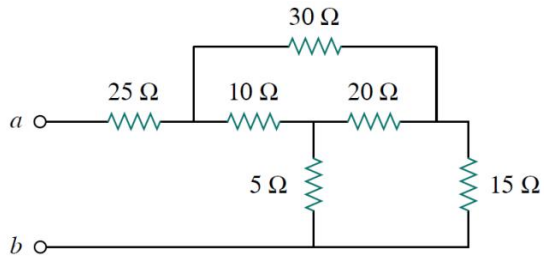


อ้างอิง : http://www.allaboutcircuits.com/vol_1/chpt_10/13.html



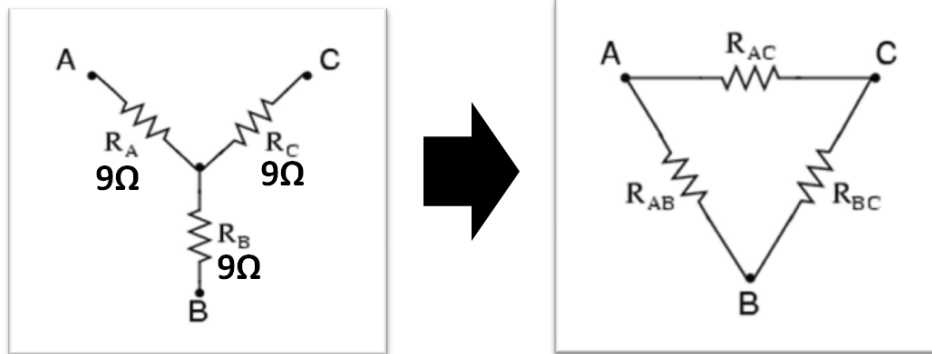
แบบฝึกหัด การแปลงวงจรความต้านทานสตาร์-เดลต้า

- จากวงจรรูปที่ 5-5 จงคำนวณหาค่าความต้านทานระหว่างขั้ว a-b
- ELWE (THAI LAND)

ก. 35.26 Ω ข. 36.25 Ω ค. 45.25 Ω ง. 38.22 Ω

รูปที่ 5-5

จากวงจรรูปที่ 5-6 ใช้ตอบคำถามข้อ 2-3

2. ค่าความต้านทาน $R_{AB} = ?$ ก. 3 Ω ข. 6 Ω ค. 9 Ω ง. 27 Ω 3. ค่าความต้านทาน $R_{BC} = ?$ ก. 3 Ω ข. 6 Ω ค. 9 Ω ง. 27 Ω 4. ค่าความต้านทาน $R_T = ?$ ก. 33.33 Ω ข. 36.66 Ω ค. 33.66 Ω ง. 36.33 Ω 5. ค่ากระแสไฟฟ้า $I_T = ?$

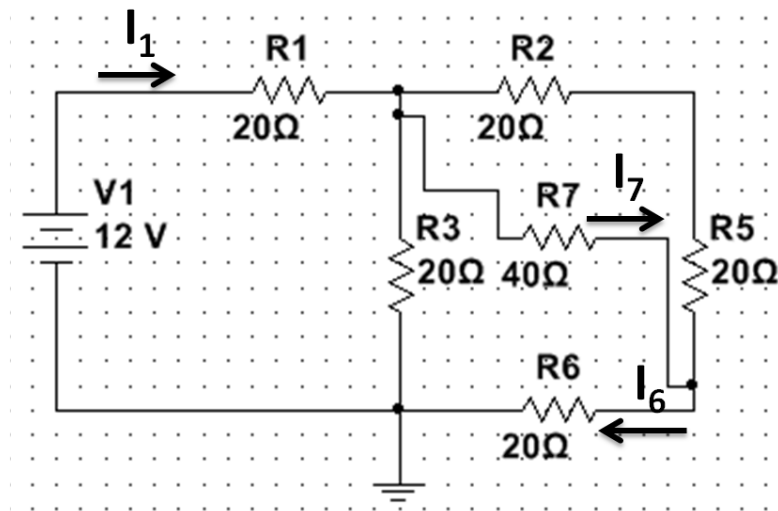
ก. 240 mA

ข. 136 mA

ค. 360 mA

ง. 36 mA

จากวงจรต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 4-7



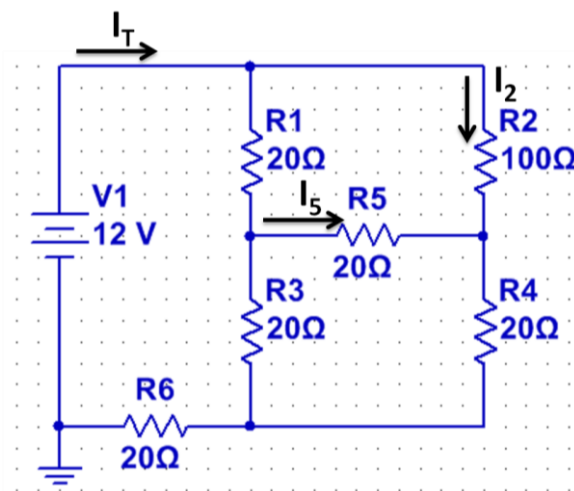
6. ค่ากระแสไฟฟ้า $I_7 = ?$

ก. 40mA ข. 60mA ค. 80mA ง. 120mA

7. ค่ากระแสไฟฟ้า $I_6 = ?$

ก. 40mA ข. 60mA ค. 80mA ง. 120mA

จากวงจรต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 8-12



8. ค่าความต้านทานรวม $R_T = ?$

ก. 54 Ω ข. 48 Ω ค. 36 Ω ง. 32 Ω

9. ค่ากระแสไฟฟ้ารวม $I_T = ?$

ก. 350mA ข. 306mA ค. 250mA ง. 220mA

10. ค่ากระแสไฟฟ้า $I_5 = ?$

ก. 35mA

ข. 50mA

ค. 60mA

ง. 70mA

11. ค่ากระแสไฟฟ้า $I_2 = ?$

ก. 35mA

ข. 50mA

ค. 60mA

ง. 70mA

12. ค่าแรงดันไฟฟ้า $V_{R6} = ?$

ก. 1V

ข. 7V

ค. 6V

ง. 5 V

