บทที่ 6
การวิเคราะห์วงจรแบบสตาร์และเดลต้า

รูปแบบการแปลงตัวต้านทานแบบสตาร์เป็นเดลต้าและการแปลงแบบเดลต้าเป็นสตาร์เป็นวิธีการแก้ปัญหาในการคำนวณหาค่าปริมาณทางไฟฟ้าต่าง ๆ ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งที่ใช้ในกรณีที่มีการเชื่อมต่อตัวต้านทานแบบที่ไม่อยู่ในรูปแบบการต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมหรือแบบขนานดังได้กล่าวอย่างละเอียดผ่านมาแล้วในบทที่ 4 ซึ่งในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงใด ๆ ที่มีการต่อตัวต้านทานที่ยุ่งยากและซับซ้อนหรือการเชื่อมต่อวงจรในรูปแบบวายเป็นการโยงตัวต้านทานระหว่างจุดสามจุดไปเชื่อมโยงกันตรงกลาง และการเชื่อมต่อวงจรในรูปแบบเดลต้าเป็นการเชื่อมโยงตัวต้านทานระหว่างจุดต่อจุดเป็นลักษณะคล้ายกับรูปสามเหลี่ยม ในการวิเคราะห์วงจรแบบสตาร์และเดลต้าสามารถทำได้โดยการแปลงการต่อวงจรแบบสตาร์เป็นเดลต้าและการแปลงการต่อวงจรแบบเดลต้าเป็นสตาร์จะเป็นวิธีการช่วยลดความยุ่งยากในการคำนวณ และเพื่อหาค่าความต้านทานรวมในวงจรไฟฟ้าที่มีความซับซ้อนที่ไม่สามารถคำนวณหาค่าความต้านทานรวมได้เช่นเดียวกันกับการต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมและขนาน และการนำรูปแบบการต่อวงจรแบบสตาร์เดลต้าไปใช้งานส่วนใหญ่นิยมนำไปใช้งานในการควบคุมมอเตอร์สามเฟสแบบสตาร์เดลต้า ซึ่งในบทเรียนนี้จะกล่าวถึงสาระสำคัญในการคำนวณหาค่าปริมาณทางไฟฟ้าที่มีการต่อวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่ยุ่งยากและซับซ้อน เพื่อการแก้ปัญหาในการคำนวณหาค่าต่าง ๆ ตามหลักการของการแปลงตัวต้านทานแบบสตาร์เป็นเดลต้าและการแปลงแบบเดลต้าเป็นสตาร์โดยทำการเปลี่ยนการต่อวงจรไฟฟ้าแบบเดิมให้เป็นวงจรไฟฟ้าแบบใหม่เพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณ

หลักการแปลงวงจรแบบสตาร์และแบบเดลต้า

การแปลงวงจรแบบสตาร์ (Star) หรือวงจรแบบวาย (Y) และการแปลงวงจรแบบเดลต้า (Delta) ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งในการยุบวงจรจากรูปแบบหนึ่งไปเป็นวงจรอีกรูปแบบหนึ่งเพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณ เนื่องจากในการคำนวณหาค่าความต้านทานรวมภายในวงจรบางครั้งนั้นไม่สามารถคำนวณหาค่าความต้านทานรวมตามหลักการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรงในเนื้อหาบทที่ 4 ได้ จึงจำเป็นต้องใช้วิธีการแปลงวงจรแบบสตาร์และแบบเดลต้า และได้มีผู้กล่าวถึงหลักการแปลงวงจรแบบสตาร์และแบบเดลต้า มีดังนี้

ชัด อินทะสี (2553 : 99) กล่าวว่า หลักการคำนวณหาค่าความต้านทานรวมในวงจรไฟฟ้าใด ๆ บางครั้งต้องแปลงการต่อวงจรจากสตาร์เป็นเดลต้าหรือการแปลงวงจรแบบเดลต้าเป็นแบบสตาร์จึงจะสามารถหาค่าความต้านทานรวมได้

บรรณญัติ บริบูรณ์ (2556 : 1) กล่าวว่า ในการหาค่าความต้านทานรวมของการต่อวงจรแบบอนุกรมและแบบขนาน สามารถหาค่าความต้านทานรวมตามหลักการแปลงวงจรแบบสตาร์และแบบเดลต้า ซึ่งเป็นวิธีการที่ช่วยให้การใช้กฎของโอห์มหรือกฎของเคอร์ชอฟฟ์มีความสะดวกมากยิ่งขึ้น โดยรูปแบบการต่อตัวต้านทานในวงจรไฟฟ้าแบบสตาร์ จะประกอบไปด้วยพจน์ของ R_1, R_2, R_3 และรูปแบบการต่อตัวต้านทานในวงจรไฟฟ้าแบบเดลต้าจะประกอบไปด้วยฟังก์ชันของ R_A, R_B, R_C

วิษณุ บัวเทศ (2558 : 50) กล่าวว่า วิธีการแปลงวงจรแบบสตาร์เป็นเดลต้าจะได้ว่าค่าความต้านทานในแต่ละตัว จะมีค่าเท่ากับผลบวกของผลคูณค่าความต้านทานในวงจรแบบสตาร์ในแต่ละคู่หารด้วยค่าความต้านทานของตัวต้านทานในวงจรแบบสตาร์ที่อยู่ตรงกันข้ามกับตัวต้านทานในวงจรแบบเดลต้า และวิธีการแปลงวงจรแบบเดลต้าเป็นสตาร์จะได้ว่าค่าความต้านทานในแต่ละตัวของวงจรแบบสตาร์มีค่าเท่ากับผลคูณค่าความต้านทานของตัวต้านทานในวงจรแบบเดลต้าซึ่งจะประกบกับตัวต้านทานในวงจรแบบสตาร์หารด้วยผลบวกของค่าความต้านทานทุก ๆ ตัวในวงจรแบบเดลต้า

วุฒิพงศ์ เปลือยศรี (2559 : 1-2) กล่าวว่า ค่าความต้านทานที่แปลงจะเท่ากับผลบวกของผลคูณของความต้านทานแต่ละคู่ในวงจรสตาร์ทั้งหมดหารด้วยความต้านทานแบบสตาร์ตัวที่ไม่ได้ต่อกับความต้านทานแบบเดลต้าจากวิธีการดังกล่าวจะเรียกว่า การแปลงวงจรแบบสตาร์เป็นแบบเดลต้า และค่าความต้านทานที่แปลงจะเท่ากับผลคูณของความต้านทานแบบเดลต้าคู่ที่อยู่ขนาบข้างตัวต้านทานที่แปลงในวงจรสตาร์หารด้วยผลบวกของความต้านทานแบบเดลต้าทั้งหมดจากวิธีการดังกล่าวจะเรียกว่า การแปลงวงจรแบบเดลต้าเป็นแบบสตาร์

ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่ซับซ้อนบางครั้งไม่สามารถหาค่าความต้านทานรวมของวงจรได้ตามหลักการวิเคราะห์วงจรแบบอนุกรมหรือแบบขนาน ซึ่งสามารถแก้ปัญหาการคำนวณเหล่านี้ได้โดยการแปลงตัวต้านทานที่ต่อวงจรแบบสตาร์หรือการต่อวงจรแบบเดลต้ามาใช้งานในการแก้ปัญหาในการคำนวณหาค่าอีกวิธีหนึ่งที่ใช้ในกรณีที่วงจรไม่ได้อยู่ในรูปแบบวงจรอนุกรมและขนานเพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณ และสามารถกล่าวถึงการแปลงจากแบบสตาร์เป็นเดลต้าหรือเดลต้าเป็นสตาร์ ได้ดังนี้

การแปลงวงจรแบบสตาร์เป็นเดลต้า

จากการศึกษาหลักการแปลงวงจรแบบสตาร์และแบบเดลต้าดังกล่าวมาแล้วข้างต้นนั้น เพื่อให้ผู้เรียนทราบถึงหลักการในการแปลงรูปวงจรจากรูปแบบหนึ่งไปเป็นวงจรอีกรูปแบบหนึ่งเพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณ ซึ่งในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงวิธีการแปลงวงจรแบบสตาร์เป็นเดลต้าและได้มีผู้กล่าวถึงการแปลงวงจรแบบสตาร์เป็นเดลต้า มีดังนี้

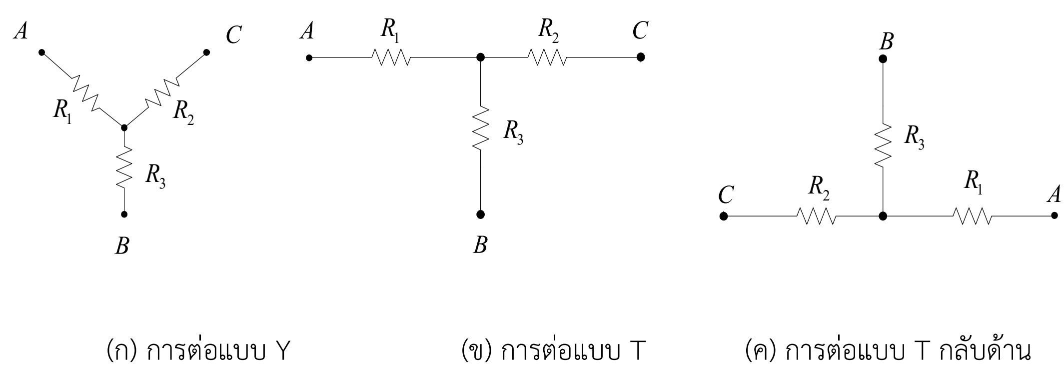
จิระวัฒน์ ใจอ่อนน้อม (2543 : 117) กล่าวว่า การแปลงวงจรแบบสตาร์เป็นเดลต้า คือการแปลงรูปแบบวงจรไฟฟ้าที่อยู่ในรูปแบบวงจรสตาร์ให้เปลี่ยนรูปแบบการต่อวงจรเป็นเดลต้า จะทำให้

ค่าความต้านทานที่อยู่ในรูปแบบวงจรใหม่นั้นเปลี่ยนแปลงไป สามารถพิจารณาได้จากการแปลงวงจรแบบสตาร์ที่ประกอบไปด้วยพจน์ของ R_1, R_2, R_3 ไปเป็นแบบเดลต้าที่ประกอบไปด้วยฟังก์ชันของ R_A, R_B, R_C

ประสิทธิ์ ภูสมมา (2553 : 101) กล่าวว่า ในการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่ซับซ้อนบางครั้งไม่สามารถหาค่าความต้านทานรวมของวงจรได้ตามหลักการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าแบบผสม ซึ่งในการแปลงตัวต้านทานที่ต่อวงจรแบบสตาร์หรือแบบเดลต้าจะเป็นวิธีการแก้ปัญหาการคำนวณอีกวิธีหนึ่งที่ใช้ในกรณีที่มีการต่อวงจรตัวต้านทานแบบที่ไม่อยู่ในรูปแบบวงจรอนุกรม และวงจรขนาน

กองพัน อารีรักษ์ (2557 : 87) กล่าวว่า ในการยุบรวมวงจรที่ต่อแบบอนุกรมและขนานให้เหลือตัวต้านทานเพียงตัวเดียวหรือในบางกรณีไม่ได้ต่อวงจรแบบอนุกรมและขนาน แต่เป็นการต่อแบบสตาร์ซึ่งสามารถใช้วิธีการแปลงวงจรแบบสตาร์เป็นเดลต้า เพื่อทำให้วงจรที่ซับซ้อนยุบรวมเป็นวงจรแบบง่ายได้และสามารถคำนวณหาค่าความต้านทานรวมให้มีความง่ายต่อการคำนวณมากยิ่งขึ้น

ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า การแปลงวงจรแบบสตาร์เป็นเดลต้าเป็นการช่วยลดความยุ่งยากในการคำนวณหาค่าความต้านทานรวมในวงจรไฟฟ้าที่มีความซับซ้อน ในกรณีที่ไม่สามารถคำนวณโดยใช้การหาค่าความต้านทานรวมในรูปแบบการต่อวงจรอนุกรม ขนาน และผสม และสามารถแสดงลักษณะการต่อวงจรไฟฟ้าที่คล้ายกับการต่อแบบอนุกรมในที่นี้เป็นการเชื่อมต่อตัวต้านทานระหว่าง 3 จุด เป็นการต่อตัวต้านทานแบบสตาร์ (Star) หรือ วาย (Y) ดังภาพที่ 6.1



ภาพที่ 6.1 การต่อตัวต้านทานแบบสตาร์
ที่มา : ประสิทธิ์ ภูสมมา (2553 : 101)

การหาความสัมพันธ์ของการแปลงสตาร์เป็นเดลต้า สามารถหาค่าความต้านทานในรูปแบบเดลต้าเมื่อแปลงวงจรจากรูปแบบสตาร์ไปแล้ว (โตศักดิ์ ทัศนานุตริยะ. 2542 : 347) สามารถวิเคราะห์สมการได้ดังนี้

จะได้ว่า $$\frac{R_3}{R_1} = \frac{(R_A \times R_B)/(R_A + R_B + R_C)}{(R_B \times R_C)/(R_A + R_B + R_C)}$$
$$= \frac{R_A}{R_C}$$

$$R_A = \frac{R_C \times R_3}{R_1} \quad (1)$$

นำสมการมาหารจะได้ว่า $$\frac{R_3}{R_2} = \frac{(R_A \times R_B)/(R_A + R_B + R_C)}{(R_A \times R_C)/(R_A + R_B + R_C)}$$
$$= \frac{R_B}{R_C}$$

$$R_B = \frac{R_C \times R_3}{R_2} \quad (2)$$

แทนค่าสมการ R_A และ R_B จะได้ว่า

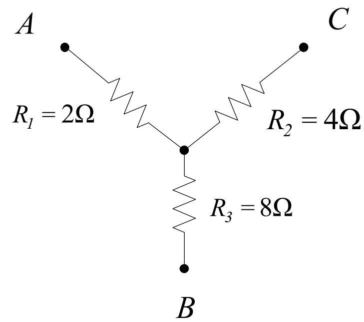
$$R_2 = \frac{(R_C \times R_3 / R_1) \times R_C}{(R_C \times R_3 / R_1) + (R_C \times R_3 / R_2) + R_C}$$
$$= \frac{(R_3 / R_1) \times R_C}{(R_3 / R_1) + (R_3 / R_2) + 1}$$
$$= \frac{(R_3 / R_1) \times R_C}{((R_1 \times R_2) + (R_1 \times R_3) + (R_2 \times R_3)) \; / \; (R_1 \times R_2)}$$
$$R_2 = \frac{R_2 \times R_3 \times R_C}{((R_1 \times R_2) + (R_1 \times R_3) + (R_2 \times R_3))} \quad (3)$$

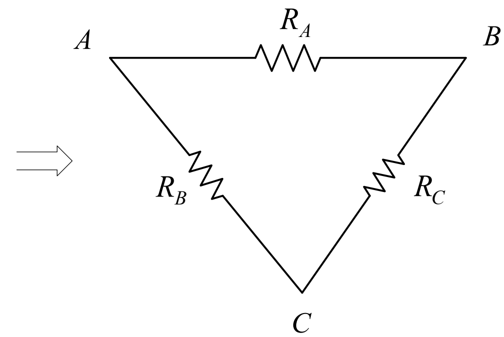
เมื่อดำเนินการในทำนองเดียวกันแล้วเพื่อหาสมการของตัวต้านทาน R_A, R_B และ R_C จะได้สมการ (ชัญชนา ตั้งวงศ์ศานต์ และคณะ. 2556 : 58) ดังต่อไปนี้

$$R_A = \frac{(R_1 \times R_2) + (R_2 \times R_3) + (R_3 \times R_1)}{R_1} \quad (4)$$
$$R_B = \frac{(R_1 \times R_2) + (R_2 \times R_3) + (R_3 \times R_1)}{R_2} \quad (5)$$
$$R_C = \frac{(R_1 \times R_2) + (R_2 \times R_3) + (R_3 \times R_1)}{R_3} \quad (6)$$

จากการศึกษาความสัมพันธ์ของการแปลงสตาร์เป็นเดลต้าในการคำนวณวงจรไฟฟ้าที่ยุ่งยาก การเปลี่ยนการต่อตัวต้านทานแบบสตาร์เป็นการต่อแบบเดลต้าผลลัพธ์ที่ได้จากการเปลี่ยนการต่อวงจรจะได้ตัวต้านทานที่ต่อขนานกับตัวต้านทานที่มีอยู่ในวงจรไฟฟ้า จากการยุบรวมวงจรไฟฟ้าส่วนที่ต่อขนานกันโดยใช้สูตร (ผลคูณหารด้วยผลบวก) ของค่าความต้านทานจะแสดงดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 6.1 จงคำนวณหาค่าความต้านทาน R_A, R_B และ R_C โดยแปลงวงจรแบบสตาร์เป็นเดลต้าที่กำหนดให้ ดังภาพที่ 6.2





(ก) วงจรแบบสตาร์ (ข) วงจรแบบเดลต้า

ภาพที่ 6.2 รูปแบบการแปลงสตาร์เป็นเดลต้า

วิธีทำ

จากหลักการแปลงรูปแบบตัวต้านทานแบบสตาร์เป็นเดลต้า สามารถหาค่าความต้านทานได้ดังนี้

$$R_A = \frac{(R_1 \times R_2) + (R_2 \times R_3) + (R_3 \times R_1)}{R_1}$$

$$= \frac{(2\Omega \times 4\Omega) + (4\Omega \times 8\Omega) + (8\Omega \times 2\Omega)}{2\Omega}$$

$$= \frac{56\Omega}{2\Omega}$$

$$= 28\Omega$$

$$R_B = \frac{(R_1 \times R_2) + (R_2 \times R_3) + (R_3 \times R_1)}{R_2}$$

$$= \frac{(2\Omega \times 4\Omega) + (4\Omega \times 8\Omega) + (8\Omega \times 2\Omega)}{4\Omega}$$

$$= \frac{56\Omega}{4\Omega}$$

$$= 14\Omega$$

$$R_C = \frac{(R_1 \times R_2) + (R_2 \times R_3) + (R_3 \times R_1)}{R_3}$$

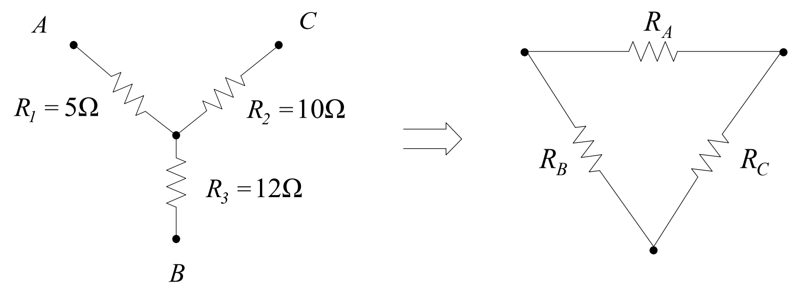
$$= \frac{(2\Omega \times 4\Omega) + (4\Omega \times 8\Omega) + (8\Omega \times 2\Omega)}{8\Omega}$$

$$= \frac{56\Omega}{8\Omega}$$

$$= 7\Omega$$

ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่าค่าความต้านทาน R_A มีค่าเท่ากับ 28Ω ค่าความต้านทาน R_B มีค่าเท่ากับ 14Ω และค่าความต้านทาน R_C มีค่าเท่ากับ 7Ω

ตัวอย่างที่ 6.2 จงหาค่าความต้านทาน R_A, R_B และ R_C ที่กำหนดให้ ดังภาพที่ 6.3



(ก) วงจรแบบสตาร์ (ข) วงจรแบบเดลต้า

ภาพที่ 6.3 การแปลงตัวต้านทานแบบสตาร์เป็นเดลต้า

วิธีทำ

จากหลักการแปลงตัวต้านทานแบบสตาร์เป็นเดลต้า สามารถหาค่าความต้านทาน ดังนี้

$$R_A = \frac{(R_1 \times R_2) + (R_2 \times R_3) + (R_3 \times R_1)}{R_1}$$

$$= \frac{(5\Omega \times 10\Omega) + (10\Omega \times 12\Omega) + (12\Omega \times 5\Omega)}{5\Omega}$$

$$= \frac{230\Omega}{5\Omega} = 46\Omega$$

$$R_B = \frac{(R_1 \times R_2) + (R_2 \times R_3) + (R_3 \times R_1)}{R_3}$$

$$= \frac{(5\Omega \times 10\Omega) + (10\Omega \times 12\Omega) + (12\Omega \times 5\Omega)}{12\Omega}$$

$$= \frac{230\Omega}{12\Omega} = 19.16\Omega$$

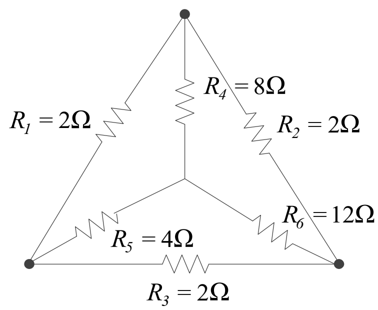
$$R_C = \frac{(R_1 \times R_2) + (R_2 \times R_3) + (R_3 \times R_1)}{R_2}$$

$$= \frac{(5\Omega \times 10\Omega) + (10\Omega \times 12\Omega) + (12\Omega \times 5\Omega)}{10\Omega}$$

$$= \frac{230\Omega}{10\Omega} = 23\Omega$$

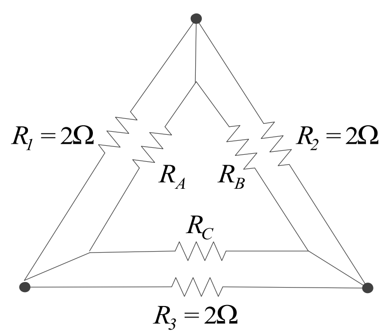
ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่าค่าความต้านทาน R_A มีค่าเท่ากับ 46Ω ค่าความต้านทาน R_B มีค่าเท่ากับ 19.16Ω และค่าความต้านทาน R_C มีค่าเท่ากับ 23Ω

ตัวอย่างที่ 6.3 จงหาค่าความต้านทานรวมในวงจรที่กำหนดให้ ดังภาพที่ 6.4



ภาพที่ 6.4 วงจรไฟฟ้าแบบสตาร์และเดลต้า

จากภาพที่ 6.4 สามารถแปลงวงจรแบบสตาร์เป็นเดลต้า โดยพิจารณาจากค่าความต้านทาน R_4, R_5 และ R_6 และเขียนวงจรการแปลงสตาร์เป็นเดลต้าจะประกอบไปด้วย R_A, R_B และ R_C ได้ดังภาพที่ 6.5



ภาพที่ 6.5 การแปลงวงจรแบบสตาร์เป็นเดลต้า

วิธีทำ

จากหลักการแปลงรูปแบบตัวต้านทานแบบสตาร์เป็นเดลต้า สามารถหาค่าความต้านทานได้ดังนี้

$$R_A = \frac{(R_4 \times R_5) + (R_5 \times R_6) + (R_6 \times R_4)}{R_6}$$

$$= \frac{(8\Omega \times 4\Omega) + (4\Omega \times 12\Omega) + (12\Omega \times 8\Omega)}{12\Omega}$$

$$= \frac{176\Omega}{12\Omega}$$

$$= 14.66\Omega$$

$$R_B = \frac{(R_4 \times R_5) + (R_5 \times R_6) + (R_6 \times R_4)}{R_5}$$

$$= \frac{(8\Omega \times 4\Omega) + (4\Omega \times 12\Omega) + (12\Omega \times 8\Omega)}{4\Omega}$$

$$= \frac{176\Omega}{4\Omega}$$

$$= 44\Omega$$

$$R_C = \frac{(R_4 \times R_5) + (R_5 \times R_6) + (R_6 \times R_4)}{R_4}$$

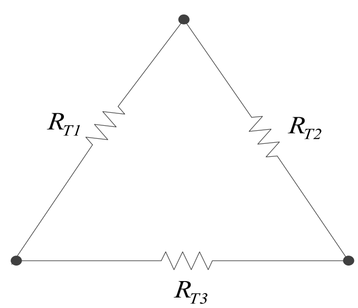
$$= \frac{(8\Omega \times 4\Omega) + (4\Omega \times 12\Omega) + (12\Omega \times 8\Omega)}{8\Omega}$$

$$= \frac{176\Omega}{8\Omega}$$

$$= 22\Omega$$

ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่า ค่าความต้านทาน R_A มีค่าเท่ากับ 14.66Ω
ค่าความต้านทาน R_B มีค่าเท่ากับ 44Ω
และค่าความต้านทาน R_C มีค่าเท่ากับ 22Ω

จากการคำนวณหาค่า R_A, R_B และ R_C สามารถยุบวงจรได้โดยการพิจารณาจากค่าความต้านทาน R_1, R_2 และ R_3 ดังภาพที่ 6.6



ภาพที่ 6.6 การยุบวงจรขนานในลักษณะวงจรแบบเดลต้า

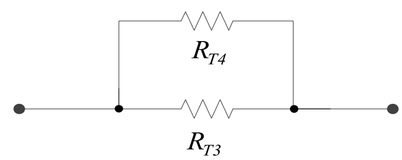
$$R_{T1} = \frac{R_1 \times R_A}{R_1 + R_A} = \frac{2\Omega \times 14.66\Omega}{2\Omega + 14.66\Omega} = 1.75\Omega$$

$$R_{T2} = \frac{R_2 \times R_B}{R_2 + R_B} = \frac{2\Omega \times 44\Omega}{2\Omega + 44\Omega} = 1.91\Omega$$

$$R_{T3} = \frac{R_3 \times R_C}{R_3 + R_C} = \frac{2\Omega \times 22\Omega}{2\Omega + 22\Omega} = 1.83\Omega$$

ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่า ค่าความต้านทาน R_{T1} มีค่าเท่ากับ 1.75Ω
ค่าความต้านทาน R_{T2} มีค่าเท่ากับ 1.91Ω
และค่าความต้านทาน R_{T3} มีค่าเท่ากับ 1.83Ω

จากการคำนวณหาค่า R_{T1}, R_{T2} และ R_{T3} สามารถยุบวงจรรวมได้ ดังภาพที่ 6.7



ภาพที่ 6.7 การยุบวงจรอนุกรมในลักษณะวงจรแบบเดลต้า

$$R_{T4} = R_{T1} + R_{T2} = 1.75\Omega + 1.91\Omega$$
$$= 3.66\Omega$$
$$R_T = \frac{R_{T3} \times R_{T4}}{R_{T3} + R_{T4}} = \frac{1.83\Omega \times 3.66\Omega}{1.83\Omega + 3.66\Omega}$$
$$= 1.22\Omega$$

ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่า ค่าความต้านทานรวม R_T มีค่าเท่ากับ 1.22Ω

การแปลงวงจรแบบเดลต้าเป็นสตาร์

จากการศึกษาวิธีการแปลงวงจรแบบสตาร์เป็นเดลต้าในวงจรไฟฟ้าใด ๆ ตามตัวอย่างการวิเคราะห์วงจรในการแปลงวงจรแบบสตาร์เป็นเดลต้าที่ผ่านมานั้นจะเป็นการต่อวงจรในรูปแบบสตาร์ ดังนั้นในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงวิธีการแปลงวงจรแบบเดลต้าเป็นสตาร์โดยมีตัวต้านทานต่อวงจรในรูปแบบเดลต้า และได้มีผู้กล่าวถึงการแปลงวงจรแบบเดลต้าเป็นสตาร์ มีดังนี้

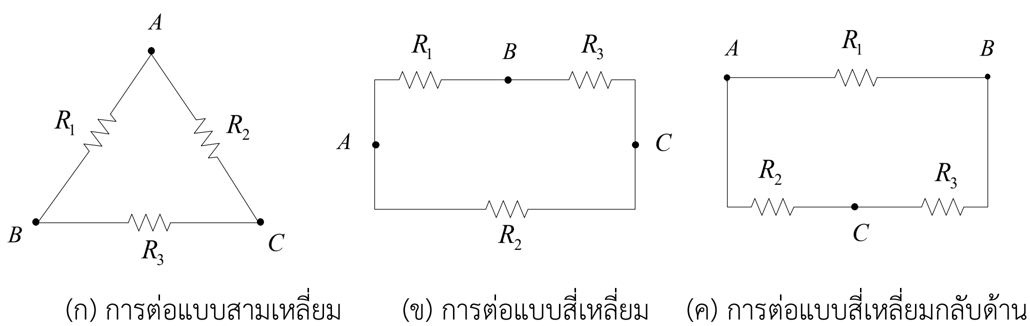
จิระวัฒน์ ใจอ่อนน้อม (2543 : 117) กล่าวว่า การแปลงวงจรแบบเดลต้าเป็นสตาร์ คือการแปลงรูปแบบวงจรไฟฟ้าที่อยู่ในรูปแบบวงจรเดลต้าให้เปลี่ยนรูปแบบการต่อวงจรเป็นสตาร์ จะทำให้ค่าความต้านทานที่อยู่ในรูปแบบวงจรใหม่นั้นเปลี่ยนแปลงไป สามารถพิจารณาได้จากการแปลงวงจรแบบเดลต้าที่ประกอบไปด้วยฟังก์ชันของ R_A, R_B, R_C ไปเป็นแบบสตาร์ที่ประกอบไปด้วยพจน์ของ R_1, R_2, R_3

ประสิทธิ์ ภูสมมา. (2553 : 101) กล่าวว่า ในวงจรไฟฟ้าแบบผสมใด ๆ จำเป็นที่จะต้องเปลี่ยนจากการต่อวงจรอีกแบบหนึ่งไปเป็นการต่อวงจรอีกแบบ เพื่อหาค่าความต้านทานรวมในวงจร

ด้วยวิธีการแปลงวงจรแบบเดลต้าจะประกอบไปด้วยฟังก์ชันของ R_A, R_B, R_C ไปเป็นแบบสตาร์จะประกอบไปด้วยพจน์ของ R_1, R_2, R_3

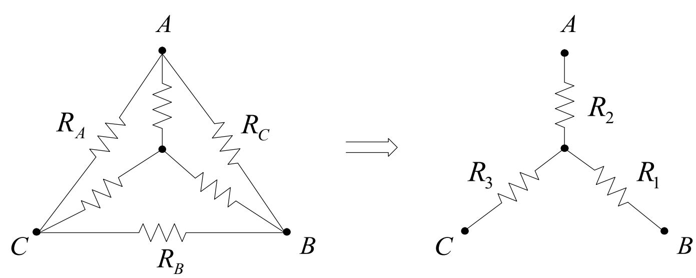
กองพัน อารีรักษ์ (2557 : 87) กล่าวว่า ในการยุบรวมวงจรที่ต่อแบบอนุกรมและขนานให้เหลือตัวต้านทานเพียงตัวเดียวหรือในบางกรณีไม่ได้ต่อวงจรแบบอนุกรมและขนาน แต่เป็นการต่อแบบเดลต้า ซึ่งสามารถใช้วิธีการแปลงวงจรแบบเดลต้าเป็นสตาร์เพื่อทำให้วงจรที่ซับซ้อนยุบรวมเป็นวงจรแบบง่ายได้และสามารถคำนวณหาค่าความต้านทานรวมให้มีความง่ายต่อการคำนวณมากยิ่งขึ้น

ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า การแปลงวงจรแบบเดลต้าเป็นสตาร์เป็นการช่วยลดความยุ่งยากในการคำนวณหาค่าความต้านทานรวมในวงจรไฟฟ้าที่มีความซับซ้อน ในกรณีที่ไม่สามารถคำนวณโดยใช้การหาค่าความต้านทานรวมในรูปแบบการต่อวงจรอนุกรม ขนาน และผสม และสามารถแสดงลักษณะการต่อวงจรไฟฟ้าที่คล้ายกับการต่อแบบอนุกรม โดยมีตัวต้านทาน 3 ตัวต่อเรียงกันไปยังปลายสายของตัวต้านทานตัวสุดท้ายจะวนกลับไปต่อที่ต้นสายของตัวต้านทานตัวแรก ดังภาพที่ 6.8



ภาพที่ 6.8 การต่อตัวต้านทานแบบเดลต้า

จากภาพที่ 6.8 สามารถพิจารณาวิธีการเปลี่ยนการต่อวงจรจากวงจรการต่อตัวต้านทานแบบเดลต้าให้เป็นสตาร์ทำได้โดยการเขียนเส้นระหว่างจุดที่ต่อตัวต้านทานแบบเดลต้าเข้ามาตรงกลางรูปแล้วให้เขียนรูปสัญลักษณ์ของตัวต้านทานที่เส้นนี้พร้อมกับตั้งชื่อตัวต้านทานที่เขียนขึ้นมาใหม่ทำเช่นนี้ให้ครบทั้งสามจุดจะได้การต่อตัวต้านทานที่ต่อแบบสตาร์ ดังภาพที่ 6.9



ภาพที่ 6.9 การเปลี่ยนความต้านทานที่ต่อแบบเดลต้าเป็นสตาร์
ที่มา : ชัด อินทะสี (2553 : 111)

การหาความสัมพันธ์ของการแปลงเดลต้าเป็นสตาร์ สามารถหาค่าความต้านทานในรูปแบบสตาร์เมื่อแปลงวงจรจากรูปแบบเดลต้าไปแล้ว (โตศักดิ์ ทัศนานุตริยะ. 2542 : 345-346) สามารถวิเคราะห์สมการได้ดังนี้

$$R_1 + R_3 = \frac{R_B \times (R_A + R_C)}{R_B + (R_A + R_C)} \tag{7}$$

$$R_1 + R_2 = \frac{R_C \times (R_A + R_B)}{R_C + (R_A + R_B)} \tag{8}$$

และ

$$R_2 + R_3 = \frac{R_A \times (R_B + R_C)}{R_A + (R_B + R_C)} \tag{9}$$

*นำสมการที่ลบออก จะได้ว่า

$$(R_2 + R_3) - (R_2 - R_3) = \left(\frac{(R_C \times R_A) + (R_C \times R_B)}{R_A + R_B + R_C}\right) - \left(\frac{(R_B \times R_A) + (R_B \times R_C)}{R_A + R_B + R_C}\right)$$

ดังนั้น

$$R_2 - R_3 = \frac{(R_A \times R_C) - (R_A \times R_B)}{R_A + R_B + R_C} \tag{10}$$

*นำสมการที่ลบออก จะได้ว่า

$$(R_2 + R_3) - (R_2 - R_3) = \left(\frac{(R_A \times R_B) + (R_A \times R_C)}{R_A + R_B + R_C}\right) - \left(\frac{(R_A \times R_C) + (R_A \times R_B)}{R_A + R_B + R_C}\right)$$

$$2R_2 = \frac{2R_A \times R_B}{R_1 + R_2 + R_3} \tag{11}$$

เมื่อดำเนินการในทำนองเดียวกันแล้วเพื่อหาสมการของตัวต้านทาน R_1, R_2 และ R_3 จะได้สมการ (กองพัน อารีรักษ์. 2557 : 87) ดังต่อไปนี้

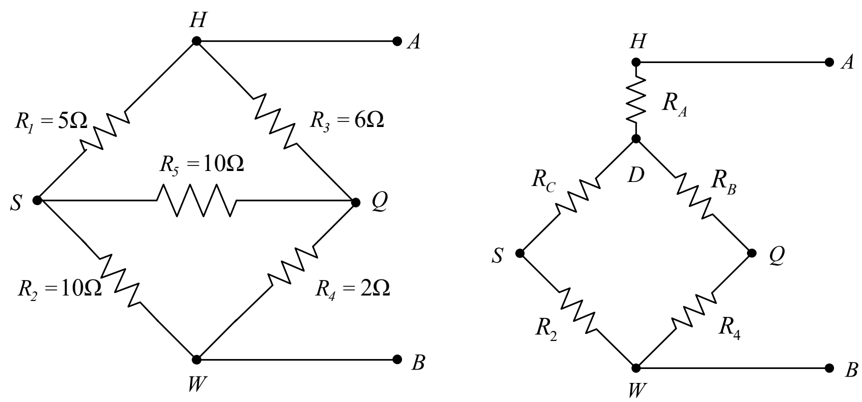
$$R_1 = \frac{R_B \times R_C}{R_A + R_B + R_C} \tag{12}$$

$$R_2 = \frac{R_C \times R_A}{R_A + R_B + R_C} \tag{13}$$

$$R_3 = \frac{R_A \times R_B}{R_A + R_B + R_C} \tag{14}$$

จากการศึกษาความสัมพันธ์ของการแปลงเดลต้าเป็นสตาร์ในการคำนวณวงจรไฟฟ้าที่ยุ่งยาก การเปลี่ยนการต่อตัวต้านทานแบบเดลต้าไปเป็นการต่อแบบสตาร์ จะแสดงดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 6.4 จงหาค่าความต้านทานรวมระหว่างจุด A - B ที่กำหนดให้ ดังภาพที่ 6.10



(ก) (ข)

ภาพที่ 6.10 การแปลงตัวต้านทานแบบเดลต้าเป็นสตาร์ระหว่างจุด H-Q-S (ก) วงจรแบบเดลต้า และ (ข) วงจรที่แปลงจากเดลต้าเป็นสตาร์ระหว่างจุด H-Q-S

วิธีทำ

จากภาพที่ 6.10 (ก) ไม่สามารถคำนวณหาค่าความต้านทานรวมระหว่างจุด A - B ได้โดยตรง เนื่องจากไม่มีส่วนใดของวงจรที่จะรวมความต้านทานแบบอนุกรมหรือขนานได้เมื่อพิจารณาการเชื่อมต่อตัวต้านทานระหว่างจุด H-Q-S และภาพที่ 6.10 (ข) จะได้ตัวต้านทาน R_A, R_B และ R_C โดยใช้หลักการแปลงรูปแบบตัวต้านทานจากเดลต้าเป็นสตาร์ จะได้ว่า

$$R_A = \frac{R_1 \times R_3}{R_1 + R_3 + R_5} = \frac{5\Omega \times 6\Omega}{5\Omega + 6\Omega + 10\Omega}$$

$$= \frac{30\Omega}{21\Omega}$$

$$= 1.42\Omega$$

$$R_B = \frac{R_3 \times R_5}{R_1 + R_3 + R_5} = \frac{6\Omega \times 10\Omega}{5\Omega + 6\Omega + 10\Omega}$$

$$= \frac{60\Omega}{21\Omega}$$

$$= 2.85\Omega$$

$$R_C = \frac{R_5 \times R_1}{R_1 + R_3 + R_5} = \frac{10\Omega \times 5\Omega}{5\Omega + 6\Omega + 10\Omega}$$
$$= \frac{50\Omega}{21\Omega}$$
$$= 2.38\Omega$$

การหาค่าความต้านทานรวมระหว่างจุด D - W

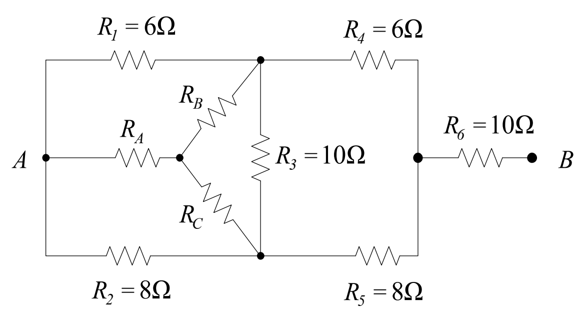
$$R_{DW} = \frac{(R_C + R_2) \times (R_B + R_4)}{(R_C + R_2) + (R_B + R_4)}$$
$$= \frac{(2.38\Omega + 10\Omega) \times (2.85\Omega + 2\Omega)}{(2.38\Omega + 10\Omega) + (2.85\Omega + 2\Omega)}$$
$$= \frac{(12.38\Omega) \times (4.85\Omega)}{(12.38\Omega) + (4.85\Omega)}$$
$$= \frac{60.04\Omega}{17.23\Omega}$$
$$= 3.48\Omega$$

การหาค่าความต้านทานรวมระหว่างจุด A - B

$$R_{AB} = R_T = R_A + R_{DW} = 1.42\Omega + 3.48\Omega$$
$$= 4.9\Omega$$

ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่า ค่าความต้านทานรวม R_T มีค่าเท่ากับ 4.9Ω

ตัวอย่างที่ 6.5 จงหาค่าความต้านทานรวม R_T โดยการแปลงวงจรจากเดลต้าเป็นสตาร์ที่กำหนดให้ ดังภาพที่ 6.11



ภาพที่ 6.11 วงจรในรูปแบบเดลต้า

วิธีทำ

โดยใช้หลักการแปลงรูปแบบตัวต้านทานจากเดลต้าเป็นสตาร์ จะได้ว่า

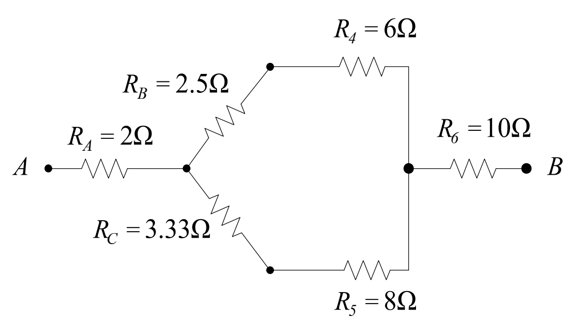
$$R_A = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{6\Omega \times 8\Omega}{6\Omega + 8\Omega + 10\Omega}$$
$$= 2\Omega$$

$$R_B = \frac{R_1 \times R_3}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{6\Omega \times 10\Omega}{6\Omega + 8\Omega + 10\Omega}$$
$$= 2.5\Omega$$

$$R_C = \frac{R_2 \times R_3}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{8\Omega \times 10\Omega}{6\Omega + 8\Omega + 10\Omega}$$
$$= 3.33\Omega$$

ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่า ค่าความต้านทาน R_A มีค่าเท่ากับ 2Ω
ค่าความต้านทาน R_B มีค่าเท่ากับ 2.5Ω
และค่าความต้านทาน R_C มีค่าเท่ากับ 3.33Ω

จากการคำนวณหาค่า R_A, R_B และ R_C สามารถยุบวงจรได้ ดังภาพที่ 6.12

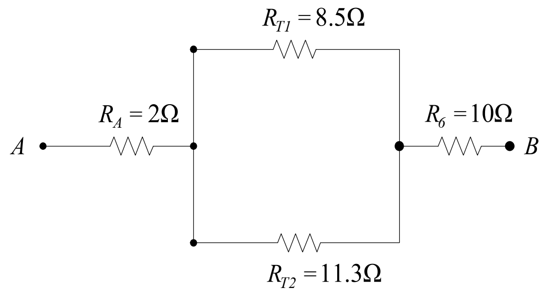


ภาพที่ 6.12 การยุบวงจรจากเดลต้าเป็นสตาร์

จากภาพที่ 6.12 สามารถยุบวงจรรวมจะได้ว่า

$$R_{T1} = R_B + R_4 = 2.5\Omega + 6\Omega$$
$$= 8.5\Omega$$
$$R_{T2} = R_C + R_5 = 3.33\Omega + 8\Omega$$
$$= 11.33\Omega$$

จากการวิเคราะห์วงจร ดังภาพที่ 6.12 สามารถยุบวงจรในรูปแบบวงจรสตาร์เป็นวงจรแบบผสมได้ ดังภาพที่ 6.13



ภาพที่ 6.13 การยุบวงจรจากสตาร์เป็นวงจรแบบผสม

จากภาพที่ 6.13 จะได้ว่า

$$R_{T3} = \frac{R_{T1} \times R_{T2}}{R_{T1} + R_{T2}} = \frac{8.5\Omega \times 11.33\Omega}{8.5\Omega + 11.33\Omega}$$

$$= 4.85\Omega$$

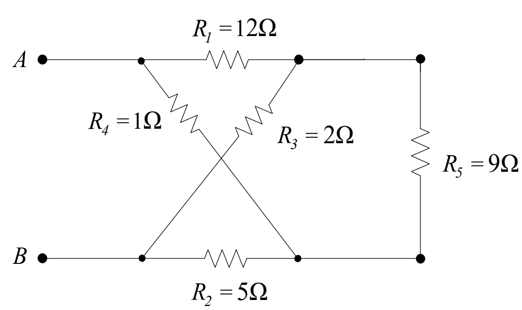
การหาค่าความต้านทานรวมระหว่างจุด A-B

$$R_{AB} = R_T = R_A + R_{T3} + R_6 = 2\Omega + 4.85\Omega + 10\Omega$$

$$= 16.85\Omega$$

ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่า ค่าความต้านทานรวม R_T มีค่าเท่ากับ 16.85Ω

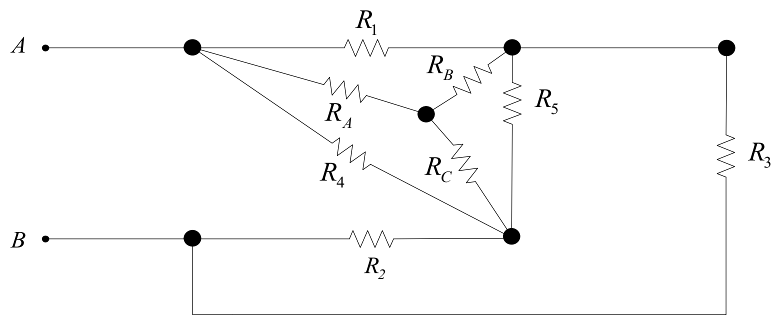
ตัวอย่างที่ 6.6 จงหาค่าความต้านทานรวม R_T ที่จุด A - B ที่กำหนดให้ ดังภาพที่ 6.14



ภาพที่ 6.14 วงจรแบบเดลต้า

วิธีทำ

จากภาพที่ 6.14 จะเห็นได้ว่าตัวต้านทาน R_1, R_4 และ R_5 ต่อกันเป็นสามเหลี่ยมหรือเดลต้าดังนั้นจึงต้องเปลี่ยนให้เป็นแบบสตาร์ ดังภาพที่ 6.15



ภาพที่ 6.15 วงจรที่แปลงจากเดลต้าเป็นสตาร์

จากภาพที่ 6.15 จะได้ว่า

$$R_A = \frac{R_1 \times R_4}{R_1 + R_4 + R_5} = \frac{12\Omega \times 1\Omega}{12\Omega + 1\Omega + 9\Omega}$$

$$= 0.54\Omega$$

$$R_B = \frac{R_1 \times R_5}{R_1 + R_4 + R_5} = \frac{12\Omega \times 9\Omega}{12\Omega + 1\Omega + 9\Omega}$$

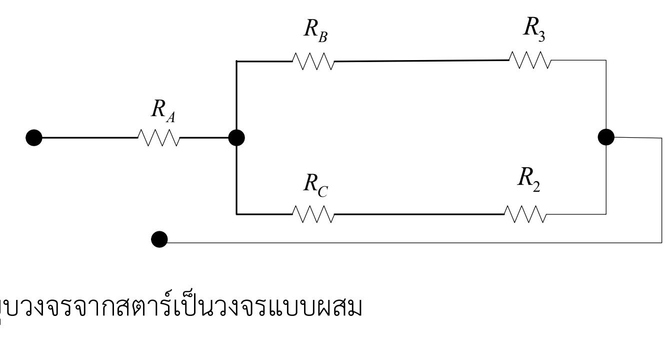
$$= 4.9\Omega$$

$$R_C = \frac{R_4 \times R_5}{R_1 + R_4 + R_5} = \frac{1\Omega \times 9\Omega}{12\Omega + 1\Omega + 9\Omega}$$

$$= 0.4\Omega$$

ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่า ค่าความต้านทาน R_A มีค่าเท่ากับ 0.54Ω
ค่าความต้านทาน R_B มีค่าเท่ากับ 4.9Ω
และค่าความต้านทาน R_C มีค่าเท่ากับ 0.4Ω

จากการคำนวณหาค่า R_A, R_B และ R_C สามารถยุบวงจรได้ ดังภาพที่ 6.16



ภาพที่ 6.16 การยุบวงจรจากสตาร์เป็นวงจรแบบผสม

จากภาพที่ 6.16 จะได้ว่า

$$R_{T1} = R_B + R_3 = 4.9\Omega + 2\Omega$$

$$= 6.9\Omega$$

$$R_{T2} = R_C + R_2 = 0.4\Omega + 5\Omega$$

$$= 5.4\Omega$$

$$R_{T3} = \frac{R_{T1} \times R_{T2}}{R_{T1} + R_{T2}} = \frac{6.9\Omega \times 5.4\Omega}{6.9\Omega + 5.4\Omega}$$

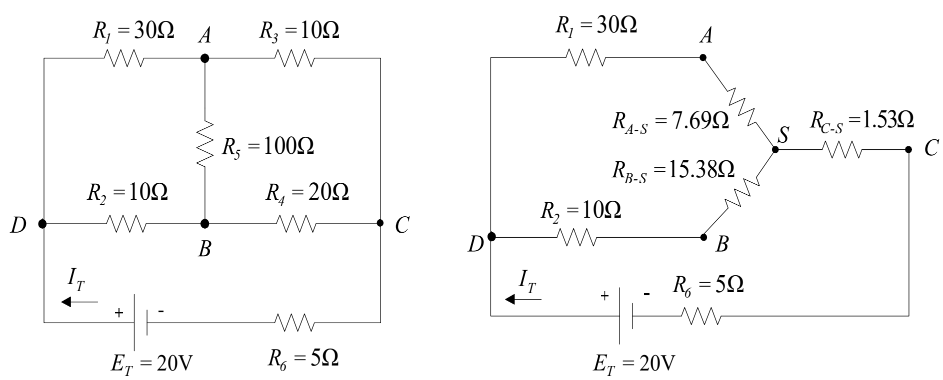
$$= 3.02\Omega$$

$$R_T = R_A + R_{T3} = 0.54\Omega + 3.02\Omega$$

$$= 3.56\Omega$$

ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่า ค่าความต้านทานรวม R_T ที่จุด $A - B$ มีค่าเท่ากับ 3.56Ω

ตัวอย่างที่ 6.7 จงหาค่ากระแสไฟฟ้ารวมในวงจรที่กำหนดให้ ดังภาพที่ 6.17



(ก) วงจรไฟฟ้าแบบผสม (ข) วงจรไฟฟ้าแบบสตาร์

ภาพที่ 6.17 วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

วิธีทำ

จากภาพที่ 6.17 สามารถแก้ปัญหาในระหว่างจุด $A - B - C$ โดยแบ่งเป็นความต้านทานในแบบสตาร์ จะได้ว่า

$$R_{A\text{-}S} = \frac{R_5 \times R_3}{R_5 + R_4 + R_3} = \frac{100\Omega \times 10\Omega}{100\Omega + 20\Omega + 10\Omega}$$

$$= 7.69\Omega$$

$$R_{B\text{-}S} = \frac{R_5 \times R_4}{R_5 + R_4 + R_3} = \frac{100\Omega \times 20\Omega}{100\Omega + 20\Omega + 10\Omega}$$

$$= 15.38\Omega$$

$$R_{C\text{-}S} = \frac{R_4 \times R_3}{R_5 + R_4 + R_3} = \frac{2\Omega \times 10\Omega}{100\Omega + 20\Omega + 10\Omega}$$

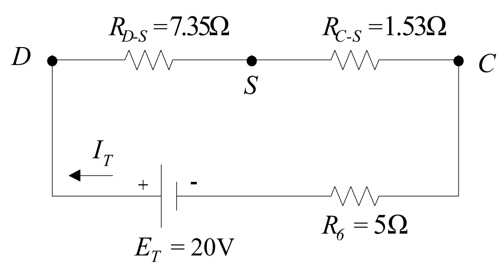
$$= 1.53\Omega$$

$$R_{D\text{-}S} = \frac{(R_1 + R_{A\text{-}S}) \times (R_2 + R_{B\text{-}S})}{R_5 + R_4 + R_3}$$

$$= \frac{(30\Omega + 7.69\Omega) \times (10\Omega + 15.38\Omega)}{100\Omega + 20\Omega + 10\Omega}$$

$$= 7.35\Omega$$

จากการวิเคราะห์วงจร ดังภาพที่ 6.17 ระหว่างจุด $A\text{-}B\text{-}C$ โดยแบ่งเป็นความต้านทานในแบบสตาร์สามารถยุบวงจรได้ ดังภาพที่ 6.18



ภาพที่ 6.18 การยุบวงจรจากแบบสตาร์เป็นวงจรอนุกรม

จากภาพที่ 6.18 สามารถหาค่าความต้านทานรวมและกระแสไฟฟ้ารวมจะได้ว่า

$$R_T = R_{D\text{-}S} + R_{C\text{-}S} + R_6$$

$$= 7.35\Omega + 1.53\Omega + 5\Omega$$

$$= 13.88\Omega$$

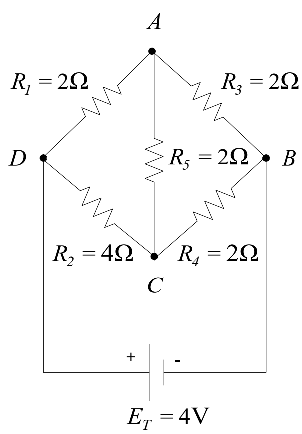
$$I_T = \frac{E_T}{R_T}$$

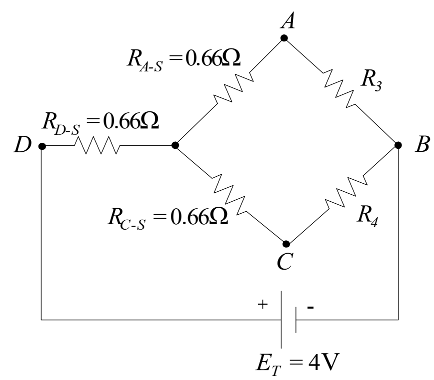
$$= \frac{20\text{V}}{13.88\Omega}$$

$$= 1.44\text{A}$$

ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่า ค่าความต้านทานรวม R_T มีค่าเท่ากับ 13.88Ω
และกระแสไฟฟ้ารวม I_T มีค่าเท่ากับ 1.44A

ตัวอย่างที่ 6.8 จากวงจรบริดจ์จงคำนวณหาค่า R_{D-B} ที่กำหนดให้ ดังภาพที่ 6.19





(ก) การต่อวงจรไฟฟ้าแบบเดลต้า (ข) การต่อวงจรไฟฟ้าแบบสตาร์

ภาพที่ 6.19 วงจรบริดจ์

วิธีทำ

จากภาพที่ 6.19 (ก) เมื่อพิจารณาจากวงจรเดลต้า สามารถคำนวณหาค่าความต้านทานระหว่างจุดต่าง ๆ จะได้ว่า

$$R_{A-S} = \frac{R_1 \times R_5}{R_1 + R_2 + R_5} = \frac{2\Omega \times 2\Omega}{2\Omega + 2\Omega + 2\Omega}$$

$$= 0.66\Omega$$

$$R_{C-S} = \frac{R_5 \times R_2}{R_1 + R_2 + R_5} = \frac{2\Omega \times 2\Omega}{2\Omega + 2\Omega + 2\Omega}$$

$$= 0.66\Omega$$

$$R_{D-S} = \frac{R_2 \times R_1}{R_1 + R_2 + R_5} = \frac{2\Omega \times 2\Omega}{2\Omega + 2\Omega + 2\Omega}$$

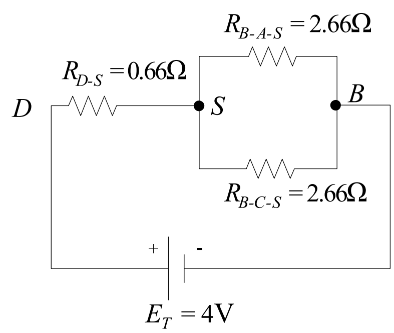
$$= 0.66\Omega$$

จากภาพที่ 6.19 (ข) เมื่อพิจารณาจากวงจรแบบสตาร์ สามารถคำนวณหาค่าความต้านทานจะได้ว่า

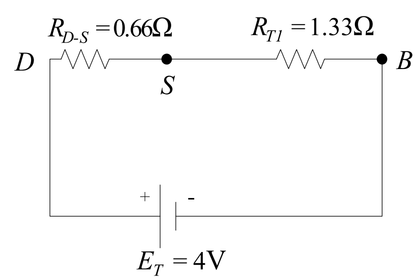
$$R_{B\text{-}A\text{-}S} = R_3 + R_{A\text{-}S} = 2\Omega + 0.66\Omega = 2.66\Omega$$

$$R_{B\text{-}C\text{-}S} = R_4 + R_{C\text{-}S} = 2\Omega + 0.66\Omega = 2.66\Omega$$

ผลจากการวิเคราะห์วงจรสามารถเขียนวงจรใหม่ได้ ดังภาพที่ 6.20



(ก) การต่อวงจรแบบผสม



(ข) การต่อวงจรแบบอนุกรม

ภาพที่ 6.20 การยุบวงจรแบบสตาร์

จากภาพที่ 6.20 (ก) สามารถคำนวณหาค่าความต้านทาน จะได้ว่า

$$R_{T1} = \frac{R_{B\text{-}A\text{-}S} \times R_{B\text{-}C\text{-}S}}{R_{B\text{-}A\text{-}S} + R_{B\text{-}C\text{-}S}} = \frac{2.66\Omega \times 2.66\Omega}{2.66\Omega + 2.66\Omega} = 1.33\Omega$$

จากภาพที่ 6.20 (ข) สามารถคำนวณหาค่าความต้านทาน จะได้ว่า

$$R_{D\text{-}B} \approx R_T = R_{A\text{-}S} + R_{T1} = 0.66\Omega + 1.33\Omega = 1.99\Omega \approx 2\Omega$$

ถ้าแหล่งจ่ายไฟฟ้ามีค่าเท่า $4V_{dc}$ สามารถหาค่ากระแสไฟฟ้ารวม จะได้ว่า

$$I_T = \frac{E_T}{R_{D\text{-}B}} = \frac{4\text{V}}{2\Omega} = 2\text{A}$$

ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่า ค่าความต้านทานรวม R_T มีค่าเท่ากับ 2Ω

และกระแสไฟฟ้ารวม I_T มีค่าเท่ากับ 2A

สรุป

จากการศึกษาหลักการแปลงวงจรแบบสตาร์และแบบเดลต้าหรือการแปลงค่าความต้านทานแบบเดลต้าให้เป็นแบบสตาร์นั้น เพื่อลดความยุ่งยากในการคำนวณหาค่าความต้านทานรวม (R_T) ในวงจรไฟฟ้าที่มีความซับซ้อน ซึ่งไม่สามารถคำนวณโดยใช้การหาค่าความต้านทานรวมแบบอนุกรมและขนานได้ ผู้เรียบเรียงสามารถสรุปได้ว่าการต่อความต้านทานแบบเดลต้านั้นเป็นการต่อวงจรไฟฟ้าคล้ายกับแบบอนุกรม โดยการต่อตัวต้านทาน 3 ตัวเรียงกัน และปลายจุดเชื่อมต่อของตัวต้านทานตัวสุดท้ายจะวนกลับไปต่อที่ต้นสายของตัวต้านทานตัวแรก และในส่วนการต่อความต้านทานแบบสตาร์เป็นการต่อวงจรไฟฟ้าที่คล้ายกับการต่อแบบอนุกรมในที่นี้เป็นการเชื่อมต่อตัวต้านทานระหว่าง 3 จุดร่วมกัน

วิธีการแปลงวงจรแบบสตาร์เป็นเดลต้าสามารถสรุปได้ว่า การแปลงวงจรแบบสตาร์เป็นเดลต้าเป็นการช่วยลดความยุ่งยากในการคำนวณหาค่าความต้านทานรวมในวงจรไฟฟ้าที่มีความซับซ้อน ในกรณีที่ไม่สามารถคำนวณโดยใช้การหาค่าความต้านทานรวมในแบบการต่อวงจรอนุกรมและขนาน ซึ่งในการแปลงวงจรแบบสตาร์เป็นเดลต้าจะประกอบไปด้วยพจน์ของ R_1, R_2, R_3 ตามลักษณะการต่อวงจรแบบสตาร์เป็นการต่อวงจรไฟฟ้าที่คล้ายกับการต่อแบบอนุกรมในที่นี้เป็นการเชื่อมต่อตัวต้านทานระหว่าง 3 จุดร่วมกัน

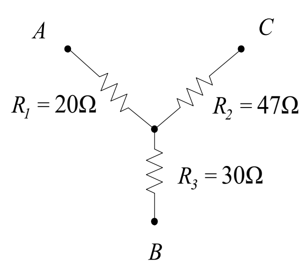
วิธีการแปลงวงจรแบบเดลต้าเป็นสตาร์สามารถสรุปได้ว่า การแปลงวงจรแบบเดลต้าเป็นสตาร์เป็นการช่วยลดความยุ่งยากในการคำนวณหาค่าความต้านทานรวมในวงจรไฟฟ้าที่มีความซับซ้อน ในกรณีที่ไม่สามารถคำนวณโดยใช้การหาค่าความต้านทานรวมในรูปแบบการต่อวงจรอนุกรมและขนาน ซึ่งในการแปลงวงจรแบบเดลต้าเป็นสตาร์จะประกอบไปด้วยฟังก์ชันของ R_A, R_B, R_C ตามลักษณะการต่อวงจรด้วยตัวต้านทาน 3 ตัวเรียงกัน และปลายจุดเชื่อมต่อของตัวต้านทานตัวสุดท้ายจะวนกลับไปต่อที่ต้นสายของตัวต้านทานตัวแรก

ในการนำวงจรแบบสตาร์เดลต้าไปใช้ประโยชน์ทางด้านโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ใช้งานในการควบคุมมอเตอร์แบบ 3 เฟส ซึ่งการนำวงจรแบบสตาร์เดลต้ามาใช้ในการควบคุมการกินกระแสไฟในช่วงเริ่มสตาร์ทกระแสสูงของมอเตอร์ เพื่อเป็นระบบป้องกันการเกิดแรงดันไฟตก ไฟกระพริบ จึงต้องหาวิธีสตาร์ทที่ช่วยลดปัญหาเหล่านี้ จะสามารถป้องกันอุปกรณ์หรือมอเตอร์เสียหาย สามารถช่วยลดกระแสไฟและกระแสไฟกระชาก (Inrush Current) ช่วงเริ่มสตาร์ทได้ดีจึงเป็นที่นิยมในการนำมาใช้งานควบคุมมอเตอร์ในโรงงานอุตสาหกรรม

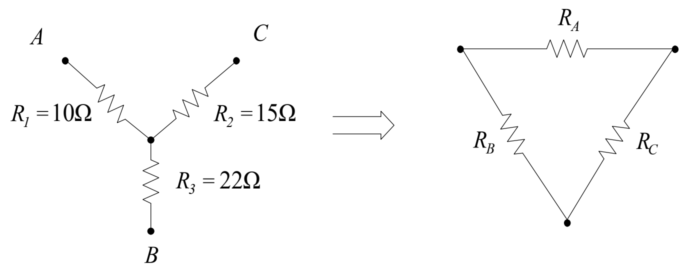
คำถามท้ายบท

ให้นักศึกษาวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรงตามหลักการแปลงโครงข่ายแบบสตาร์และเดลต้า และตอบคำถามให้ถูกต้องดังต่อไปนี้

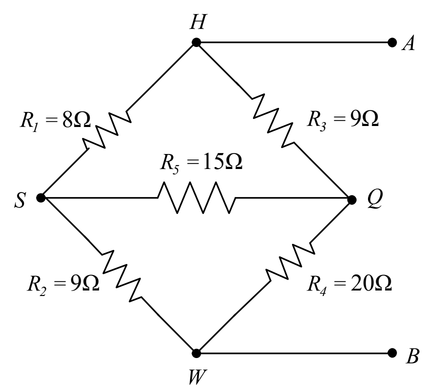
1. จงเขียนลักษณะวงจรไฟฟ้ารูปแบบสตาร์
2. จงเขียนลักษณะวงจรไฟฟ้ารูปแบบเดลต้า
3. จงเขียนสมการการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าของการแปลงตัวต้านทานจากสตาร์เป็นเดลต้าและจากเดลต้าเป็นสตาร์
4. จงแปลงการเชื่อมต่อตัวต้านทานจากสตาร์เป็นเดลต้าโดยการคำนวณหาค่าความต้านทาน R_A, R_B และ R_C จากภาพวงจรต่อไปนี้



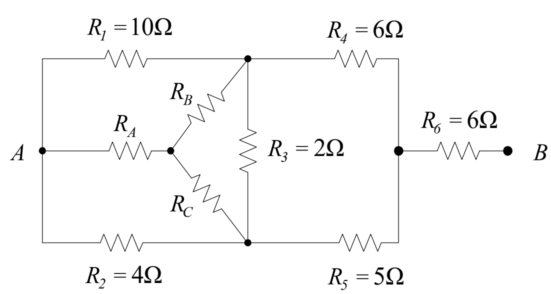
5. จงคำนวณหาค่าความต้านทาน R_A, R_B และ R_C จากภาพวงจรต่อไปนี้



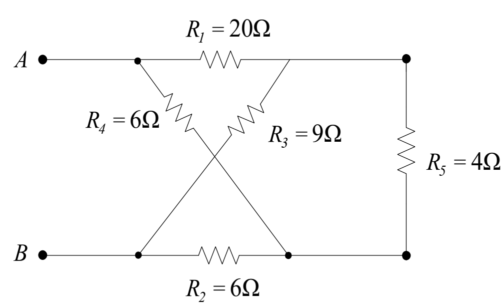
6. จงคำนวณหาค่าความต้านทานรวมระหว่างจุด A - B จากภาพวงจรต่อไปนี้



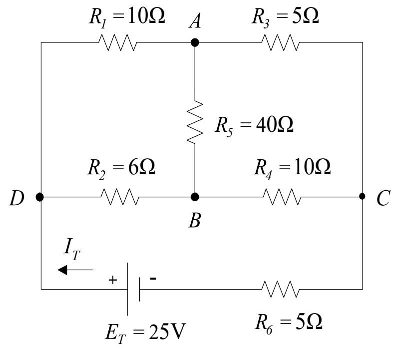
7. จงคำนวณหาค่าความต้านทานรวม R_T โดยการแปลงความต้านทานจากเดลต้าเป็นสตาร์ จากภาพวงจรต่อไปนี้



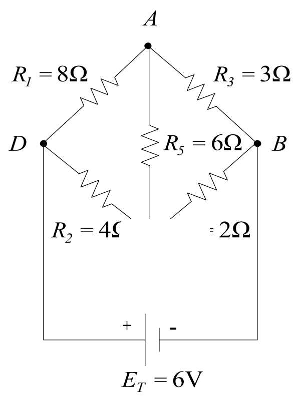
8. จงคำนวณหาค่าความต้านทานรวม R_T ที่จุด A - B จากภาพวงจรต่อไปนี้



9. จงคำนวณค่ากระแสไฟฟ้ารวม จากภาพวงจรต่อไปนี้



10. จงคำนวณหาค่า R_{D-B} จากภาพวงจรต่อไปนี้



เอกสารอ้างอิง

กองพัน อารีรักษ์. (2557). **วงจรไฟฟ้า**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

จิระวัฒน์ ใจอ่อนน้อม. (2543). **ทฤษฎีวงจรไฟฟ้า 1 (วงจรไฟฟ้ากระแสตรง)**. กรุงเทพฯ : บริษัทสกายบุ๊กส์ จำกัด.

ชัญชนา ตั้งวงศ์ศานต์ และคณะ. (2556). **ทฤษฎีวงจรไฟฟ้า**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชัด อินทะสี. (2553). **วงจรไฟฟ้ากระแสตรง**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

โตศักดิ์ ทัศนานุตริยะ. (2542). **ทฤษฎีและการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรง (DC Circuits)**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

บรรณญัติ บริบูรณ์. (2556). **การแปลงวงจรแบบสตาร์และแบบเดลต้า**. (ออนไลน์) สืบค้นเมื่อวันที่ 6 มกราคม 2560. จาก http://academic.udru.ac.th/~banyat/circuit01/R-Y-to-Delta-Conversion.pdf.

ประสิทธิ์ ภูสมมา. (2553). **การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรง**. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

วิษณุ บัวเทศ. (2558). **การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรง**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ปัญญาชน.

วุฒิพงศ์ เปลือยศรี. (2559). **การแปลงวงจรแบบสตาร์และแบบเดลต้า**. (ออนไลน์) สืบค้นเมื่อวันที่ 10 มกราคม 2560. จาก https://sites.google.com/a/mlt.ac.th/kruman/prawatikar-thangan.