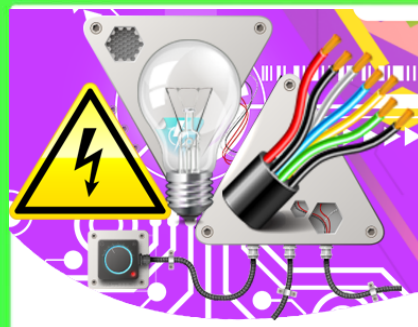
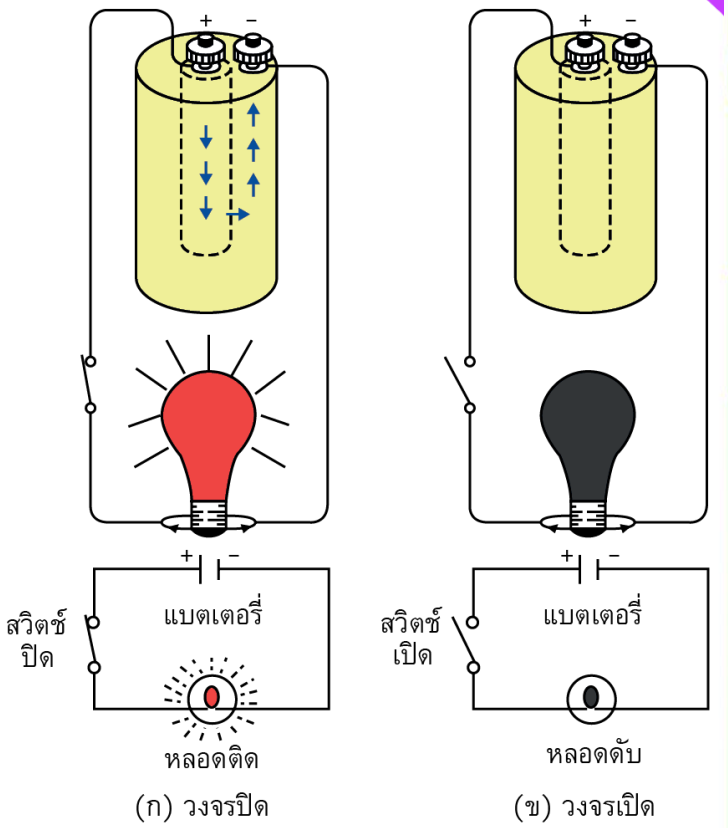
หน่วยที่
3
วงจรไฟฟ้า
สารบัญ
ถัดไป

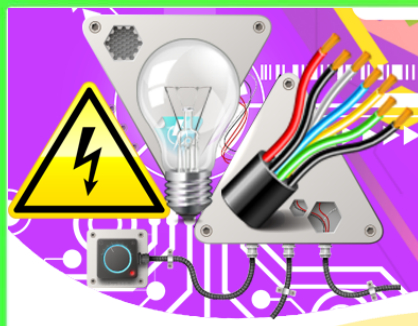


วงจรไฟฟ้า

การนำสายไฟฟ้า หรือตัวนำไฟฟ้าที่เป็นเส้นทางเดินให้กระแสไฟฟ้าสามารถไหลผ่านต่อถึงกันนั้นเรียกว่า **วงจรไฟฟ้า (Electrical Circuit)** การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนภายในวงจรจะเริ่มจากแหล่งจ่ายไฟไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้า จากรูป (ก) และ (ข) แสดงวงจรไฟฟ้าเบื้องต้นโดยการต่อแบตเตอรี่เข้ากับหลอดไฟ หลอดไฟฟ้าสว่างได้เพราะกระแสไฟฟ้าสามารถไหลได้ตลอดทั้งวงจรไฟฟ้าดังแสดงในรูป (ก) และหลอดไฟฟ้าดับเพราะกระแสไฟฟ้าไม่สามารถไหลได้ตลอดทั้งวงจร เนื่องจากสวิตช์เปิดวงจรไฟฟ้าอยู่นั่นเองดังแสดงในรูป (ข)



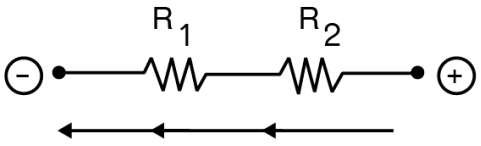
รูปแสดงวงจรไฟฟ้า



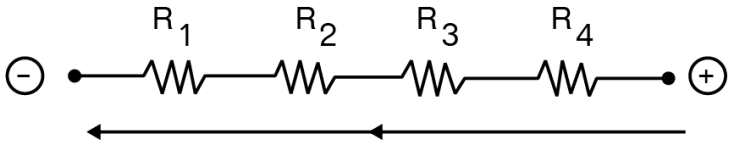
วงจรอนุกรม

วงจรอนุกรม หมายถึง การนำอุปกรณ์ทางไฟฟ้ามาต่อกันในลักษณะที่ปลายด้านหนึ่งของอุปกรณ์ตัวที่ 1 ต่อเข้ากับปลายด้านหนึ่งของอุปกรณ์ตัวที่ 2 จากนั้นนำปลายด้านที่เหลือของอุปกรณ์ตัวที่ 2 ไปต่อเข้ากับปลายด้านหนึ่งของอุปกรณ์ตัวที่ 3 และต่อในลักษณะนี้ไปเรื่อย ๆ ซึ่งจากการต่อวงจรในลักษณะนี้จะทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ในทิศทางเดียว

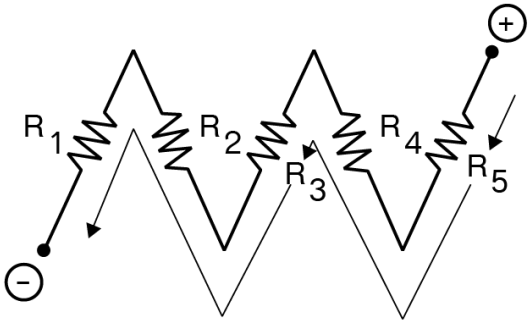
รูปแสดงการต่อตัวต้านทานแบบอนุกรมในแบบต่าง ๆ โดยตัวต้านทานจะต่อจาก R_1 ไปยัง R_2 , R_3 จนถึงตัวต้านทานตัวสุดท้าย



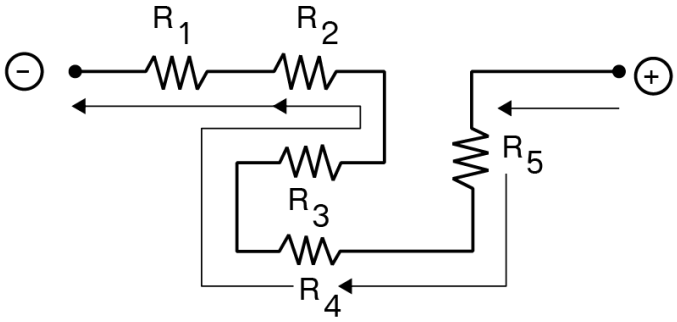
(ก)



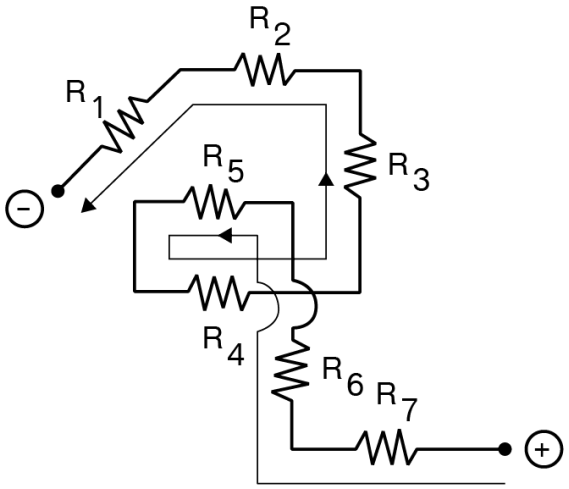
(ข)



(ค)



(ง)



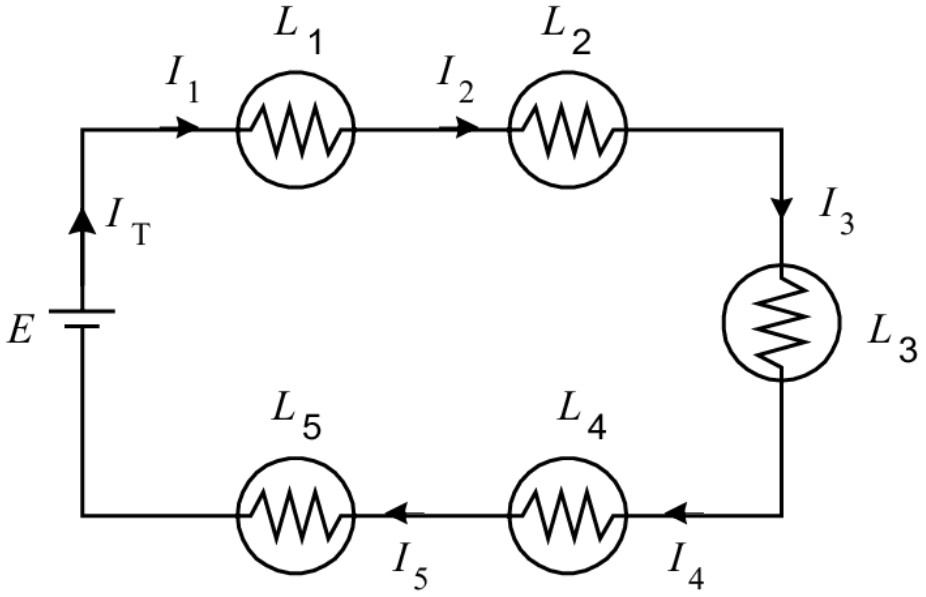
(จ)

รูปแสดงการต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม

กระแสไฟฟ้าภายในวงจรอนุกรม

เนื่องจากกระแสไฟฟ้าภายในวงจรอนุกรมมีการไหลในทิศทางเดียว ดังนั้น กระแสไฟฟ้าภายในวงจรอนุกรมจะมีค่าเท่ากันทุกจุด ดังแสดงในรูป

$$I_T = I_1 = I_2 = I_3 = \ldots$$

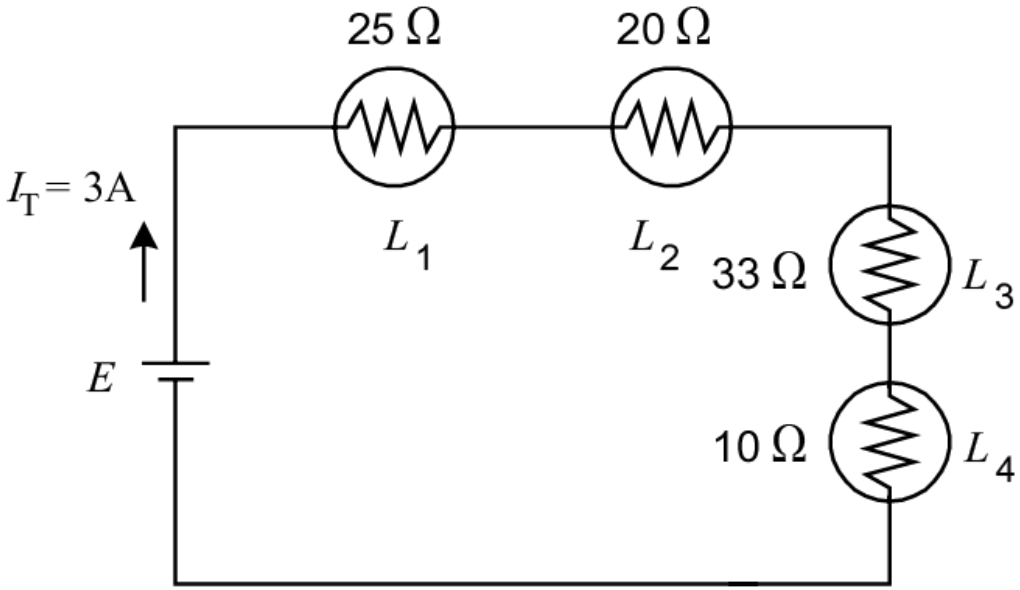


รูปแสดงกระแสไฟฟ้าในวงจรอนุกรม

ความต้านทานรวมในวงจรอนุกรม

ค่าความต้านทานรวมในวงจรอนุกรมนั้น คำนวณได้โดยนำค่าความต้านทานของตัวต้านทานแต่ละตัวมารวมกัน

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



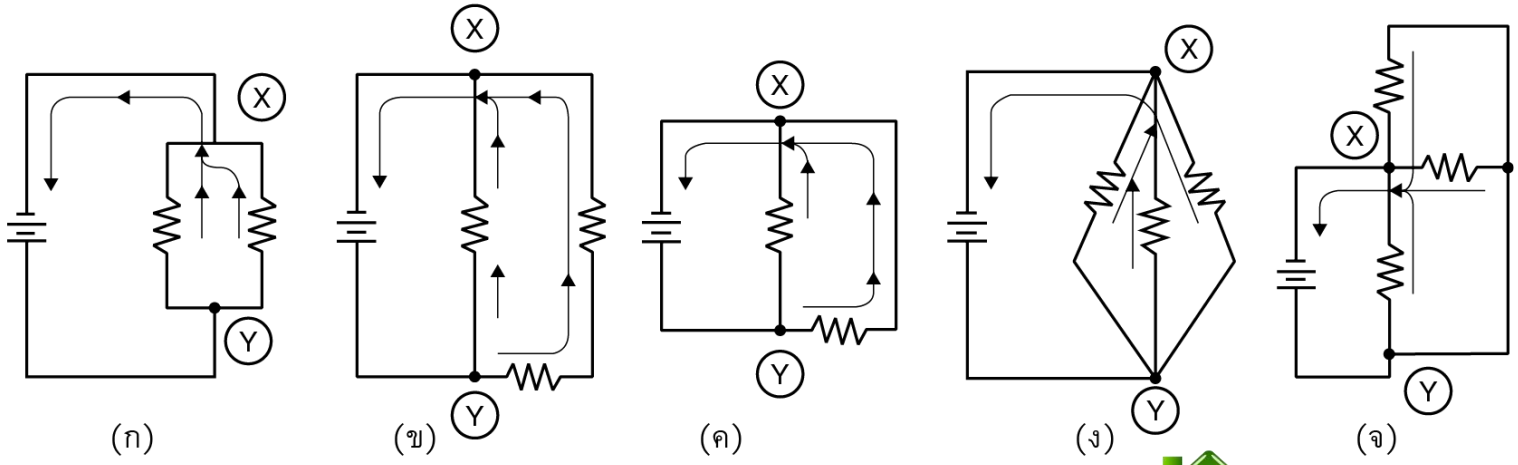
รูปแสดงกระแสไฟฟ้าในวงจรอนุกรม

แรงดันไฟฟ้าในวงจรอนุกรม

แรงดันไฟฟ้าในวงจรอนุกรมจะปรากฏคร่อมตัวต้านทานทุกตัวที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ซึ่งแรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะมีค่าไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับค่าความต้านทานที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ดังนั้น จึงทำให้แรงดันไฟฟ้าภายในวงจรอนุกรมแต่ละจุดมีค่าไม่เท่ากัน โดยสามารถที่จะคำนวณได้จากการใช้กฎของโอห์ม

วงจรขนาน

วงจรที่เกิดจากการต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไปให้ขนานกับแหล่งจ่ายไฟ มีผลทำให้ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละตัวมีค่าเท่ากัน โดยมีค่าเท่ากับแรงเคลื่อนไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟเสมอ ส่วนทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าจะมีตั้งแต่ 2 ทิศทางขึ้นไปตามลักษณะสาขาของวงจร ดังแสดงในรูปเป็นการต่อตัวต้านทานแบบขนาน



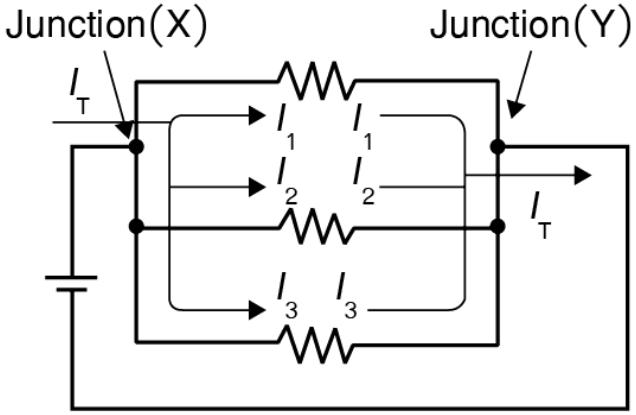
รูปแสดงการต่อตัวต้านทานแบบขนาน

แรงดันไฟฟ้าในวงจรขนาน

กระแสไฟฟ้าภายในวงจรขนานจะมีหลายค่าด้วยกัน ทั้งนี้เนื่องจากทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้ามีมากกว่า 1 ทิศทาง ดังนั้น การคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าจึงใช้กฎของ **Kerchhoff's Current Law** โดยมีวิธีการคำนวณสองวิธี

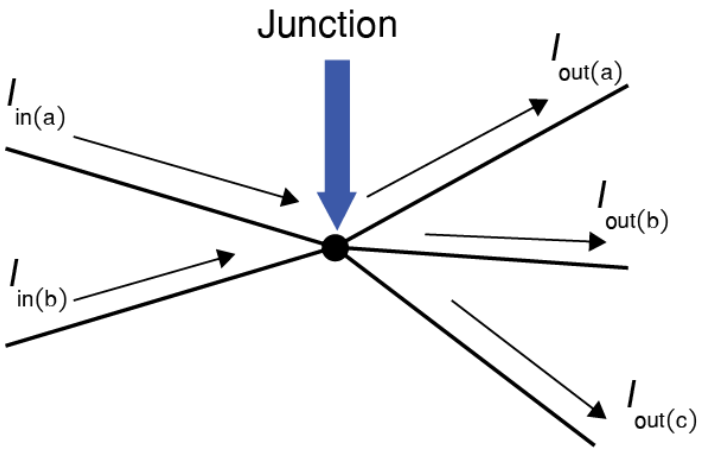
1. กระแสไฟฟ้ารวมภายในวงจร (I_T) จะมีค่าเท่ากับผลรวมของกระแสไฟฟ้าที่แยกไหลในแต่ละทิศทาง ($I_1 + I_2 + I_3 + ...$) ดังแสดงในรูป (ก)

2. กระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าสู่จุดจุดหนึ่งจะมีค่าเท่ากับกระแสไฟฟ้าที่ไหลออกจากจุดจุดนั้นเสมอ คือ $I_{in(a)} + I_{in(b)} = I_{out(a)} + I_{out(b)} + I_{out(c)}$ ดังแสดงในรูป (ข)



$I_T = I_1 + I_2 + I_3$ or $I_1 + I_2 + I_3 = I_T$

(ก)



$I_{in(a)} + I_{in(b)} = I_{out(a)} + I_{out(b)} + I_{out(c)}$

(ข)

รูปแสดงวิธีการคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าโดยใช้กฎของ Kerchhoff's Current Law

ค่าความต้านทานรวมในวงจรขนาน

ค่าความต้านทานรวมภายในวงจรขนานจะมีค่าเท่ากับผลรวมของส่วนกลับของค่าความต้านทานทุกตัวรวมกัน

$$R_T = \frac{1}{(1/R_1)+(1/R_2)+(1/R_3)+\ldots}$$

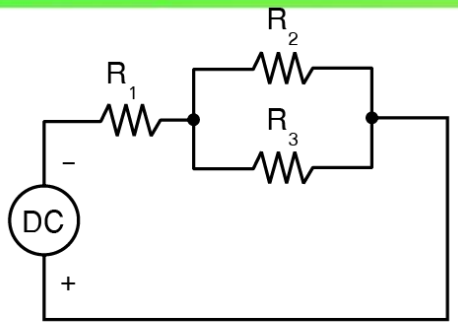
วงจรอนุกรม-ขนาน (วงจรแบบผสม)

วงจรอนุกรม-ขนาน หรือวงจรแบบผสม ส่วนใหญ่ภายในวงจรของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เราใช้งานอยู่นั้นจะมีการต่อกันของตัวต้านทานทั้งแบบอนุกรม และแบบขนาน ดังนั้น เราจึงเรียกวงจรแบบนี้ว่า วงจรอนุกรม-ขนาน หรือวงจรแบบผสม โดยในการคิดค่าความต้านทานและกระแสไฟฟ้าภายในวงจรจะต้องแยกพิจารณาเป็นจุด ๆ ก่อน แล้วจึงจะสามารถคิดผลรวมทั้งหมดของวงจรได้ ซึ่งจะมีความยุ่งยากมากกว่าวงจรในสองแบบแรกที่เราได้ศึกษามาแล้ว

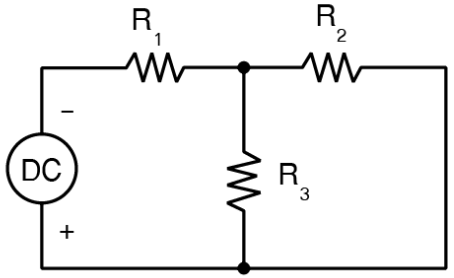
แรงดันไฟฟ้าในวงจรขนาน

การหาค่าความต้านทานรวมในวงจรอนุกรม-ขนาน มีขั้นตอน ดังนี้

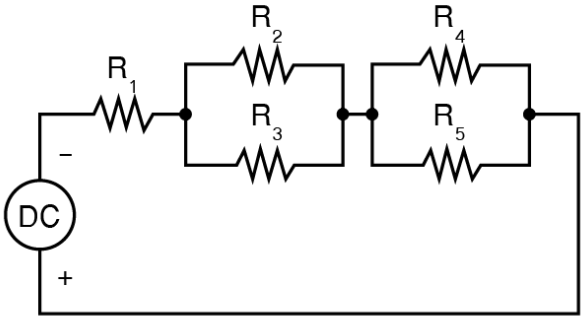
1. หาค่าความต้านทานรวมของตัวต้านทานที่ต่อแบบอนุกรมในแต่ละสาขา
2. หาค่าความต้านทานรวมของตัวต้านทานที่ต่อแบบขนานในแต่ละสาขา
3. รวมค่าความต้านทานที่ต่อกันในแบบอนุกรมทั้งหมด



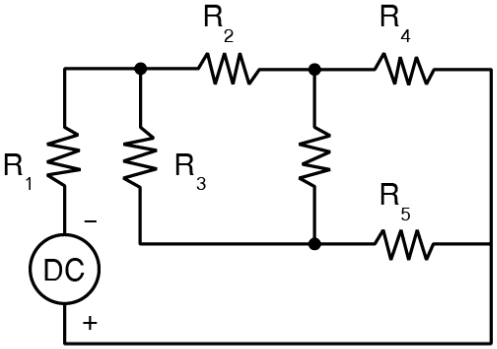
(ก)



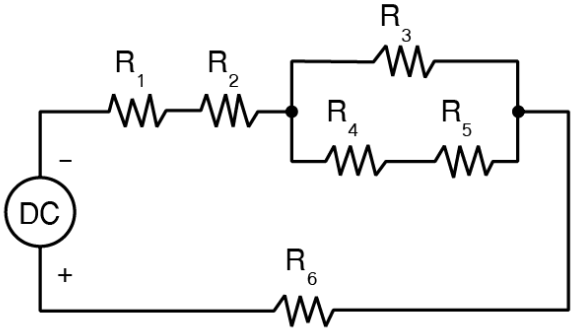
(ข)



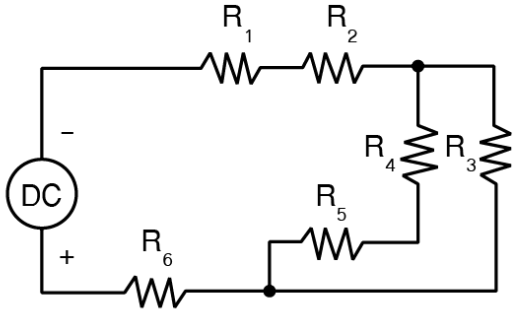
(ค)



(ง)



(จ)



(ฉ)

รูปแสดงการต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม–ขนาน หรือแบบผสม

การหาค่าแรงดันไฟฟ้าในวงจรอนุกรม - ขนาน

การหาค่าแรงดันไฟฟ้าในวงจรอนุกรม-ขนานมีขั้นตอนดังนี้

1. หาค่าความต้านทานรวมในแต่ละสาขา
2. หาค่ากระแสไฟฟ้ารวมที่ไหลในวงจร
3. หาค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทานที่ต่ออนุกรมแต่ละตัว

การหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลในแต่ละสาขาของวงจรอนุกรม-ขนาน

จากตัวอย่างที่ผ่านมา ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทานต่าง ๆ เป็นดังนี้

ค่าแรงดันไฟฟ้า 30 V จะตกคร่อม R_1

ค่าแรงดันไฟฟ้า 18 V จะตกคร่อม R_2

ค่าแรงดันไฟฟ้า 18 V จะตกคร่อมทั้ง R_3 และ R_4

ค่าแรงดันไฟฟ้า 36 V จะตกคร่อม R_5

ค่าแรงดันไฟฟ้า 36 V จะตกคร่อม R_6

ค่าแรงดันไฟฟ้า 36 V จะตกคร่อม R_7

ดังนั้น กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานในแต่ละสาขาจะมีค่าเท่ากับ

$$I_{R1} = \frac{V_{R1}}{R_1} = \frac{30}{10} = 3A$$

$$I_{R2} = \frac{V_{R2}}{R_2} = \frac{18}{12} = 1.5A$$

$$I_{R3} = \frac{V_{R3,4}}{R_{3,4}} = \frac{18}{12} = 1.5A$$

$$I_{R4} = \frac{V_{R5}}{R_5} = \frac{36}{60} = 0.6A$$

$$I_{R5} = \frac{V_6}{R_6} = \frac{36}{24} = 1.5A$$

$$I_{R6} = \frac{V_{R7}}{R_7} = \frac{36}{40} = 0.9A$$