

## บทที่ 2

### กฎของโอห์มและวงจรไฟฟ้าเบื้องต้น

ก่อนที่จะศึกษาในเรื่องของวงจรไฟฟ้าจำเป็นต้องมีความรู้ในกฎของโอห์ม เพื่อที่นำไปใช้ในการคำนวณค่าต่างๆในเบื้องต้นของวงจรไฟฟ้า

#### 1. กฎของโอห์ม

พื้นฐานของวงจรไฟฟ้าจะใช้กฎของโอห์ม โดยมีส่วนที่ต้องศึกษา 3 ประการคือ

- กระแสไฟฟ้า
- แรงเคลื่อนไฟฟ้า
- ความต้านทาน

#### กระแสไฟฟ้า

กระแสไฟฟ้า คือ ประจุไฟฟ้าที่ไหลผ่านพื้นที่หน้าตัดของตัวนำต่อหน่วยเวลา โดยสมการเป็นดังนี้

$$I = \frac{q}{t}$$

เมื่อ  $I$  = กระแสไฟฟ้า หน่วยเป็น แอมแปร์ (A)

$q$  = ประจุไฟฟ้า หน่วยเป็น คูลอมบ์ (C)

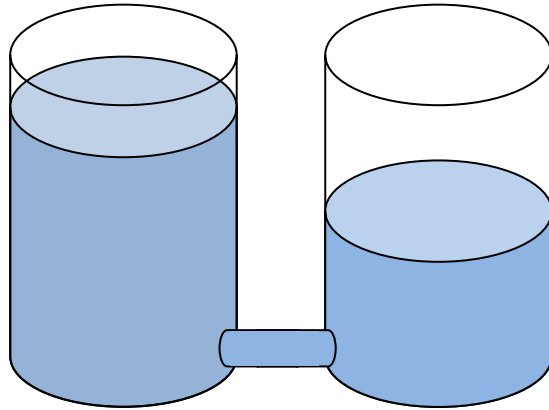
$t$  = เวลา หน่วยเป็น วินาที (s)

ดังนั้นนิยามของกระแสไฟฟ้า  $I$  แอมแปร์ คือ ประจุไฟฟ้าขนาด  $I$  คูลอมบ์ ไหลผ่านพื้นที่หน้าตัดของตัวนำไฟฟ้า  $I$  จุดซึ่งใช้เวลา  $I$  วินาที

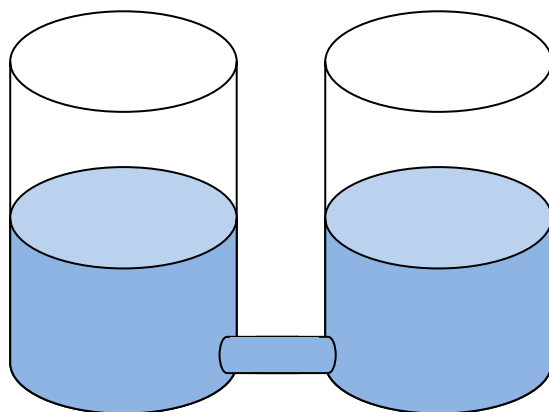
#### แรงดันไฟฟ้า

แรงดันไฟฟ้าหรือแรงเคลื่อนไฟฟ้าซึ่งบางครั้งจะเรียกทับศัพท์ว่า “โวลต์เตจ” (Voltage) ในการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งได้นั้น เพราะมีค่าความแตกต่างของระดับศักย์ไฟฟ้า

ของทั้ง 2 จุดนั้น หากไม่มีความแตกต่างของศักย์ไฟฟ้าจะไม่มีการไหลของกระแสไฟฟ้าเช่นเดียวกับการไหลของน้ำใน 2 ถังที่ต่อท่อถึงกันดังรูป



รูปที่ 2.1 ความสูงของน้ำต่างกัน(พลังงานศักย์จึงมีค่าต่างกัน) ทำให้มีการไหลของน้ำจากถังที่สูงไปยังถังที่ต่ำกว่า



รูปที่ 2.2 ความสูงของน้ำเท่ากัน(พลังงานศักย์จึงเท่ากัน) ทำให้ไม่มีการไหลของน้ำ

นิยามของแรงดันไฟฟ้า 1 โวลต์ คือค่าความแตกต่างของศักย์ไฟฟ้าระหว่างประจุ 1 คูลอมบ์ทำให้เกิดพลังงาน 1 จูล

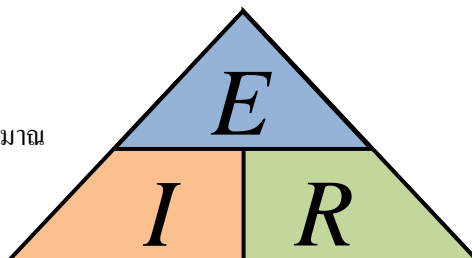
### ความต้านทาน

ความต้านทานคือสิ่งที่ทำการต้านการไหลของกระแสไฟฟ้าในวงจร หน่วยของการวัดความต้านทานคือ “โอห์ม” โดยใช้สัญลักษณ์เป็นภาษากรีกคือ  $\Omega$  แทน นิยามของความต้านทาน 1 โอห์มคือ ค่าความต้านทานของวัสดุที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน 1 แอมแปร์แล้วทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้า 1 โวลต์

## กฎของโอห์ม

เป็นความสัมพันธ์กันระหว่างทั้ง 3 ปริมาณซึ่งเขียนเป็นรูปได้ดัง รูปที่ 2.3

รูปที่ 2.3 แสดงความสัมพันธ์ทั้ง 3 ปริมาณ



ดังรูปสามารถเขียนสมการได้ 3 สมการดังนี้

1. สมการหาค่าแรงดัน E

$$E = IR$$

2. สมการหาค่ากระแส I

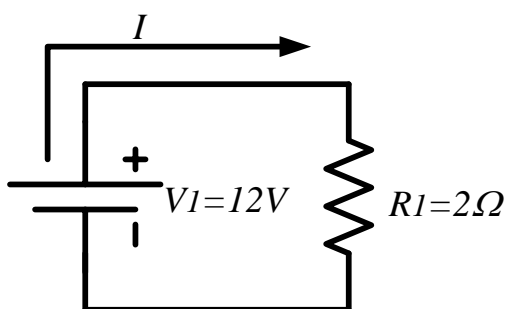
$$I = \frac{E}{R}$$

3. สมการหาค่าความต้านทาน R

$$R = \frac{E}{I}$$

## 2. วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น

วงจรไฟฟ้าประกอบด้วยแหล่งจ่ายพลังงาน ไฟฟ้ากับตัวใช้พลังงาน ซึ่งในการศึกษาเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงตัวใช้พลังงานจะใช้ตัวต้านทานดังรูป 2.4



รูปที่ 2.4 แสดงวงจรไฟฟ้าเบื้องต้น

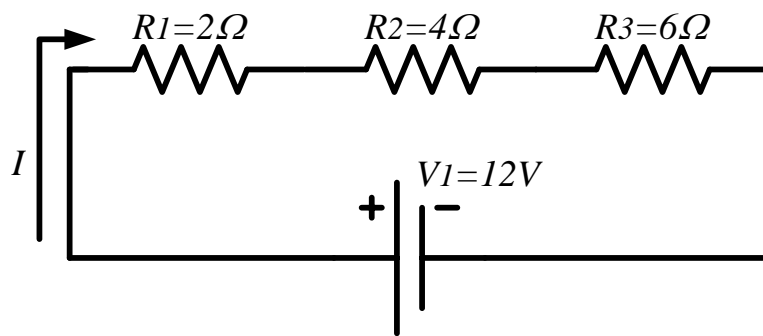
จากวงจรเป็นวงจรปิด (วงจรที่มีการเชื่อมต่อครบรูป) ทำให้มีกระแสไหลในวงจร โดยค่าของกระแสสามารถใช้กฎของโอห์มหาค่าได้ดังนี้

จากรูป 2.4 แรงดันตกคร่อมตัวต้านทานคือ  $V_1 = 12V$  และ ค่าความต้านทานคือ  $R_1 = 2\Omega$

$$I = \frac{E}{R} = \frac{12V}{2\Omega} = 6A$$

### วงจรไฟฟ้าที่ต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม

วงจรที่ต่อตัวต้านทานแบบอนุกรมแรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทานในแต่ละตัวเมื่อนำมารวมกันจะมีค่าเท่ากับแรงดันของแหล่งจ่าย



รูปที่ 2.5 แสดงวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม

ในวงจรอนุกรมกระแสไฟฟ้าจะมีค่าเท่ากันตลอดวงจร การหาค่ากระแสของวงจรจำเป็นต้องหาค่าความต้านทานรวมของวงจรก่อนซึ่งจากวงจรเป็นวงจรอนุกรมค่าความต้านทานหาได้จากสูตร

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 = 2\Omega + 4\Omega + 6\Omega = 12\Omega$$

$$I_T = \frac{V_1}{R_T} = \frac{12V}{12\Omega} = 1A$$

$$V_{R_1} = I_T \times R_1 = 1A \times 2\Omega = 2V$$

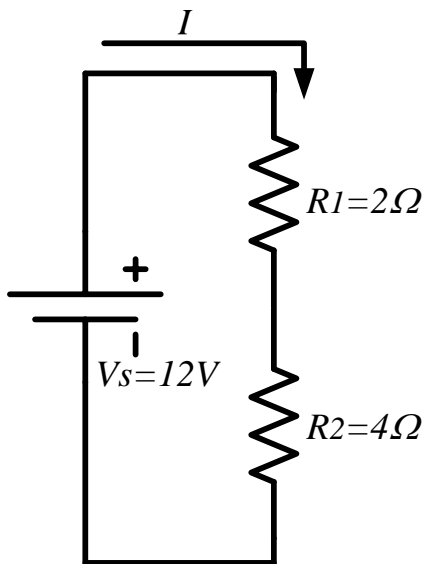
$$V_{R_2} = I_T \times R_2 = 1A \times 4\Omega = 4V$$

$$\begin{aligned} V_{R3} &= IT \times R3 \\ &= 1A \times 6\Omega &= 6V \end{aligned}$$

แรงดันตกคร่อมตัวต้านทานที่ต่ออนุกรมรวมกันจะมีค่าเท่ากับค่าแรงดันของแหล่งจ่าย

$$\begin{aligned} V1 &= VR1 + VR2 + VR3 \\ 12V &= 2V + 4V + 6V \\ 12V &= 12V \end{aligned}$$

วงจรแบ่งแรงดัน (*Voltage Divider Circuit*) เป็นวงจรที่จัดรูปแบบเป็นแบบวงจรอนุกรมเพื่อให้ได้แรงดันตกคร่อมตามต้องการ



รูปที่ 2.6 แสดงวงจรแบ่งแรงดันจากตัวต้านทาน 2 ตัวที่ต่ออนุกรม

$$\begin{aligned} R_T &= R1 + R2 \\ I_T &= \frac{V_S}{R_T} \\ V_{R1} &= IT \times R1 \\ &= \frac{V_S}{R_T} \times R1 \\ &= \frac{V_S}{(R1 + R2)} \times R1 \end{aligned}$$

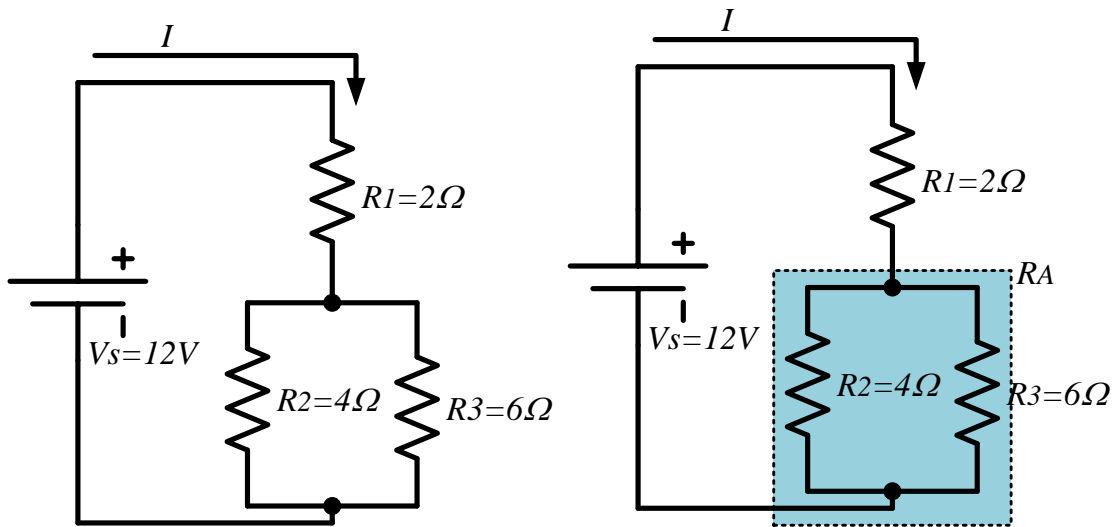
เขียนใหม่เพื่อง่ายต่อการจำ

$$V_{R1} = \frac{R1}{(R1 + R2)} \times V_S$$

ดังนั้น

$$V_{R2} = \frac{R2}{(R1 + R2)} \times V_S$$

ตัวอย่างที่ 2.1 ในกรณีที่เป็นวนจรอนุกรมที่ไม่ใช่การอนุกรมของตัวต้านทาน 2 ตัว ให้จัดการให้เหลือเพียง 2 ตัวที่อนุกรมดังรูป 2.7



รูปที่ 2.7 แสดงวงจรแบ่งแรงดันที่ไม่ใช่การต่ออนุกรมของตัวต้านทาน 2 ตัว

จากรูปตัวต้านทาน R2 และ R3 ต่อขนานกัน ในขั้นตอนการคำนวณต้องคิดเป็นตัวต้านทานตัวเดียวที่ต่ออนุกรมกับ R1 ในที่นี้คิดเป็นตัวต้านทาน RA ดังรูปที่ 2.7 ค่าแรงดันตกคร่อม R1 จึงมีค่าเป็นดังสมการ

$$V_{R1} = \frac{R1}{(R1+RA)} \times V_S$$

และ

$$\begin{aligned} V_{R2} &= V_{RA} \\ &= \frac{RA}{(R1+RA)} \times V_S \end{aligned}$$

โดยที่

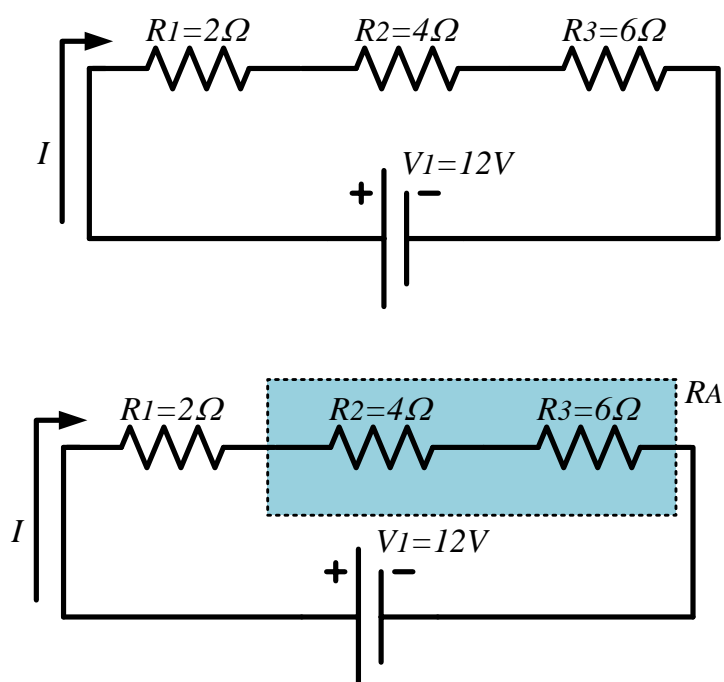
$$\begin{aligned} R_A &= R2 // R3 \\ &= 4\Omega // 6\Omega &= 2.4\Omega \end{aligned}$$

ดังนั้น

$$\begin{aligned} V_{R1} &= \frac{2\Omega}{(2\Omega+2.4\Omega)} \times 12V \\ &= 5.455 V \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{R2} &= \frac{2.4\Omega}{(2\Omega+2.4\Omega)} \times 12V \\ &= 6.545 V \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 2.2 วงจรแบ่งแรงดันอีกกรุปแบบหนึ่งดังรูป 2.8



รูปที่ 2.8 แสดงวงจรแบ่งแรงดันที่ไม่ใช่การต่ออนุกรมของตัวต้านทาน 2 ตัว

จากรูปจะได้

$$V_{R1} = \frac{R1}{(R1+RA)} \times V_s$$

โดยที่

$$\begin{aligned} R_A &= R2+R3 \\ &= 4\Omega+6\Omega && = 10\Omega \end{aligned}$$

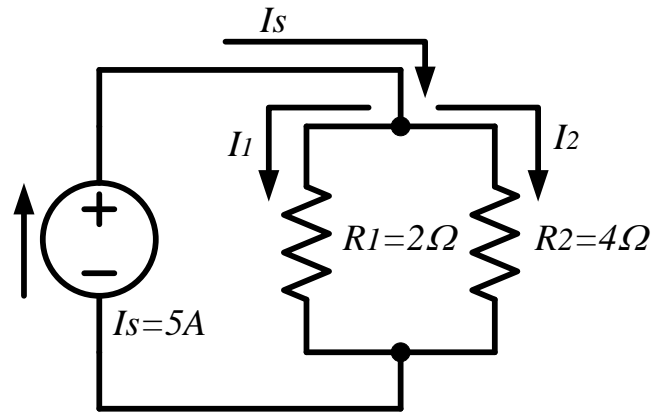
ดังนั้น

$$\begin{aligned} V_{R1} &= \frac{2\Omega}{(2\Omega+10\Omega)} \times 12V \\ &= 2V \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{RA} &= \frac{10\Omega}{(2\Omega+10\Omega)} \times 12V \\ &= 10V \end{aligned}$$

$$V_{R2} = \frac{4\Omega}{(4\Omega+6\Omega)} \times 10V = 4V$$

วงจรแบ่งกระแส (*Current Divider Circuit*) เป็นวงจรที่จัดรูปแบบเป็นแบบวงจรขนานเพื่อเป็นการแบ่งการไหลของกระแสไฟฟ้า



รูปที่ 2.9 แสดงวงจรแบ่งกระแสจากตัวต้านทาน 2 ตัว

จากกฎของโอห์ม กระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทาน  $R_1$  ( $I_1$ ) หาได้จากสมการ

$$I_1 = \frac{VR_1}{R_1}$$

โดยที่

$$V_{R_1} = V_{RT}$$

$$V_{RT} = I_s \times R_T$$

$$R_T = R_1 // R_2$$

$$= \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$

ดังนั้น

$$V_{R_1} = I_s \times \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$

$$I_1 = \frac{1}{R_1} \times I_s \times \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$

$$= I_s \times \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

จัดรูปแบบให้ง่ายต่อการจำ

$$I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times I_s$$

และ

$$I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \times I_s$$



แทนค่าจะได้

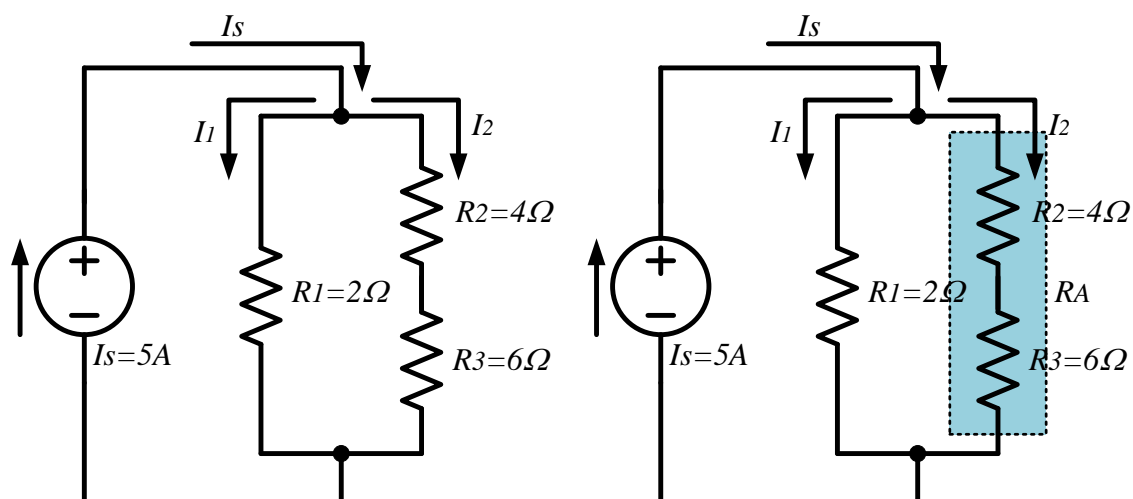
$$I_1 = \frac{4\Omega}{2\Omega+4\Omega} \times 5A$$

$$= 3.333 A$$

$$I_1 = \frac{2\Omega}{2\Omega+4\Omega} \times 5A$$

$$= 1.667 A$$

ตัวอย่างที่ 2.3 วงจรแบ่งกระแสที่มีตัวต้านทานมากกว่า 2 ตัว



รูปที่ 2.10 แสดงวงจรแบ่งกระแสจากตัวต้านทานมากกว่า 2 ตัว

จากวงจรเมื่อรวมตัวต้านทาน R2 และ R3 (มองเป็นตัวต้านทาน 1 ตัว) จะพบว่าเป็นวงจรแบ่งกระแสระหว่างตัวต้านทาน R1 กับ RA ดังนั้นค่าของกระแส I1 จึงได้เป็น

$$I_1 = \frac{R_A}{R_1 + R_A} \times I_s$$

โดยที่

$$R_A = R_2 + R_3$$

$$= 4\Omega + 6\Omega$$

$$= 10\Omega$$

ดังนั้น

$$I_1 = \frac{10\Omega}{2\Omega + 10\Omega} \times 5A$$

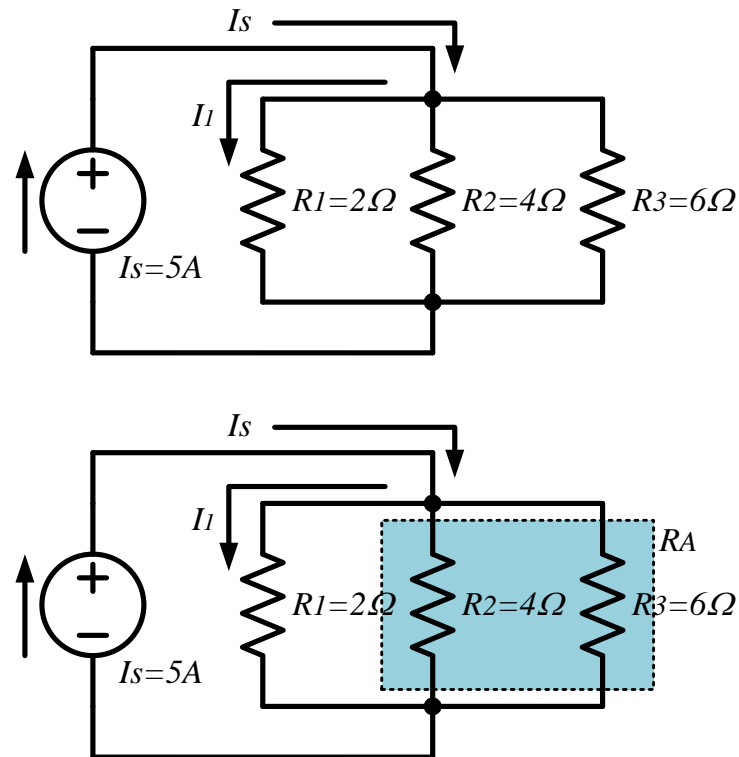
$$= 4.167A$$

และ

$$I_2 = \frac{2\Omega}{2\Omega + 10\Omega} \times 5A$$

$$= 0.8333A$$

ตัวอย่างที่ 2.4 วงจรแบ่งกระแสที่มีตัวต้านทานมากกว่า 2 ตัว



รูปที่ 2.11 แสดงวงจรแบ่งกระแสจากตัวต้านทานมากกว่า 2 ตัว

$$I_1 = \frac{R_A}{R_1 + R_A} \times I_s$$

โดยที่

$$R_A = R_2 // R_3$$

$$= 4\Omega // 6\Omega$$

$$= 2.4\Omega$$

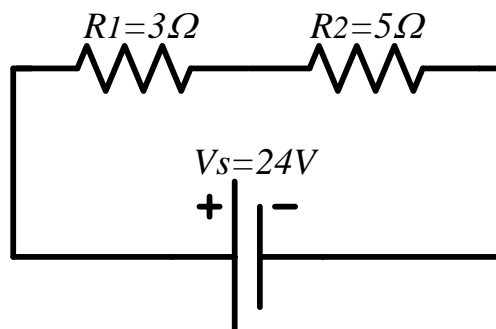
ดังนั้น

$$I_1 = \frac{2.4\Omega}{2\Omega + 2.4\Omega} \times 5A$$

$$= 2.727A$$

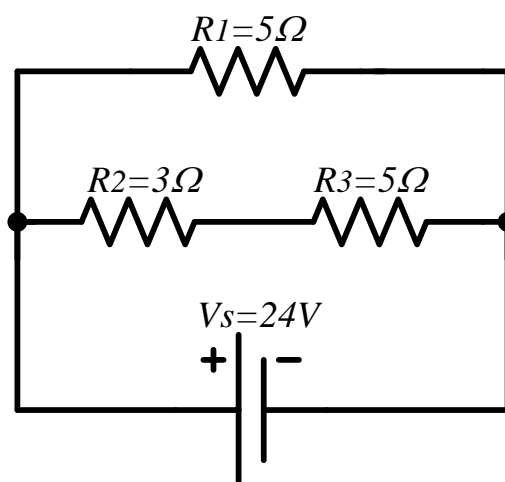
## ปัญหาโจทย์เพิ่มเติม

1. จากรูปที่ 2.12 จงหาค่าแรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน  $R_2$



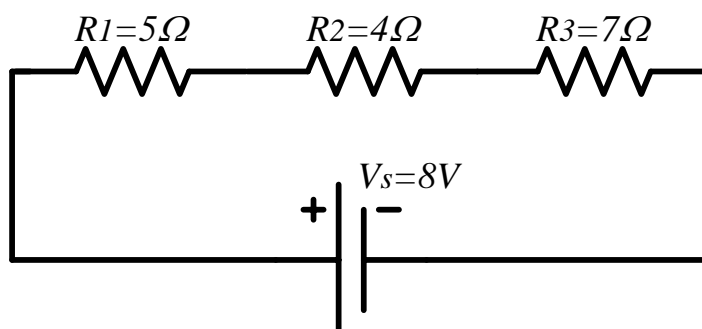
รูปที่ 2.12

2. จากรูปที่ 2.13 จงหาค่าแรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน  $R_2$



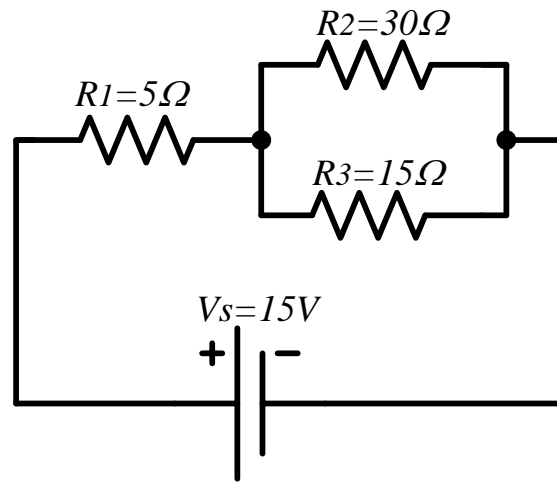
รูปที่ 2.13

3. จากรูปที่ 2.14 จงหาค่าแรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน  $R_2$



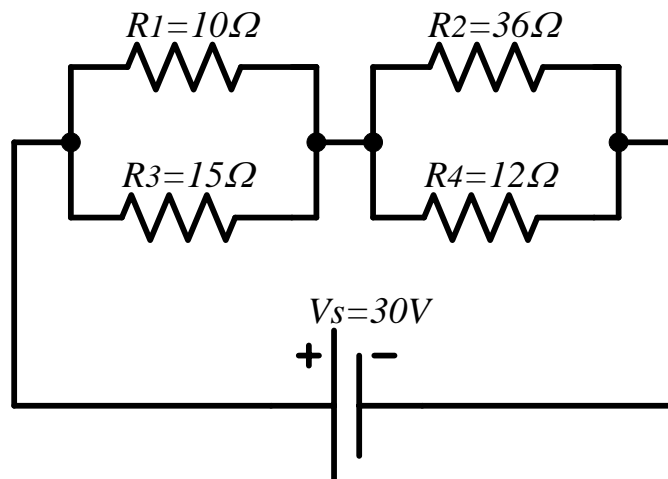
รูปที่ 2.14

4. จากรูปที่ 2.15 จงหาค่าแรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน  $R_2$



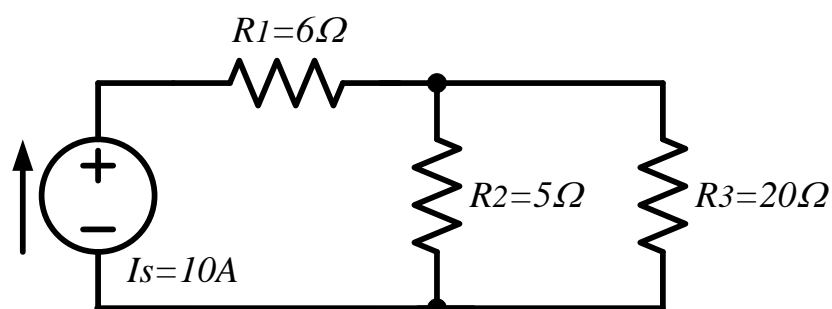
รูปที่ 2.15

5. จากรูปที่ 2.16 จงหาค่าแรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน  $R_2$



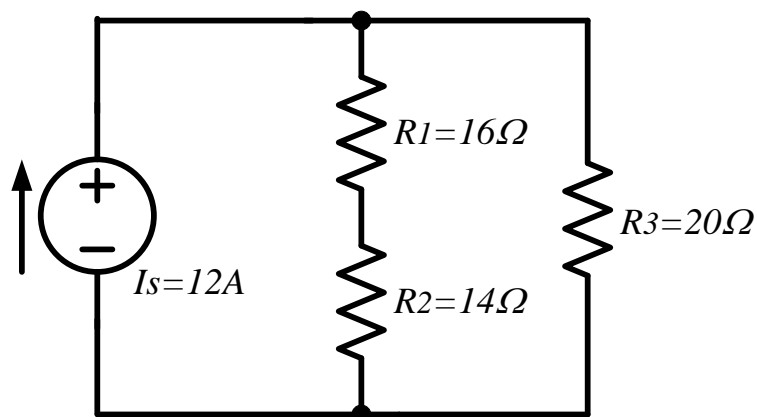
รูปที่ 2.16

6. จากรูปที่ 2.17 จงหาค่ากระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทาน  $R_2$



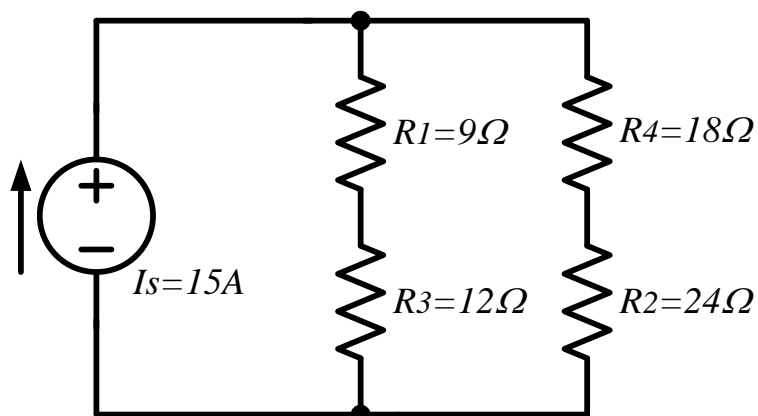
รูปที่ 2.17

7. จากรูปที่ 2.18 จงหาค่ากระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทาน  $R_2$



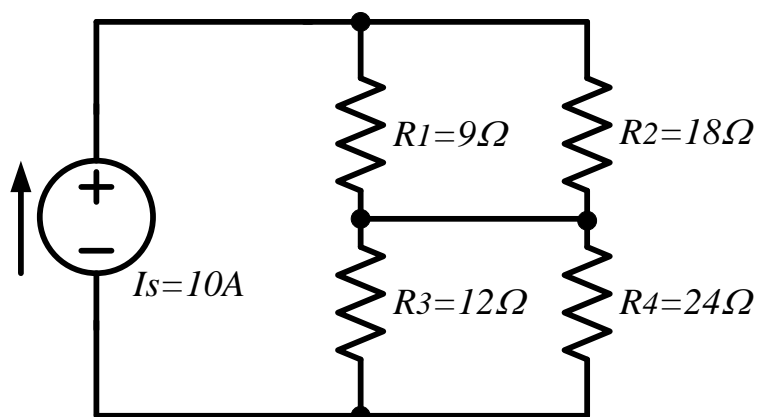
รูปที่ 2.18

8. จากรูปที่ 2.19 จงหาค่ากระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทาน  $R_2$



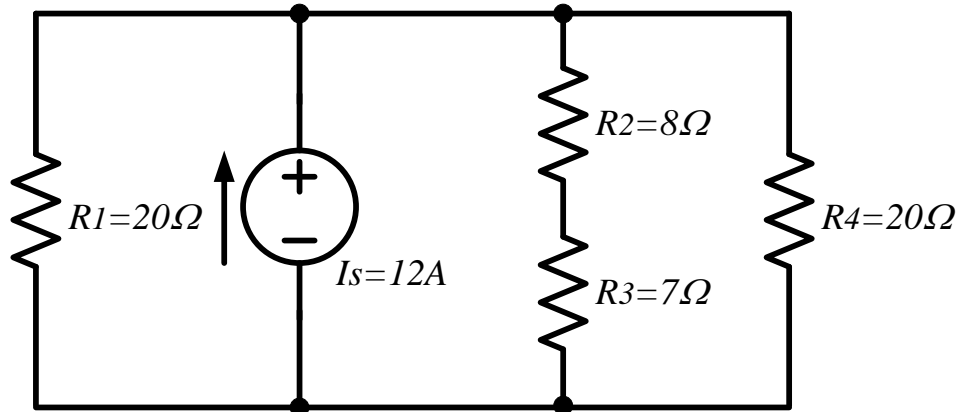
รูปที่ 2.19

9. จากรูปที่ 2.20 จงหาค่ากระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทาน  $R_2$



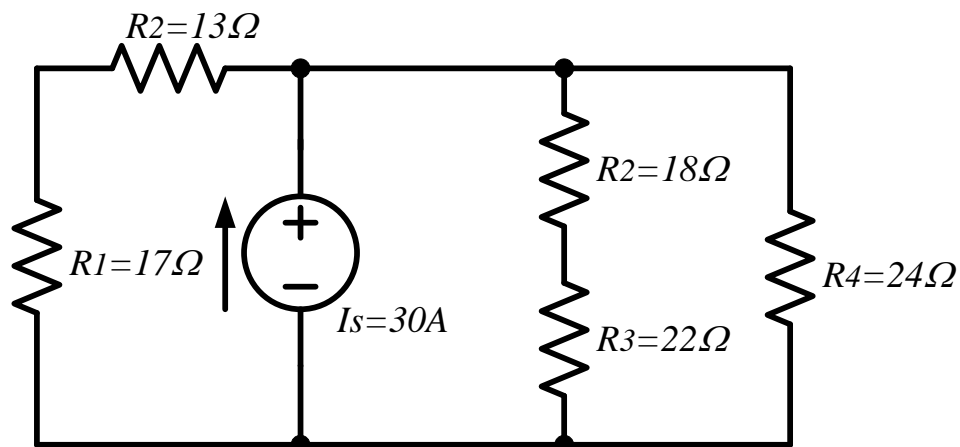
รูปที่ 2.20

10. จากรูปที่ 2.21 จงหาค่ากระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทาน  $R_2$



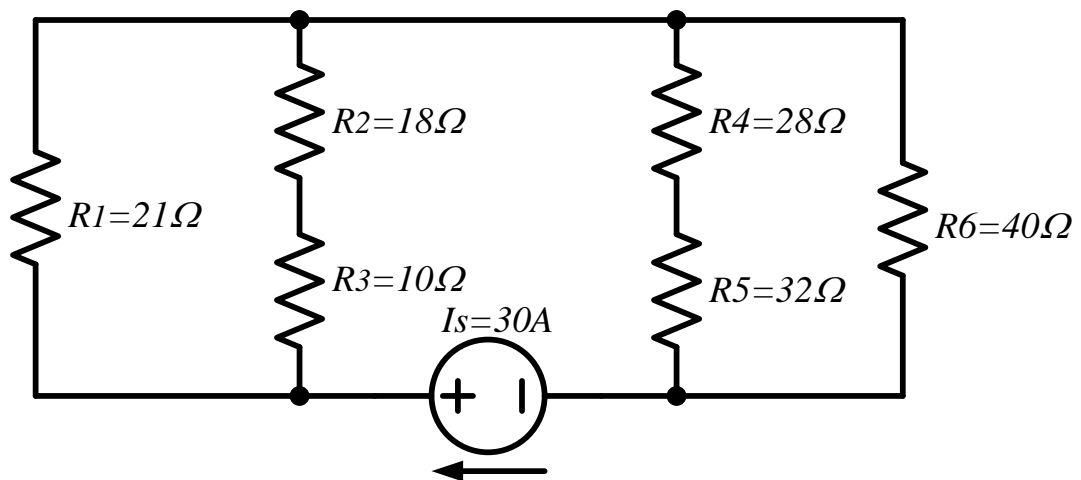
รูปที่ 2.21

11. จากรูปที่ 2.22 จงหาค่ากระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทาน  $R_2$



รูปที่ 2.22

12. จากรูปที่ 2.23 จงหาค่ากระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทาน  $R_2$



รูปที่ 2.23