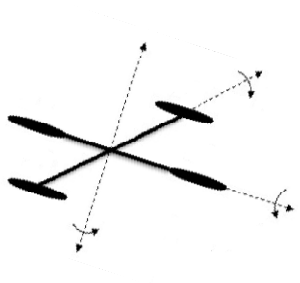
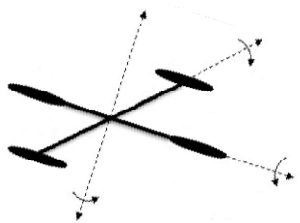
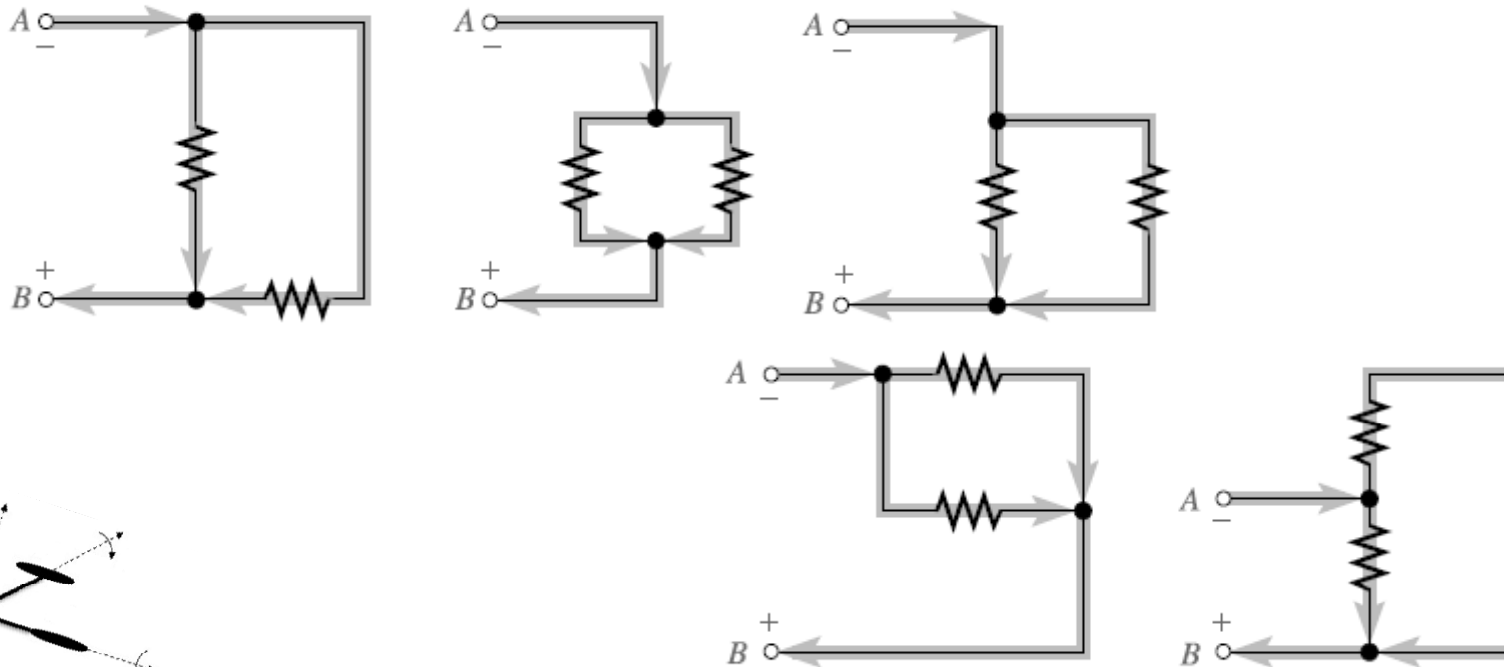
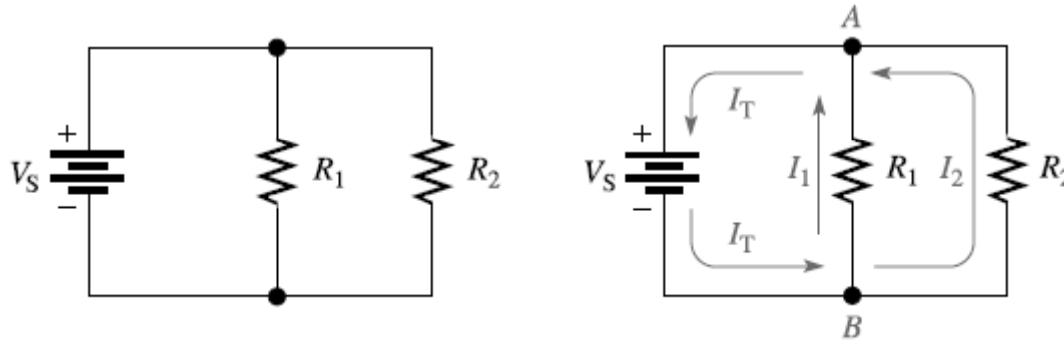


회로이론

5장. 병렬회로

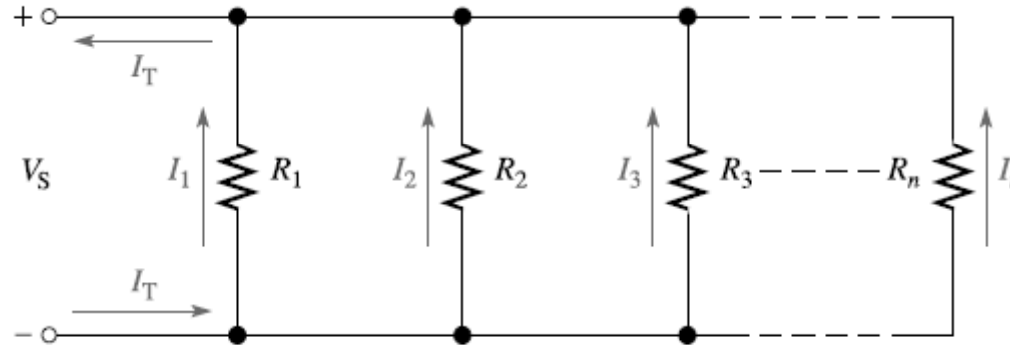


5.1 저항의 병렬 연결



5.2 병렬 회로의 합성저항

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$$



$$\frac{V_S}{R_T} = \frac{V_S}{R_1} + \frac{V_S}{R_2} + \frac{V_S}{R_3} + \dots + \frac{V_S}{R_n}$$

$$\frac{V_S}{R_T} = V_S \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n} \right)$$

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

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

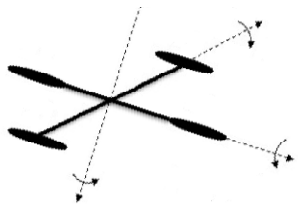
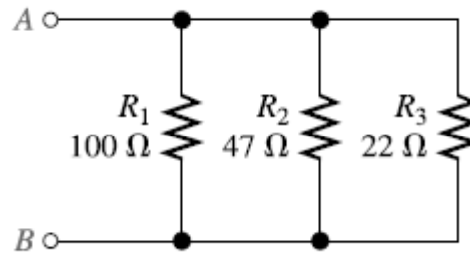


그림 5-9의 회로에서 점 A와 점 B 사이의 병렬 합성저항을 구하시오.

그림 5-9

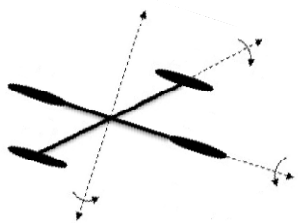


$$\frac{1}{R_1} = \frac{1}{100\ \Omega}$$

$$\frac{1}{R_2} = \frac{1}{47\ \Omega}$$

$$\frac{1}{R_3} = \frac{1}{22\ \Omega}$$

$$R_T = 13.0\ \Omega$$

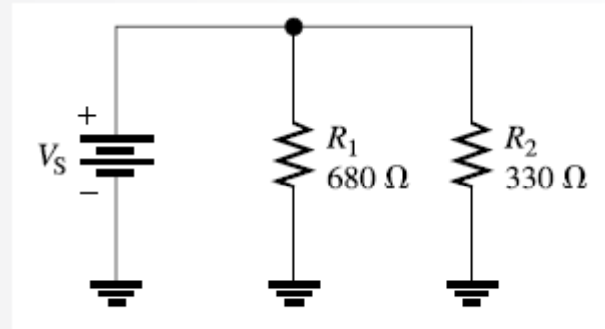


두 저항을 병렬 연결한 경우

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

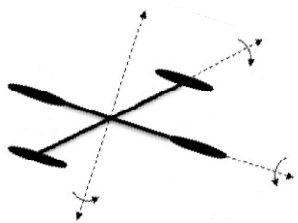
그림 5-10의 회로에서 전원에 연결된 합성저항을 구하시오.

그림 5-10



해 식 (5-2)를 사용하여 R_T 를 구하면, 다음과 같다.

$$R_T = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{(680 \Omega)(330 \Omega)}{680 \Omega + 330 \Omega} = \frac{224,400 \Omega^2}{1,010 \Omega} = 222 \Omega$$



같은 값의 저항들을 병렬 연결한 경우

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

그림 5-11에서 점 A와 점 B 사이에서의 합성저항을 구하시오.

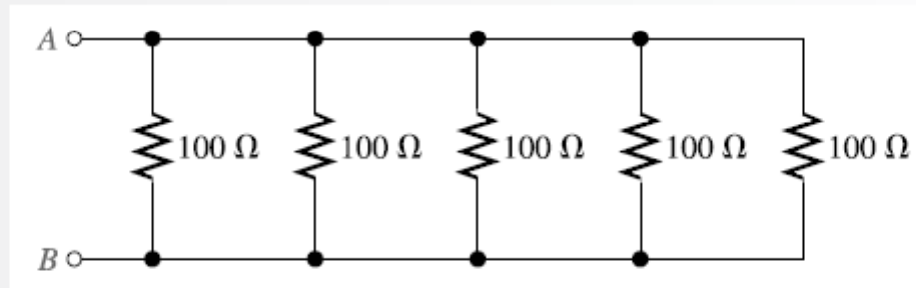
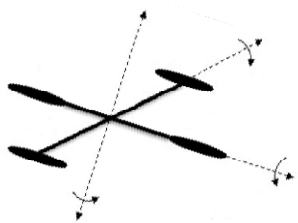


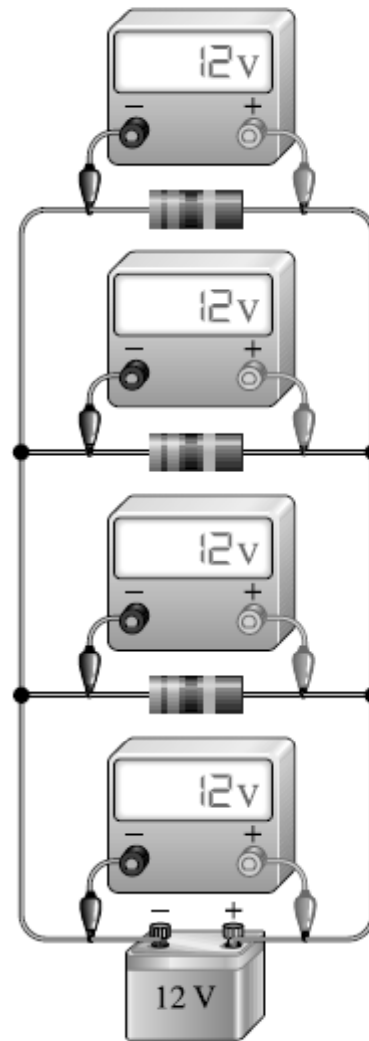
그림 5-11

해 100 Ω을 갖는 저항 5개가 병렬로 연결되어 있다. 식 (5-3)을 사용하여 합성저항을 구한다.

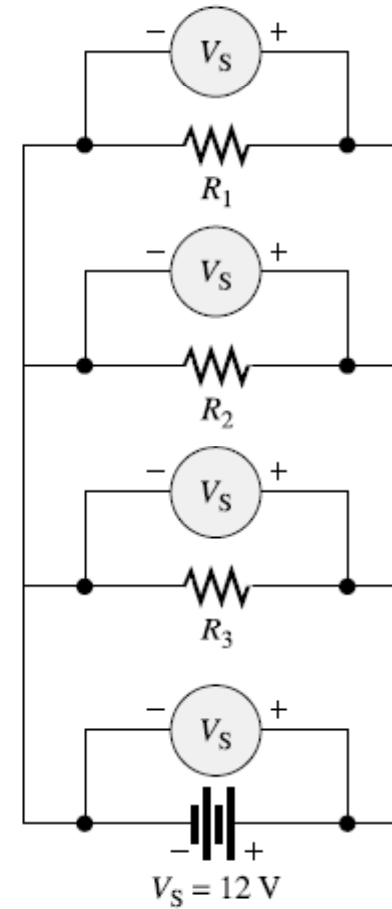
$$R_T = \frac{R}{n} = \frac{100 \Omega}{5} = 20 \Omega$$



5.3 병렬 회로의 전압



(a) 전체 회로의 구성도



(b) 회로도

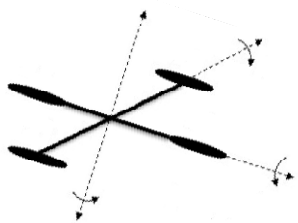
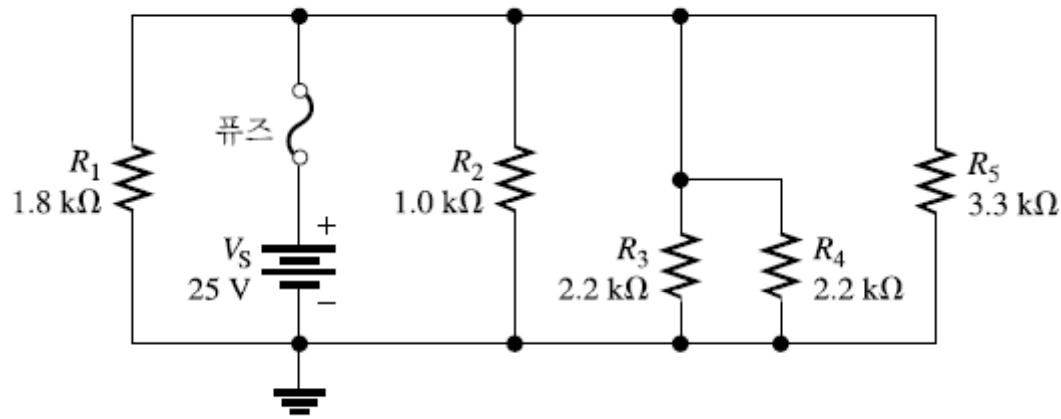
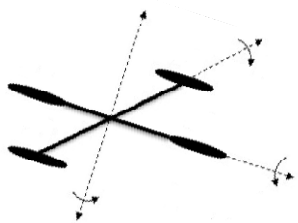


그림 5-17에서 각 저항의 양단에 걸리는 전압을 구하시오.



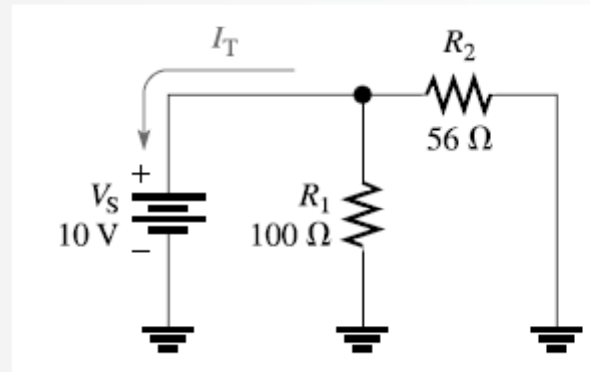
$$V_1 = V_2 = V_3 = V_4 = V_5 = V_S = 25 \text{ V}$$



5.4 옴의 법칙의 응용

그림 5-20에서 전지로부터 유출되는 총 전류를 구하시오.

그림 5-20



전지로부터 유출되는 전류는 합성저항에 의해 결정되므로, 우선 R_T 를 계산한다.

$$R_T = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{(100 \Omega)(56 \Omega)}{100 \Omega + 56 \Omega} = \frac{5600 \Omega^2}{156 \Omega} = 35.9 \Omega$$

전지의 전압은 10 V이고, 여기서 옴의 법칙을 이용하여 총 전류 I_T 를 구하면 다음과 같다.

$$I_T = \frac{V_S}{R_T} = \frac{10 \text{ V}}{35.9 \Omega} = 279 \text{ mA}$$

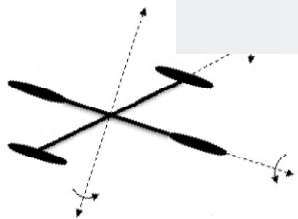
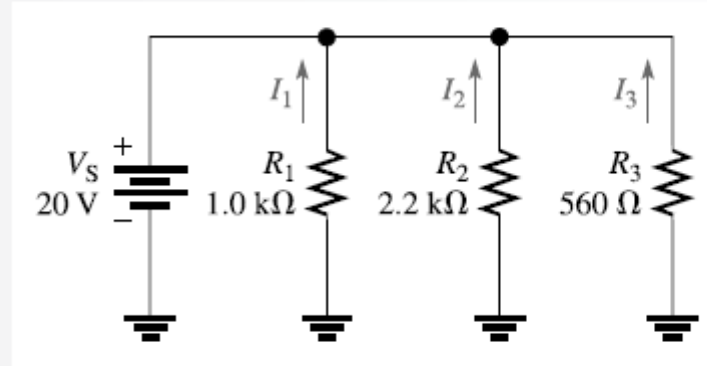


그림 5-21의 병렬 회로에서 각 저항에 흐르는 전류를 구하시오.

그림 5-21



각각의 저항 양단의 전압은 전원전압과 같다. 즉, R_1 양단의 전압은 20 V이며, R_2 양단의 전압 또한 20 V이고, R_3 의 전압도 20 V이다. 각 저항을 통해 흐르는 전류는 다음과 같이 계산된다.

$$I_1 = \frac{V_S}{R_1} = \frac{20 \text{ V}}{1.0 \text{ k}\Omega} = \mathbf{20.0 \text{ mA}}$$

$$I_2 = \frac{V_S}{R_2} = \frac{20 \text{ V}}{2.2 \text{ k}\Omega} = \mathbf{9.09 \text{ mA}}$$

$$I_3 = \frac{V_S}{R_3} = \frac{20 \text{ V}}{560 \Omega} = \mathbf{35.7 \text{ mA}}$$

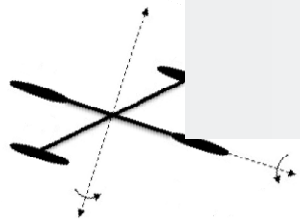
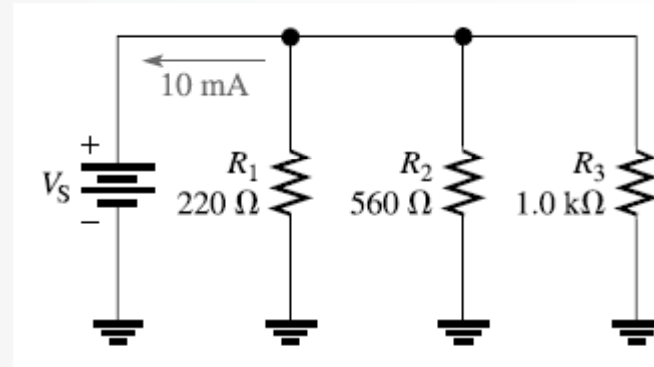


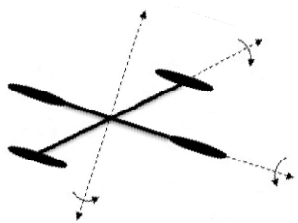
그림 5-22의 병렬 회로에서 V_S 양단의 전압을 구하시오.

그림 5-22



$$R_T = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} = \frac{1}{\frac{1}{220 \Omega} + \frac{1}{560 \Omega} + \frac{1}{1.0 \text{ k}\Omega}} = 136 \Omega$$

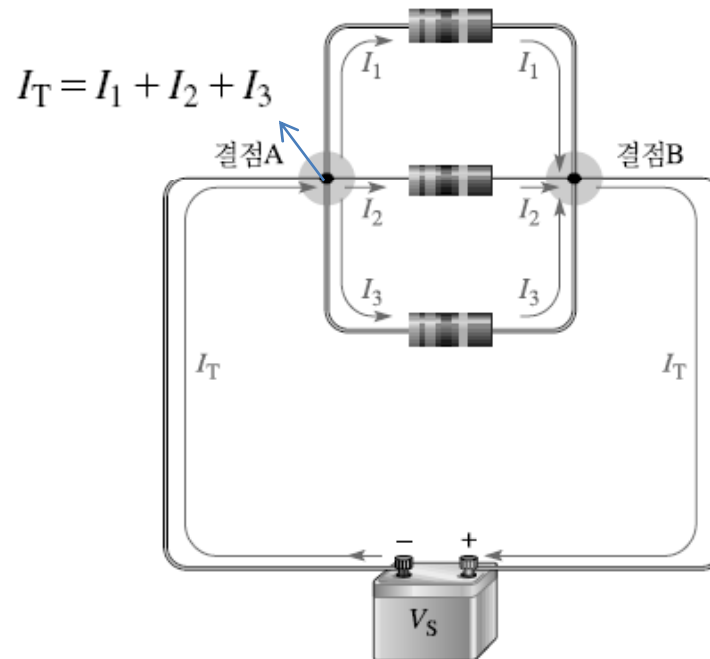
$$V_S = I_T R_T = 1.36 \text{ V}$$



5.5 키르히호프의 전류 법칙

키르히호프의 전류 법칙(Kirchhoff's current law : KCL)

임의의 절점에 대하여 유입되는 전류의 총합(전체 유입전류)과 유출되는 전류의 총합(전체 유출전류)은 같다.



임의의 절점에서 유출 및 유입되는 전류들의 총합은 영(0)이다.

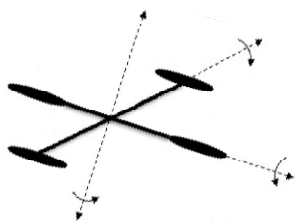
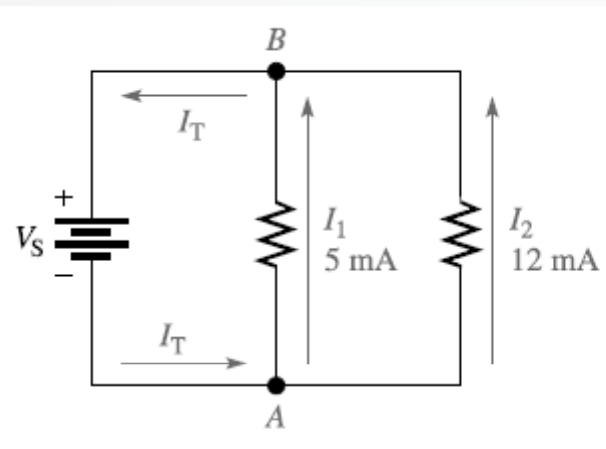


그림 5-29의 회로에서 지로전류는 이미 알고 있다. 이 때 절점 A로 유입되는 총 전류와 절점 B에서 유출되는 총 전류를 구하시오.

그림 5-29



절점 A에서 유출되는 총 전류는 두 지로전류의 합이다. 따라서 절점 A로 유입되는 총 전류는 다음과 같다.

$$I_T = I_1 + I_2 = 5 \text{ mA} + 12 \text{ mA} = 17 \text{ mA}$$

절점 B로 유입되는 총 전류는 두 지로전류의 합이다. 따라서 절점 B에서 유출되는 총 전류는 다음과 같다.

$$I_T = I_1 + I_2 = 5 \text{ mA} + 12 \text{ mA} = 17 \text{ mA}$$

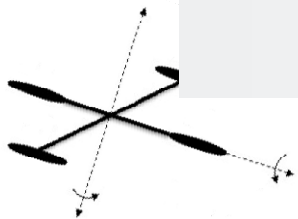
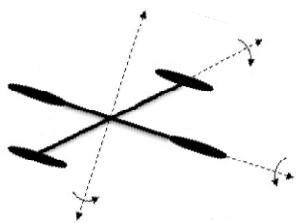
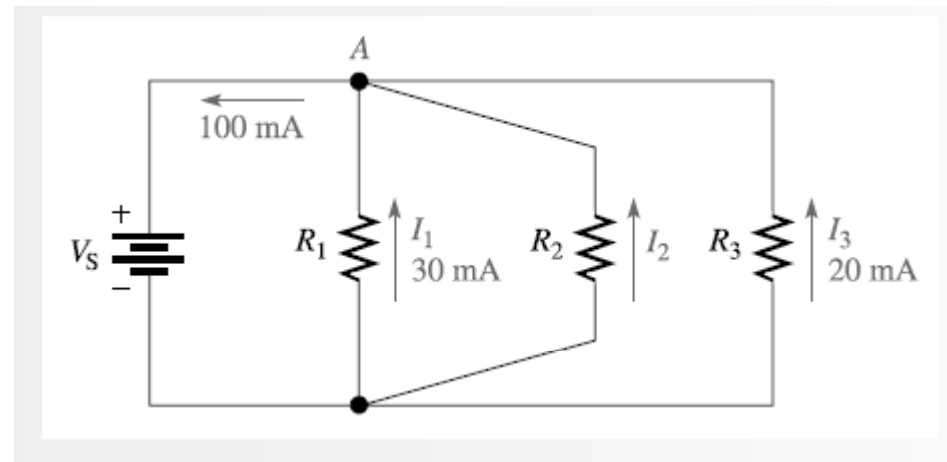


그림 5-30에서 R_2 에 흐르는 전류를 구하시오.

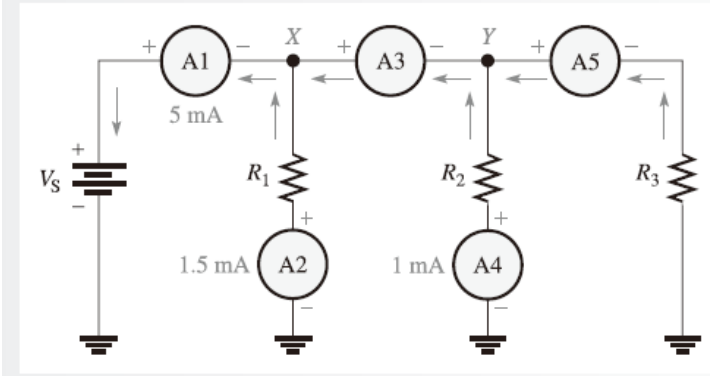
절점 A로부터의 총 전류는 $I_T = I_1 + I_2 + I_3$ 이다. 그림 5-30에 R_1 과 R_3 를 통하여 흐르는 지로전류와 총 전류가 나타나 있다. 따라서, I_2 의 값을 구하면 다음과 같다.

$$I_2 = I_T - I_1 - I_3 = 100 \text{ mA} - 30 \text{ mA} - 20 \text{ mA} = \mathbf{50 \text{ mA}}$$



5장 병렬회로 - 5.5 키르히호프의 전류 법칙

그림 5-31에서 키르히호프의 전류 법칙을 이용하여 전류계 A3와 전류계 A5에서 측정되는 전류값을 구하시오.



절점 X로부터 유출되는 총 전류는 5 mA이다. 절점 X로 유입되는 두 전류, 즉 저항 R_1 을 통하여 흐르는 1.5 mA와 A3를 통하여 흐르는 전류가 유입된다. 절점 X에 적용된 키르히호프의 전류 법칙은 다음과 같다.

$$5 \text{ mA} = 1.5 \text{ mA} + I_{A3}$$

여기서 I_{A3} 를 구하면 다음과 같다.

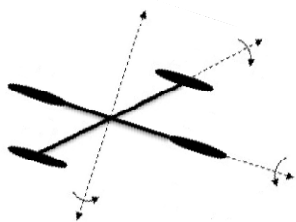
$$I_{A3} = 5 \text{ mA} - 1.5 \text{ mA} = 3.5 \text{ mA}$$

절점 Y로 유출되는 총 전류는 $I_{A3} = 3.5 \text{ mA}$ 이다. 절점 Y로 유입되는 두 전류, 즉 저항 R_2 를 통하여 흐르는 1 mA와 A5와 R_3 를 통하여 또 하나의 전류가 유입된다. 절점 Y에 키르히호프의 전류 법칙을 적용하면 다음과 같이 되고,

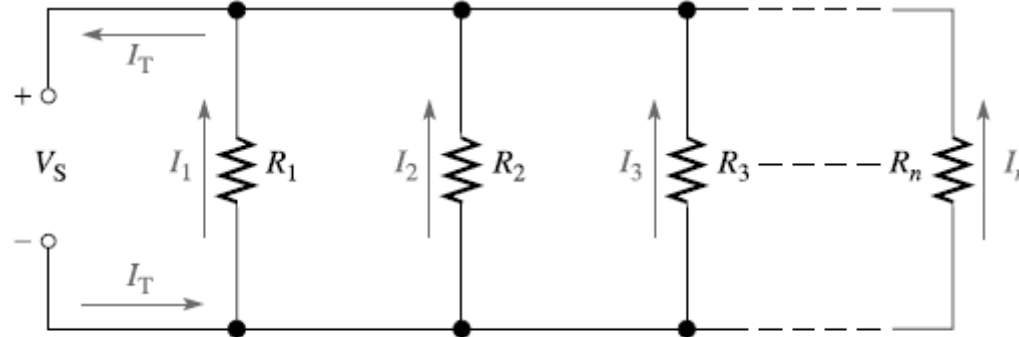
$$3.5 \text{ mA} = 1 \text{ mA} + I_{A5}$$

이를 I_{A5} 에 대해 정리하여 풀면 I_{A5} 는 다음과 같이 된다.

$$I_{A5} = 3.5 \text{ mA} - 1 \text{ mA} = 2.5 \text{ mA}$$



5.6 전류 분배기

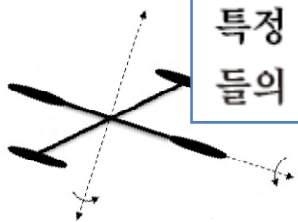


$$I_x = \frac{V_S}{R_x} \quad V_S = I_T R_T$$

$$I_x = \frac{I_T R_T}{R_x}$$

$$I_x = \left(\frac{R_T}{R_x} \right) I_T$$

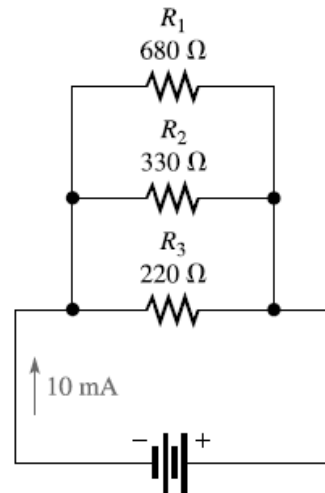
특정 지로의 전류(I_x)는 병렬 합성저항(R_T)을 그 지로저항(R_x)으로 나눈 다음 병렬 지로들의 절점에 유입되는 총 전류(I_T)를 곱한 것과 같다.



5장 병렬회로 - 5.6 전류 분배기

그림 5-37의 회로에서 각 저항에 흐르는 전류를 구하시오.

그림 5-37



$$R_T = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} = \frac{1}{\frac{1}{680 \Omega} + \frac{1}{330 \Omega} + \frac{1}{220 \Omega}} = 111 \Omega$$

$$I_1 = \left(\frac{R_T}{R_1} \right) I_T = \left(\frac{111 \Omega}{680 \Omega} \right) 10 \text{ mA} = \mathbf{1.63 \text{ mA}}$$

$$I_2 = \left(\frac{R_T}{R_2} \right) I_T = \left(\frac{111 \Omega}{330 \Omega} \right) 10 \text{ mA} = \mathbf{3.36 \text{ mA}}$$

$$I_3 = \left(\frac{R_T}{R_3} \right) I_T = \left(\frac{111 \Omega}{220 \Omega} \right) 10 \text{ mA} = \mathbf{5.05 \text{ mA}}$$

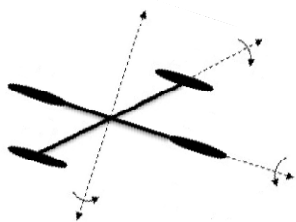
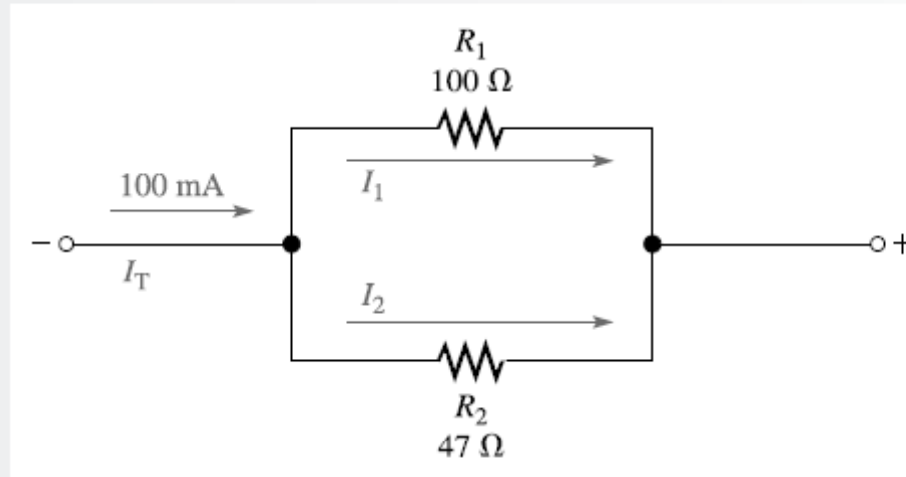


그림 5-38의 회로에서 I_1 과 I_2 를 구하시오.

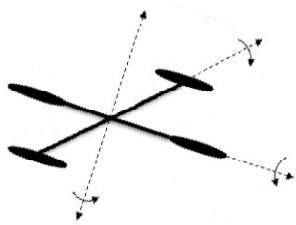


I_1 을 구하기 위해 식 (5-6)을 사용한다.

$$I_1 = \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) I_T = \left(\frac{47 \Omega}{147 \Omega} \right) 100 \text{ mA} = \mathbf{32.0 \text{ mA}}$$

I_2 를 구하기 위해 식 (5-7)을 사용한다.

$$I_2 = \left(\frac{R_1}{R_1 + R_2} \right) I_T = \left(\frac{100 \Omega}{147 \Omega} \right) 100 \text{ mA} = \mathbf{68.0 \text{ mA}}$$



5.7 병렬 회로에서의 전력

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3 + \cdots + P_n$$

여기서 $P_T =$ 총 전력

$P_n = n$ 번째 병렬 저항에서의 전력

$$P_T = V_S I_T$$

$$P_T = I_T^2 R_T$$

$$P_T = \frac{V_S^2}{R_T}$$

여기서 $V_S =$ 병렬 회로의 양단에 걸리는 전압

$I_T =$ 병렬 회로로 유입되는 총 전류

$R_T =$ 병렬 회로의 합성저항

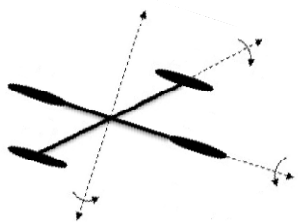
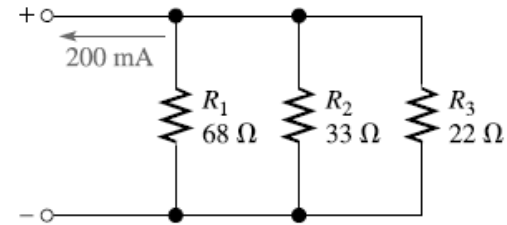


그림 5-41의 병렬 회로에서 총 전력을 계산하시오.

그림 5-41



$$R_T = \frac{1}{\frac{1}{68 \Omega} + \frac{1}{33 \Omega} + \frac{1}{22 \Omega}} = 11.1 \Omega$$

$$P_T = I_T^2 R_T = (200 \text{ mA})^2 (11.1 \Omega) = \mathbf{444 \text{ mW}}$$

$$V_S = I_T R_T = (200 \text{ mA})(11.1 \Omega) = 2.22 \text{ V}$$

$$P = V_S^2 / R$$

$$P_1 = \frac{(2.22 \text{ V})^2}{68 \Omega} = 72.5 \text{ mW}$$

$$P_2 = \frac{(2.22 \text{ V})^2}{33 \Omega} = 149 \text{ mW}$$

$$P_3 = \frac{(2.22 \text{ V})^2}{22 \Omega} = 224 \text{ mW}$$

$$P_T = 72.5 \text{ mW} + 149 \text{ mW} + 224 \text{ mW} = \mathbf{446 \text{ mW}}$$

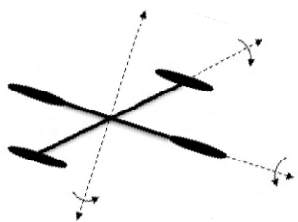
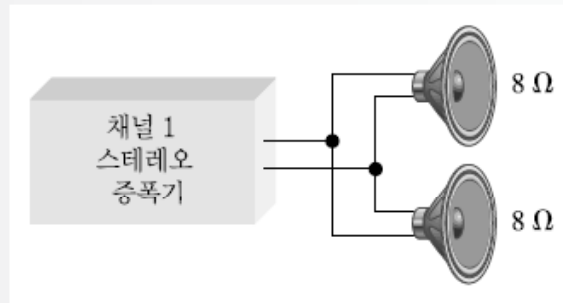


그림 5-42와 같이 1개의 스테레오 증폭기가 2개의 스피커를 구동시킨다. 스피커의 최대 전압이 15 V라면 증폭기는 얼마만큼의 전력을 스피커에 전달시킬 수 있는가?



스피커는 증폭기 출력단에 병렬로 연결되어 있으므로 각 스피커 양단의 전압은 동일하다. 각 스피커의 최대 전력은 다음과 같다.

$$P_{\max} = \frac{V_{\max}^2}{R} = \frac{(15 \text{ V})^2}{8 \Omega} = 28.1 \text{ W}$$

총 전력은 각각의 스피커에서의 전력의 합이므로, 증폭기가 이 스피커 시스템에 전달할 수 있는 총 전력은 각 스피커 전력의 2배가 된다.

$$P_{T(\max)} = P_{\max} + P_{\max} = 2P_{\max} = 2(28.1 \text{ W}) = \mathbf{56.2 \text{ W}}$$

