
2. 직류 저항 회로

2.1. 직렬 저항회로

직렬연결 또는 직렬결선 (series connection): 저항을 일렬로 늘어놓고 그대로 연결하는 방식

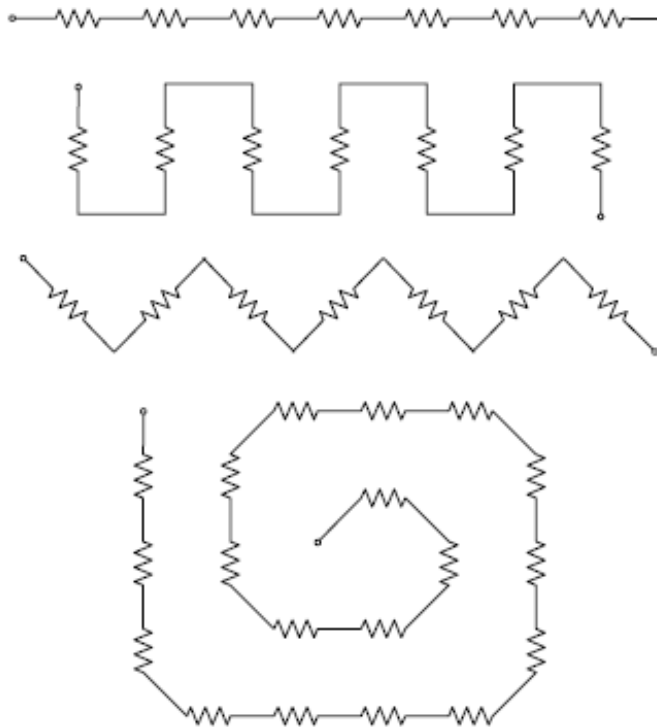


그림 2-1 여러 모양으로 직렬연결 된 저항

2.1. 직렬 저항회로

직렬연결 또는 직렬결선 (series connection)

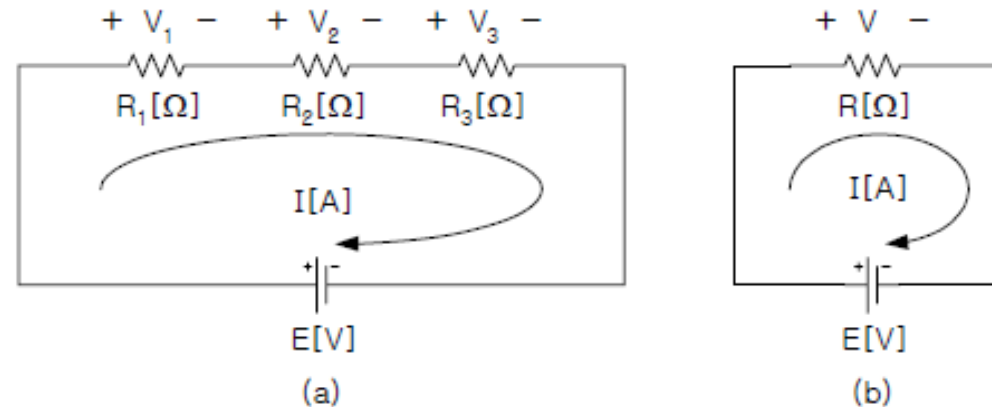


그림 2-2 (a) 원회로 (b) 동가회로

KVL에 의해, $E = V_1 + V_2 + V_3$

직렬회로를 흐르는 전류는 회로 어느 곳에서나 같다.

$$E = R_1 I + R_2 I + R_3 I = (R_1 + R_2 + R_3) I = R I$$

➡ $R = R_1 + R_2 + R_3$

2.1. 직렬 저항회로

직렬연결 또는 직렬결선 (series connection)

각 저항에 걸리는 전압:

$$I = \frac{E}{R} = \frac{E}{R_1 + R_2 + R_3} [A] \quad \dots\dots (2-3)$$

$$V_1 = R_1 I = \frac{R_1}{R_1 + R_2 + R_3} E [V] \quad \dots\dots (2-4-1)$$

$$V_2 = R_2 I = \frac{R_2}{R_1 + R_2 + R_3} E [V] \quad \dots\dots (2-4-2)$$

$$V_3 = R_3 I = \frac{R_3}{R_1 + R_2 + R_3} E [V] \quad \dots\dots (2-4-3)$$

2.1. 직렬 저항회로

직렬연결 또는 직렬결선 (series connection)

[예제 2-1] 그림 2-3 회로에서 AB 사이의 전압 V_{AB} [V]를 구하시오.

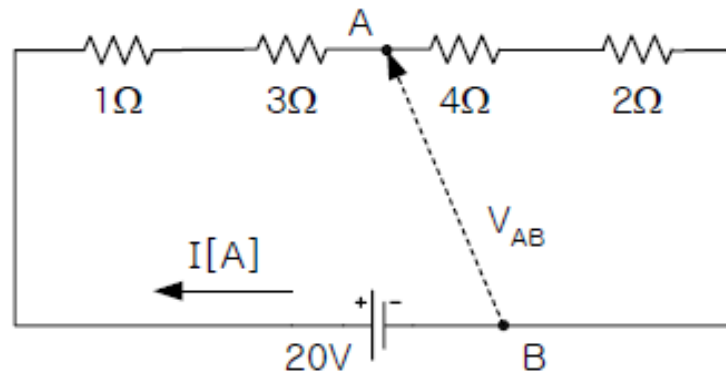
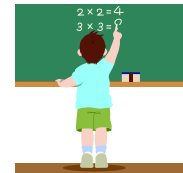
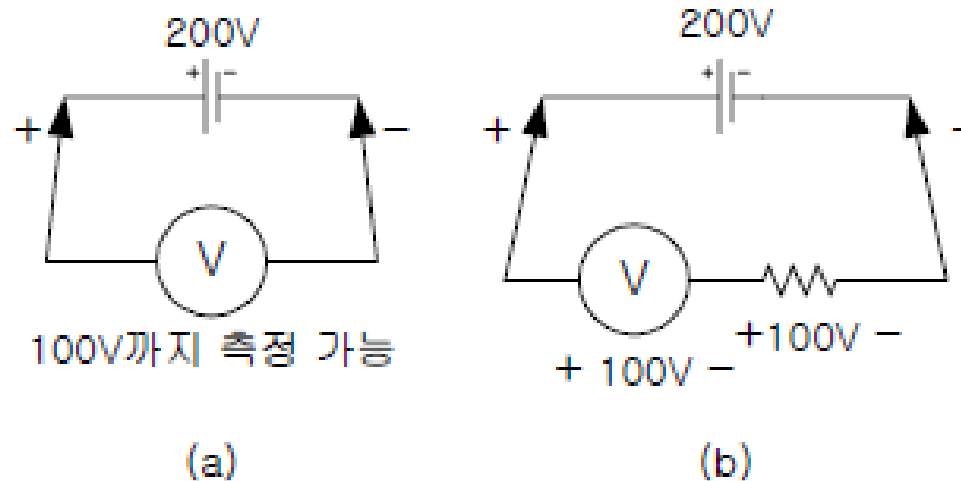


그림 2-3



2.1. 직렬 저항회로

배율기: 전압계의 내부 저항 값을 알고 있다는 가정 아래 적당한 저항을 전압계에 직렬 연결하여 원래 측정할 수 있는 최대 전압보다 큰 전압을 측정하도록 만든 장치.

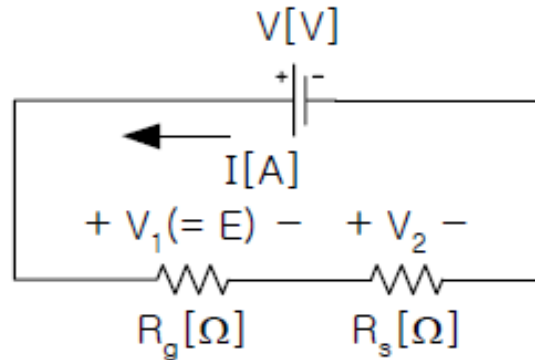


$$\text{배율 } m = \frac{\text{배율기의 최대 측정 전압}}{\text{전압계의 최대 측정 전압}}$$

그림 2-5 (b)의 배율 m 은 $200/100=2$

2.1. 직렬 저항회로

배울기



R_s 설정하기

$$V_g = \frac{R_g}{R_g + R_s} V$$

$$m = \frac{V}{V_g} = \frac{R_g + R_s}{R_g} = 1 + \frac{R_s}{R_g}$$



$$R_s = \frac{V - V_g}{V_g} R_g$$

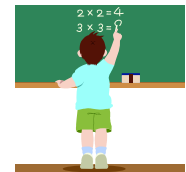
$$R_s = R_g (m - 1)$$



2.1. 직렬 저항회로

배울기

[예제 2-2] 최대눈금이 $10[V]$ 인 직류 전압계가 있다. 이 전압계를 이용하여 $100[V]$ 의 직류 전압을 측정하려면 몇 $[\Omega]$ 의 저항을 직렬로 연결해야 하는가? 단 전압계의 내부 저항은 $500[\Omega]$ 이다.



2.2. 병렬 저항회로

병렬연결 또는 병렬결선(parallel connection): 여러 개의 저항을 머리는 머리끼리, 꼬리는 꼬리끼리 접속하는 연결 방식

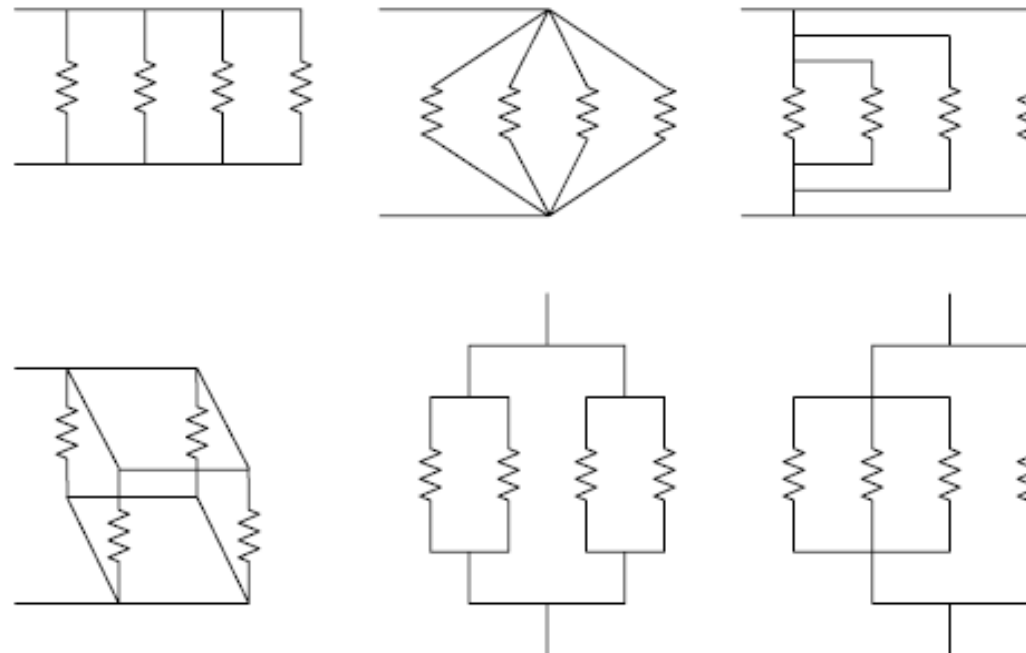


그림 2-6 여러 형태로 병렬연결 된 저항

2.2. 병렬 저항회로

병렬연결 또는 병렬결선(parallel connection)

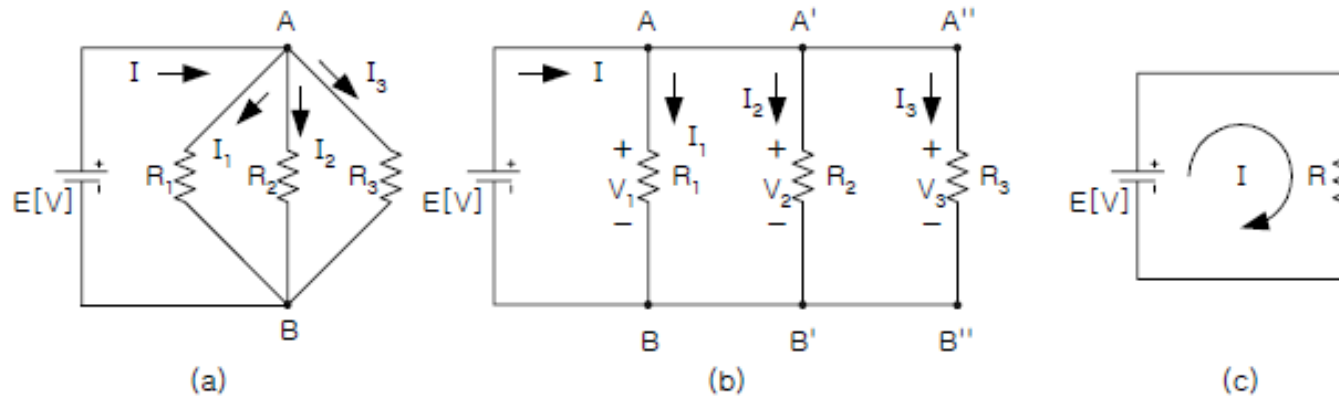


그림 2-7

KCL에 의해, $I = I_1 + I_2 + I_3$

병렬회로의 저항에 걸리는 전압은 모두 같다. $E = V_1 \quad E = V_2 \quad E = V_3$

$$I = \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_3} = \frac{E}{R_1} + \frac{E}{R_2} + \frac{E}{R_3} = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right) E = \frac{1}{R} E \quad \Rightarrow \quad R = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} [\Omega]$$

2.2. 병렬 저항회로

병렬연결 또는 병렬결선(parallel connection)

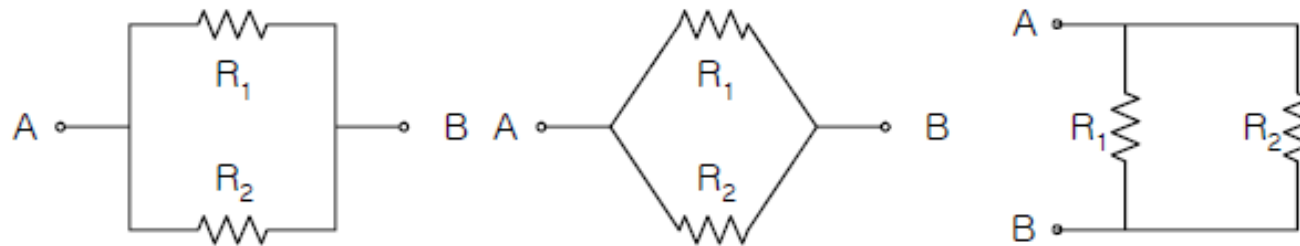


그림 2-8

$$R = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = \frac{1}{\frac{R_2}{R_1 R_2} + \frac{R_1}{R_1 R_2}} = \frac{1}{\frac{R_2 + R_1}{R_1 R_2}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} [\Omega]$$

2.2. 병렬 저항회로

병렬연결 또는 병렬결선(parallel connection)

[예제 2-3] 그림 2-9(a)에서 AB 사이의 합성 저항 $R_{AB}[\Omega]$ 을 구하시오.

저항 4개가 병렬 연결되었으므로 전체 합성저항 R_{AB} 는

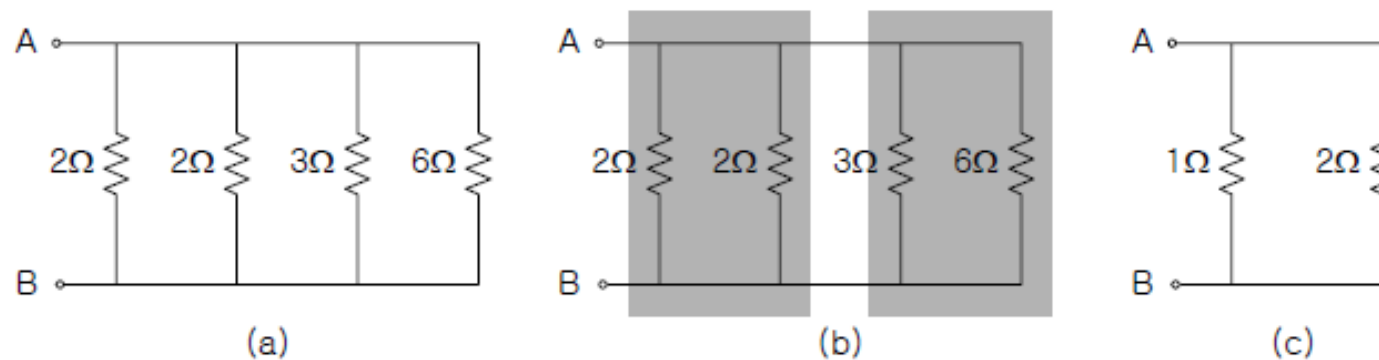
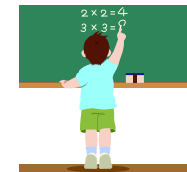


그림 2-9



2.2. 병렬 저항회로

병렬연결 또는 병렬결선(parallel connection)

병렬연결에서 각 저항에 흐르는 전류:

$$R_{AB} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} [\Omega]$$

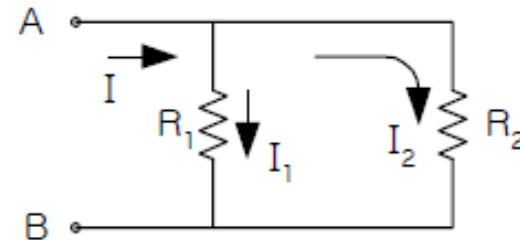
$$V_{AB} = R_{AB} I = \frac{R_1 R_2 I}{R_1 + R_2}$$

$$I_1 = \frac{V_{AB}}{R_1} = \frac{\frac{R_1 R_2 I}{R_1 + R_2}}{R_1} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} I [A]$$

$$I_2 = \frac{V_{AB}}{R_2} = \frac{\frac{R_1 R_2 I}{R_1 + R_2}}{R_2} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} I [A]$$



저항 값이 작은 쪽에 많은 전류가, 반대로 저항 값이 큰 회로에는 전류가 적게 흐른다.



2.2. 병렬 저항회로

병렬연결 또는 병렬결선(parallel connection)

[예제 2-4] 2-11(a), (b)에서 각 가지에 흐르는 전류[A]를 구하시오.

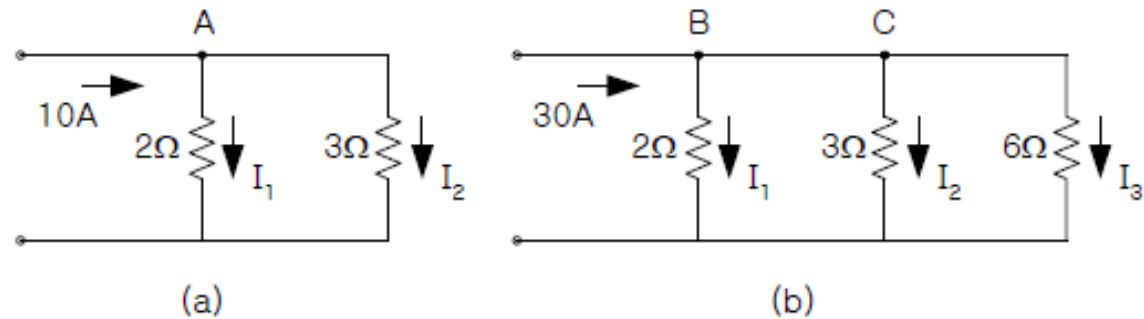


그림 2-11



2.2. 병렬 저항회로

병렬연결 또는 병렬결선(parallel connection)

저항 R_1, R_2, R_3 가 병렬 연결된 회로에 전류 I 가 흐를 때, 각 저항에 흐르는 전류는?

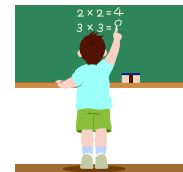
$$R = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} [\Omega]$$

$$E = RI = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} I [V]$$

$$I_1 = \frac{E}{R_1} = \frac{\frac{1}{R_1}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} I [A]$$

$$I_2 = \frac{E}{R_2} = \frac{\frac{1}{R_2}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} I [A]$$

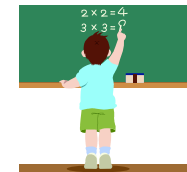
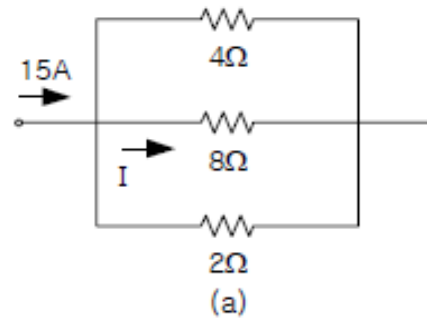
$$I_3 = \frac{E}{R_3} = \frac{\frac{1}{R_3}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} I [A]$$



2.2. 병렬 저항회로

병렬연결 또는 병렬결선(parallel connection)

[예제 2-5] 그림 2-13(a) 회로에서 $I[A]$ 를 구하시오.



2.2. 병렬 저항회로

분배기: 전류계의 정격보다 큰 전류를 측정하기 위해서 병렬저항을 연결한 장치

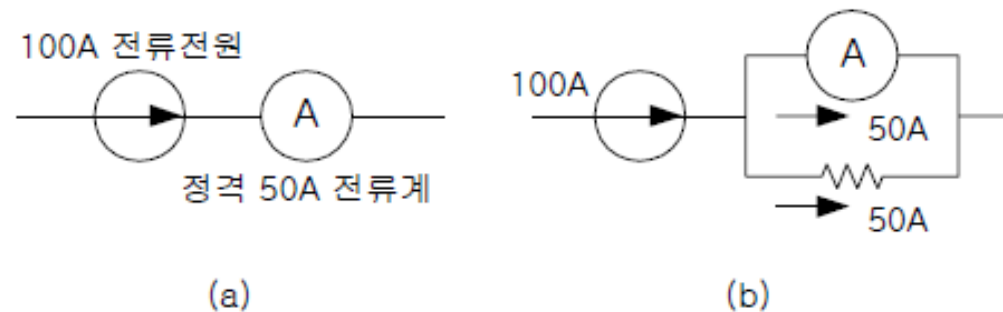


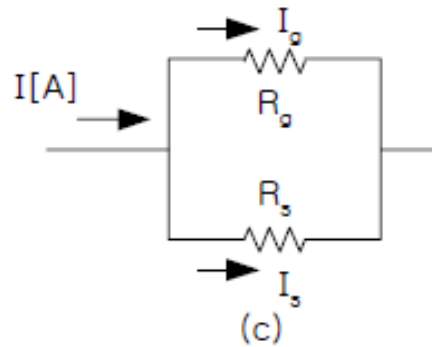
그림 2-14

$$\text{배율 } m = \frac{\text{배율기의 최대 측정 전류}}{\text{전류계의 최대 측정 전류}}$$

그림 2-14 (b)의 배율 m 은 $100/50=2$

2.2. 병렬 저항회로

분배기: 전류계의 정격보다 큰 전류를 측정하기 위해서 병렬저항을 연결한 장치



R_s 설정하기

$$I_g = \frac{R_s}{R_g + R_s} I$$

$$m = \frac{I}{I_g} = \frac{R_g + R_s}{R_s} = 1 + \frac{R_g}{R_s}$$



$$R_s = \frac{I_g}{I - I_g} R_g$$

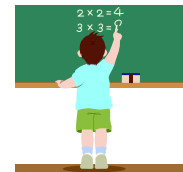
$$R_s = \frac{R_g}{(m - 1)}$$



2.2. 병렬 저항회로

분배기

[예제 2-6] 최대눈금이 $10[A]$ 인 직류 전류계가 있다. 이 전류계를 이용하여 $70[A]$ 의 직류 전압을 측정하려면 몇 $[\Omega]$ 의 저항을 이 전류계에 병렬로 연결해야 하는가? 단, 전류계의 내부 저항은 $6000[\Omega]$ 이다.

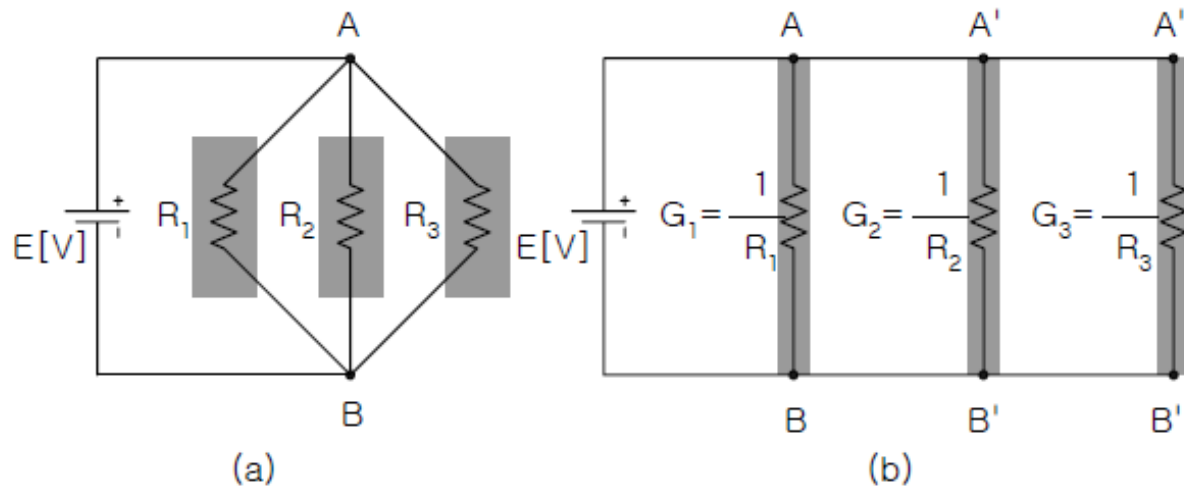


2.3. 컨덕턴스

컨덕턴스(conductance): 저항의 역수를 마치 새로운 소자처럼 취급하는 것.

단위 [S] 모(mho)

$$G = \frac{1}{R} [S]$$



$$R = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} = \frac{1}{G_1 + G_2 + G_3} = \frac{1}{G} [\Omega]$$

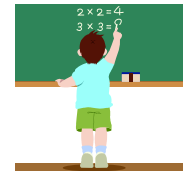
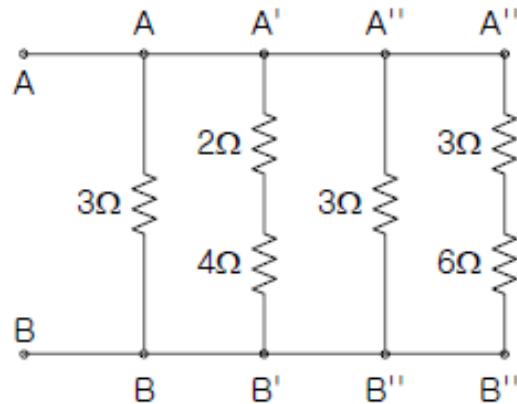
$$G = \frac{1}{R} = G_1 + G_2 + G_3 [S]$$

그림 2-15

2.3. 컨덕턴스

컨덕턴스(conductance):

[예제 2-7] 그림 2-16(a)의 단자 AB 사이의 합성 컨덕턴스 $G[S]$ 를 구하고, 그 결과를 이용하여 합성 저항 $R[\Omega]$ 을 구하시오.



2.3. 컨덕턴스

컨덕턴스(conductance):

저항 R_1, R_2, R_3 가 병렬 연결된 회로에 전류 I 가 흐를 때, 각 저항에 흐르는 전류는?

$$I_1 = \frac{E}{R_1} = G_1 E = \frac{\frac{1}{R_1}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} I = \frac{G_1}{G_1 + G_2 + G_3} I[A]$$

$$I_2 = \frac{E}{R_2} = G_2 E = \frac{\frac{1}{R_2}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} I = \frac{G_2}{G_1 + G_2 + G_3} I[A]$$

$$I_3 = \frac{E}{R_3} = G_3 E = \frac{\frac{1}{R_3}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} I = \frac{G_3}{G_1 + G_2 + G_3} I[A]$$

2.4. 직병렬 저항회로

- ① 직렬 회로의 합성 저항을 구한다.
- ② 병렬 회로의 저항을 구해서 직렬 회로로 변환한다.
- ③ 전체 회로의 합성 저항을 구한다.
- ④ 전원을 흐르는 전류를 구한다.
- ⑤ 병렬 회로의 전류 분배의 법칙을 이용해서 각 병렬 가지를 흐르는 전류를 구한다.

2.4. 직병렬 저항회로

[예제 2-8] 그림 2-17에서 전류 I 를 구하시오.

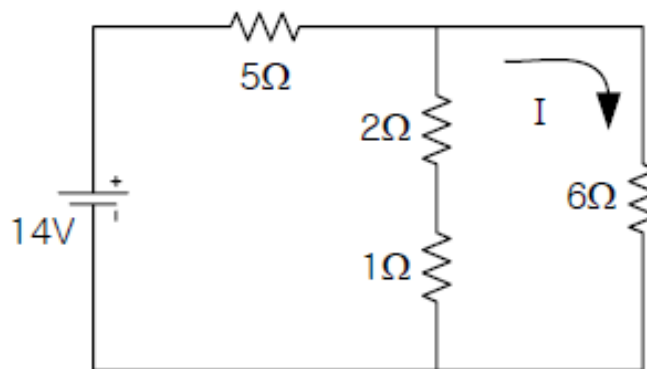
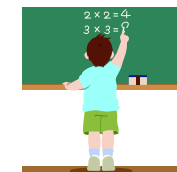


그림 2-17



2.5. 직류 브리지 회로

두 점 A, B 사이의 전압 V_{AB} 를 구하시오.

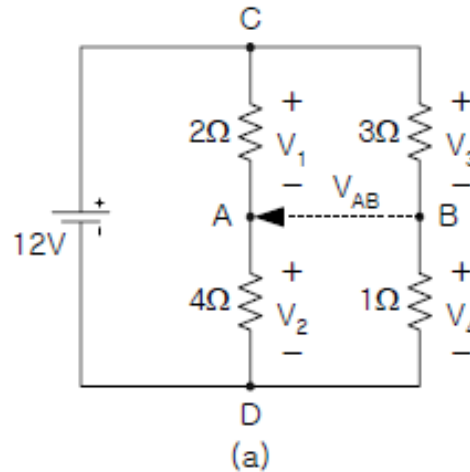
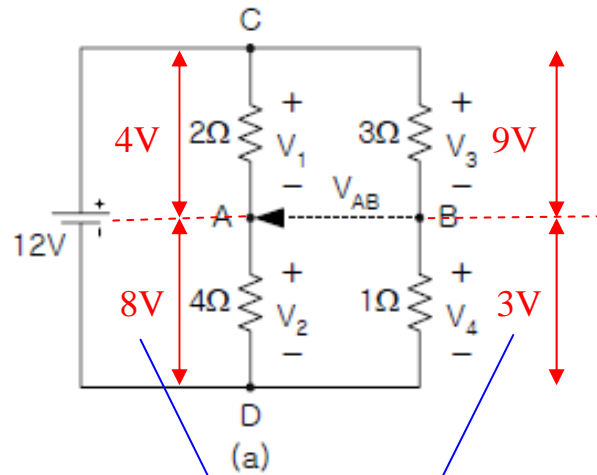


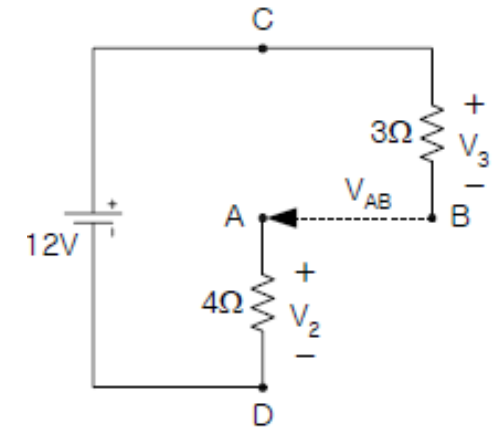
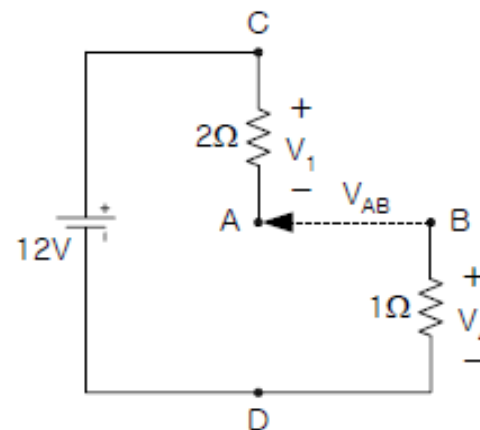
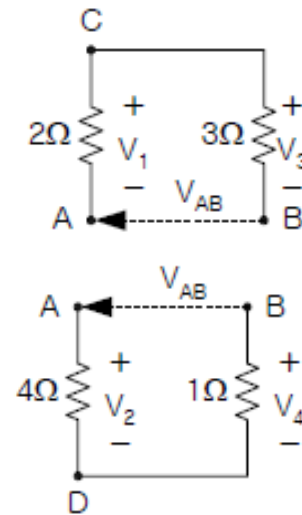
그림 2-19

2.5. 직류 브리지 회로

두 점 A, B 사이의 전압 V_{AB} 를 구하시오.



$$V_{AB}=5V$$



2.5. 직류 브리지 회로

[예제 2-9] 그림 2-21 회로에서 두 점 A, B 사이의 전압 $V_{AB}[V]$ 를 구하시오.

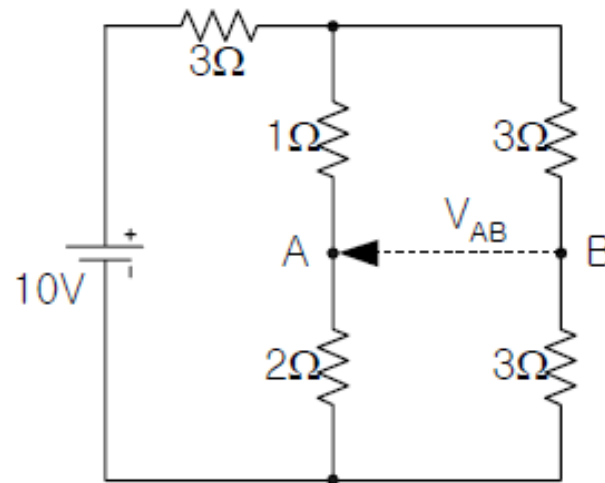
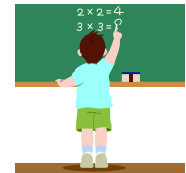
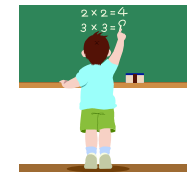
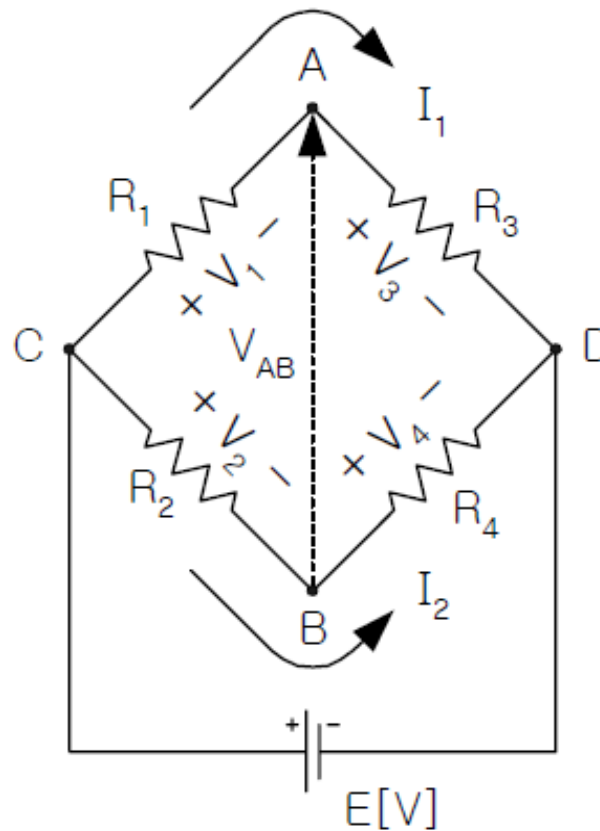


그림 2-21



2.5. 직류 브리지 회로

아래 회로에서 두 점 A, B 사이 전압 $V_{AB}=0$ 가 될 조건은?



2.5. 직류 브리지 회로

브리지 평형을 이용한 저항 측정:

[예제 2-10] 그림 2-24의 브리지 회로가 평형 되었을 경우 미지 저항 $R_x[\Omega]$ 를 구하시오.

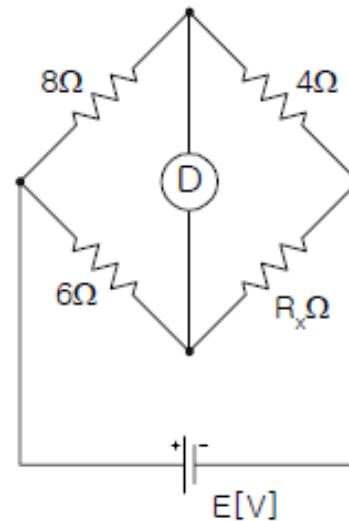
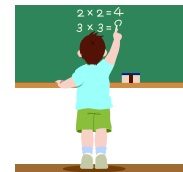
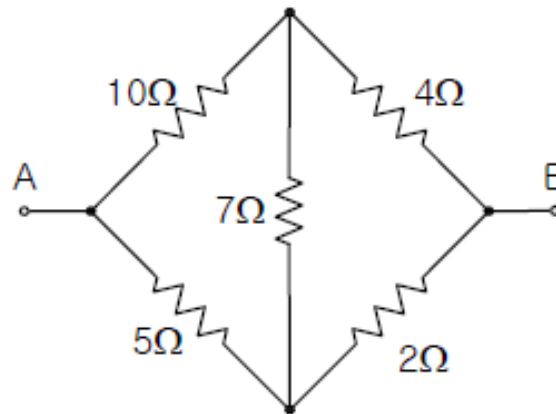


그림 2-24

$$8R_x = 6 \times 4, \therefore R_x = 3[\Omega]$$

2.5. 직류 브리지 회로

[예제 2-11] 그림 2-25(a) 회로에서 AB 단자 사이의 합성 저항 $R[\Omega]$ 을 구하시오.



2.6. Δ -Y 등가 변환

합성 저항을 구할 경우 직렬연결이나 병렬연결이라고 분명하게 구별할 수 없는 회로가 있다. 대표적인 것이 Δ -Y 연결.

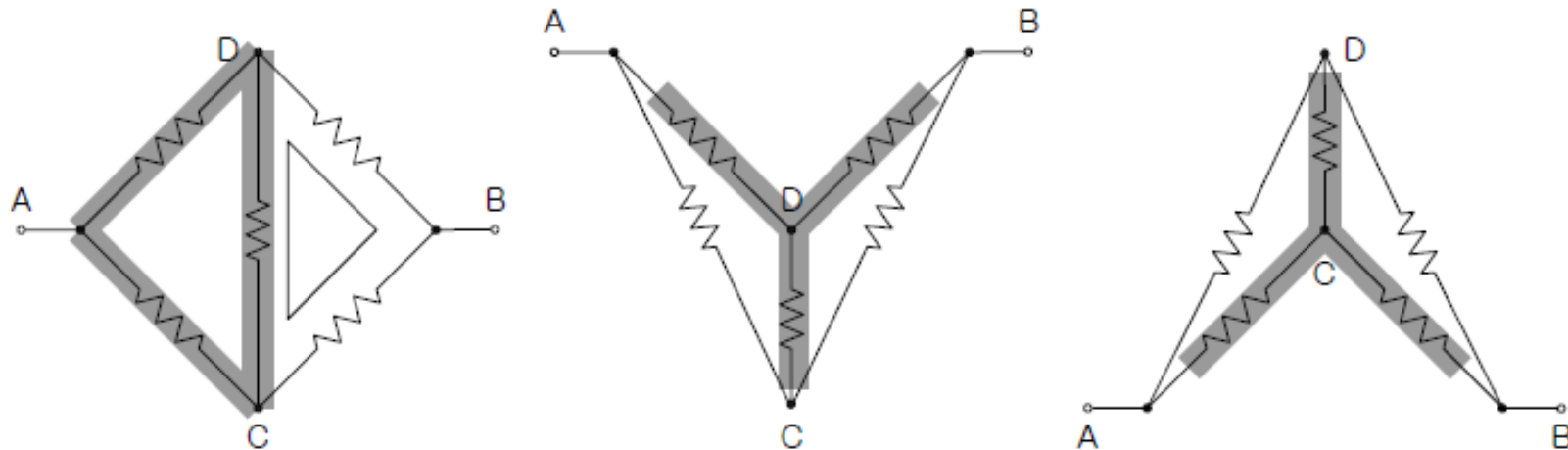
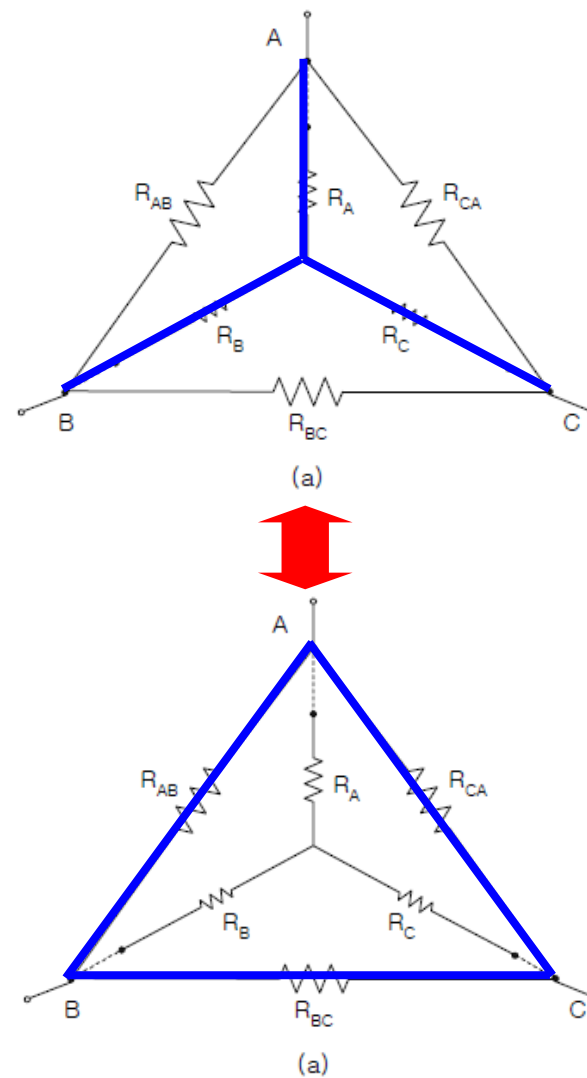
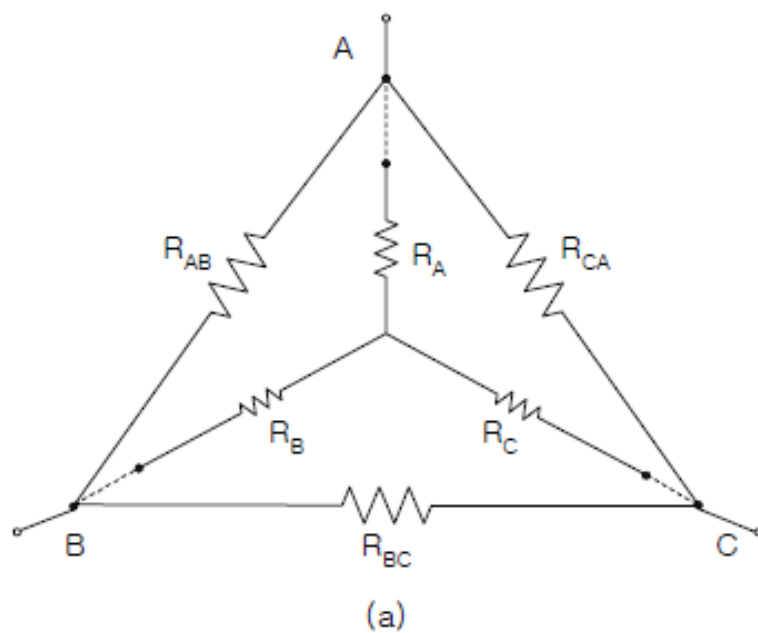
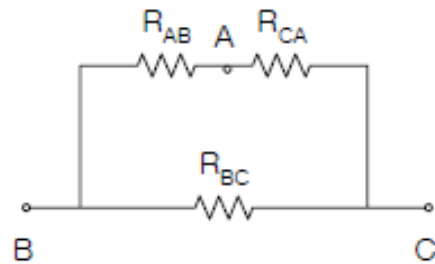


그림 2-26 브리지회로에 포함된 Y 및 Δ 결선

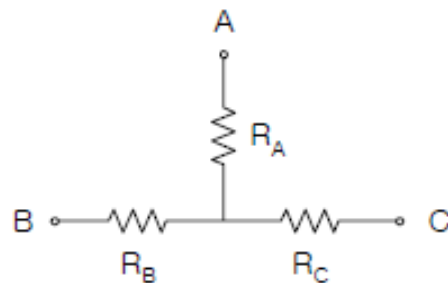
2.6. Δ -Y 등가 변환



2.6. Δ -Y 등가 변환



(b)

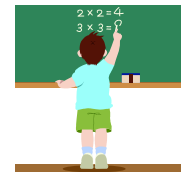


(c)

단자 AB 의 합성저항 :
$$\frac{R_{AB}(R_{BC} + R_{CA})}{R_{AB} + (R_{BC} + R_{CA})} = R_A + R_B$$

단자 BC 의 합성저항 :
$$\frac{R_{BC}(R_{AB} + R_{CA})}{R_{BC} + (R_{AB} + R_{CA})} = R_B + R_C$$

단자 CA 의 합성저항 :
$$\frac{R_{CA}(R_{AB} + R_{BC})}{R_{CA} + (R_{AB} + R_{BC})} = R_C + R_A$$



2.6. Δ -Y 등가 변환

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

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

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

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

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

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

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



2.6. Δ -Y 등가 변환

[예제 2-12] 그림 2-28의 단자 $ABCA$ 로 구성된 Δ 결선을 Y 결선으로 변환해서 합성 저항 $[\Omega]$ 을 구하시오.

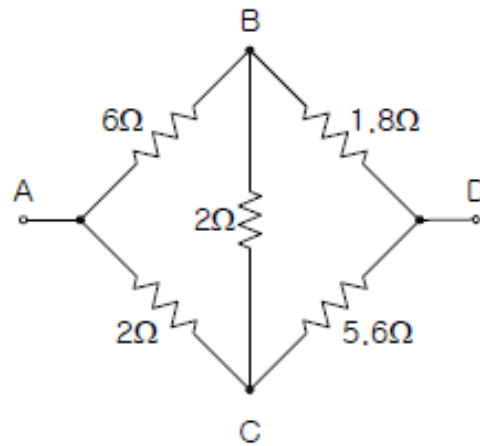


그림 2-28

