

저항

IoT 응용 설계

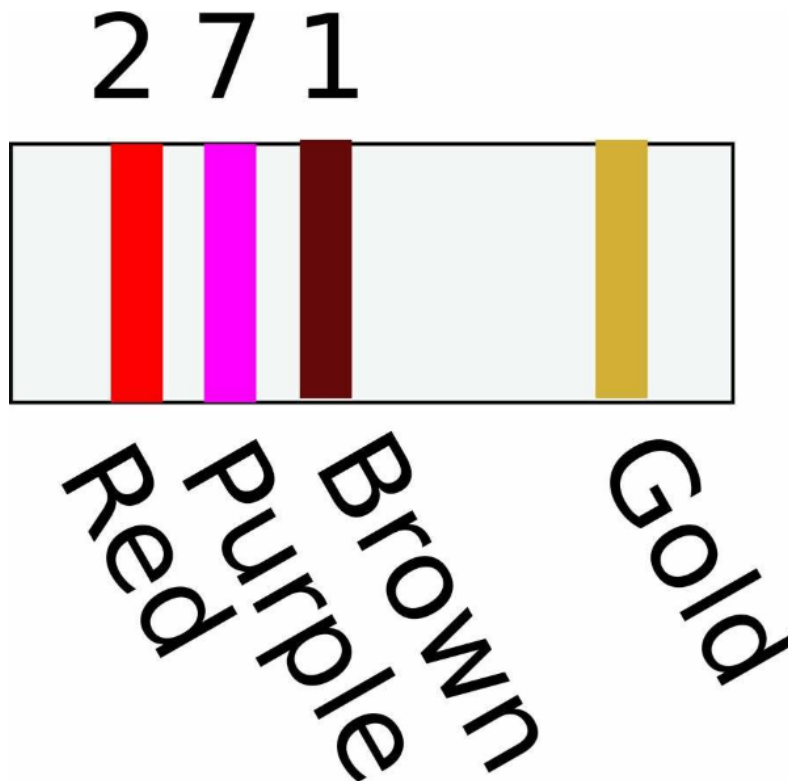
청주대학교 전자공학과
한철수

저항(resistor)

- 저항은 거의 모든 전자회로에 사용되고, 형태와 크기가 매우 다양하다.
- 밀리 옴($1/1,000\Omega$)부터 메가 옴 ($1,000,000\Omega$) 까지 범위의 값을 사용한다.
- 저항의 단위인 옴은 그리스 문자 오메가(Ω)를 기호로 사용하지만, R을 사용한 경우도 볼 수 있다.
 - 100Ω 과 $100R$ 모두 저항 값이 100옴인 저항을 뜻한다.

저항 값 확인하기

- 쓰루홀 타입의 저항(리드선이 달린 저항)에는 색 띠가 있으므로, 저항의 색깔 코드를 사용하여 저항 값을 확인한다.
- 아래 그림에서 왼쪽의 3개가 저항 값을, 오른쪽의 1개가 값의 정확성을 결정한다.

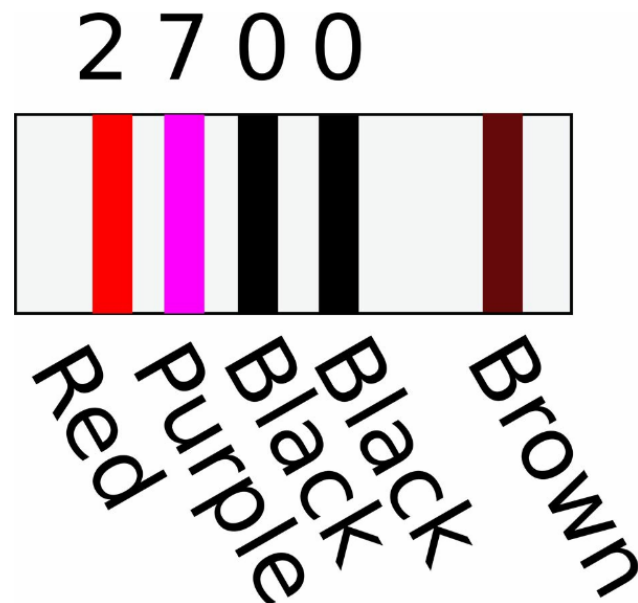


Black	0
Brown	1
Red	2
Orange	3
Yellow	4
Green	5
Blue	6
Violet	7
Gray	8
White	9
Gold	1/10
Silver	1/100

-
- 띠가 3개인 저항의 경우, 처음의 띠 2개가 기본 값을, 세번째 띠는 그 뒤에 붙는 0의 개수를 결정한다.
 - 띠의 색이 빨간색(2), 보라색(7), 갈색(1)인 저항의 저항 값은 270 Ω 이다.
 - 세번째 띠는 정확히는 배율을 의미한다.
 - 검정(0)~흰색(9): $10^{(\text{숫자})}$ 배
 - 금색: 1/10배, 은색: 1/100배
 - 띠의 색이 갈색(1), 검정색(0), 금색(1/10)인 경우 기본값이 10이고, 배율이 1/10배이므로 저항 값은 1 Ω 이다.

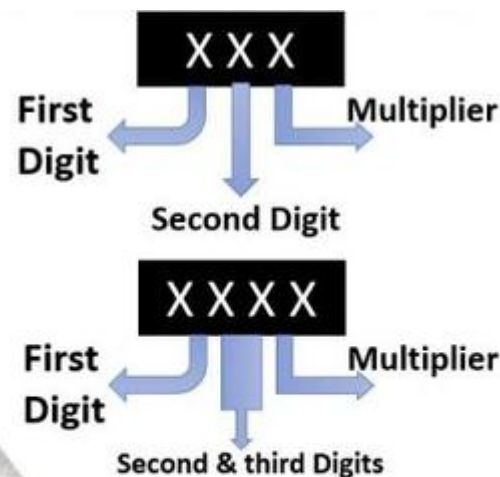
-
- 저항 값이 낮은 경우 배율로 금속과 은색을 볼 수 있다.
 - 갈색(1), 검정(0), 검정(0), 은색(1/100)은 기본값이 100, 배율이 1/100이므로 1Ω이다.
 - 따로 떨어져 있는 띠는 저항의 허용 오차를 나타낸다.
 - 은색: 허용 오차 $\pm 10\%$
 - 금속: 허용 오차 $\pm 5\%$
 - 갈색: 허용 오차 $\pm 1\%$

- 저항의 왼쪽 띠가 4개라면 저항 값을 나타낼 때 숫자 하나를 더 사용해서 더 정확한 수치를 얻을 수 있다.
- 이 경우 처음의 띠 3개가 기본값을, 4번째 띠가 배율을 나타낸다.
 - 기본값 270, 배율 $10^{(0)}=1 \rightarrow 270\Omega$

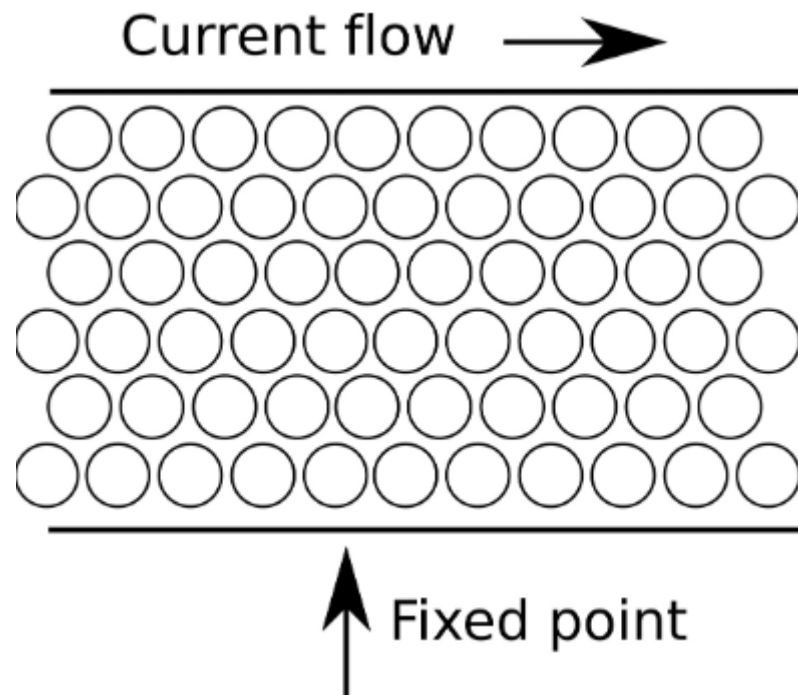


- 크기가 작은 표면실장형(SMD/SMT) 저항은 보통 저항 값이 표면에 인쇄되어 있다.
 - 270Ω의 SMD 저항: 인쇄되어 있는 숫자는 2700
 - 1kΩ의 SMD 저항: 인쇄되어 있는 숫자는 1001

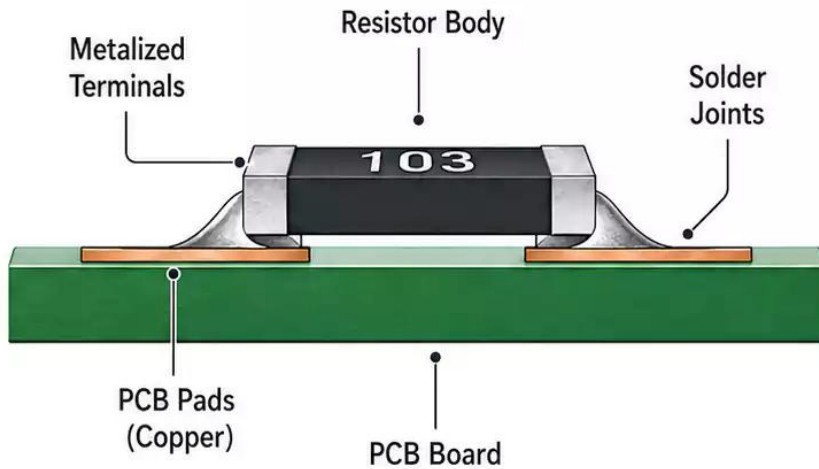
101	= 100 Ω	
102	= 1000 Ω	= 1 KΩ
123	= 12000 Ω	= 12 KΩ
155	= 1500000 Ω	= 1.5 MΩ
1421	= 1420 Ω	= 1.42 KΩ
1442	= 14400 Ω	= 14.4 KΩ
1204	= 1200000 Ω	= 1.2 MΩ



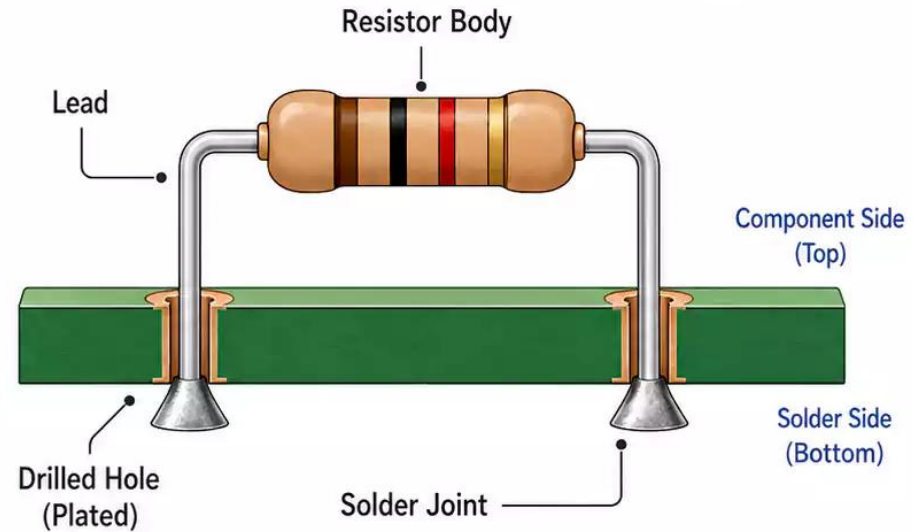
- 전자공학에서 전류는 1초당 전선의 한 지점을 지나가는 전자가 지니는 전하의 양을 뜻한다.
- 전류의 단위는 암페어이며 간단히 amp 또는 A로 나타낼 수 있다.
- 회로에서 1A는 상당히 큰 전류이기 때문에, A보다 mA(밀리암페어, 0.001A) 단위를 자주 볼 수 있다.



SMD Resistor



Through-Hole Resistor



SMD:

Surface-mounted, compact, ideal for high-density assembly



Through-hole:

Leads through holes, stronger mechanical support



Both:

Used in PCB assembly depending on design requirements

표준 저항 값 찾기

- 계산을 통해 239 Ω 의 저항이 필요하다. 실제로 구입할 수 있는 표준 저항 값은 얼마인가?
- $\pm 5\%$ E24 제품군 중에서 저항을 구입한다.
- E24 제품군의 기본 저항 값은 10, 11, 12, 13, 15, 16, 18, 20, 22, 24, 27, 30, 33, 36, 39, 43, 47, 51, 56, 62, 68, 75, 82, 91의 24개이고, 이 뒤로 원하는 개수의 0이 붙은 저항을 살 수 있다.

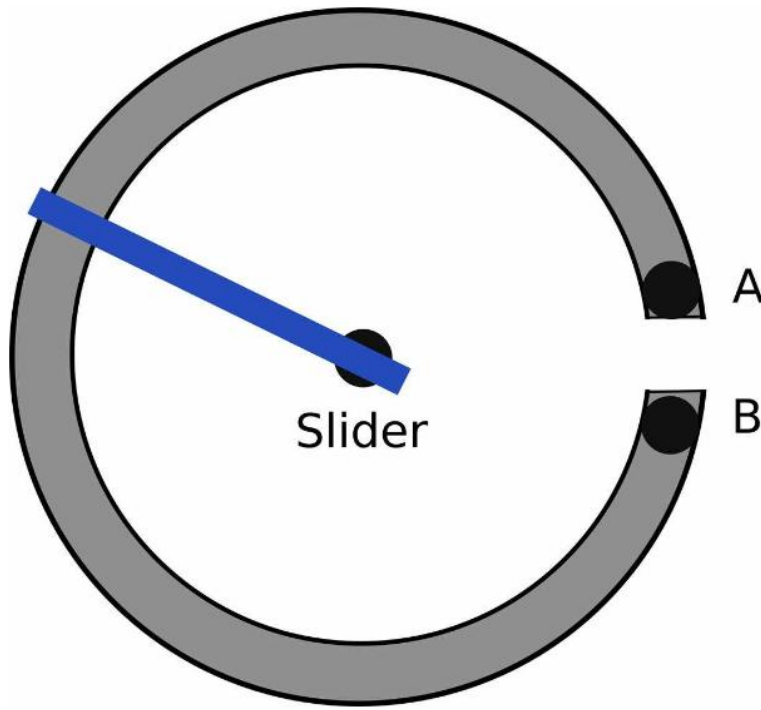
-
- $\pm 1\%$ E96 제품군에 포함된 기본값은 E24 제품군의 기본값을 포함하고 총 개수는 5배이다.
 - E96 제품군을 사용해야만 할 정도로 정확한 저항 값이 필요한 경우는 거의 없다.

-
- 손상될 수 있는 다른 부품으로 전류를 제한하는 경우나, LED나 트랜지스터의 베이스에 가해지는 전력을 제한하기 위해 저항을 사용할 때에는 E24 제품군 중에서 원하는 값보다 큰 값 중 가장 작은 저항 값을 선택한다.
 - 계산 결과 원하는 저항 값이 239Ω 이라면, E24 제품군 중에서 240Ω 의 저항을 선택한다.

-
- 실제로 저항은 보통 100개 단위로 판매된다.
 - 모든 저항 값을 구비하지 않도록 종류를 제한한다.
 - 예를 들어, 10Ω , 100Ω , 270Ω , 470Ω , $1k$, $3.3k$, $4.7k$, $10k$, $100k$, $1M\Omega$ 의 저항을 구비해 둔다.

가변저항 선택하기

- 포텐셔미터(pot, potentiometer)라고도 불린다.
- 회전식 가변저항
 - 슬라이더의 위치를 바꾸면 슬라이더와 저항체 끝의 두 단자(A, B) 중 하나 사이의 저항 값을 변화 시킬 수 있다.



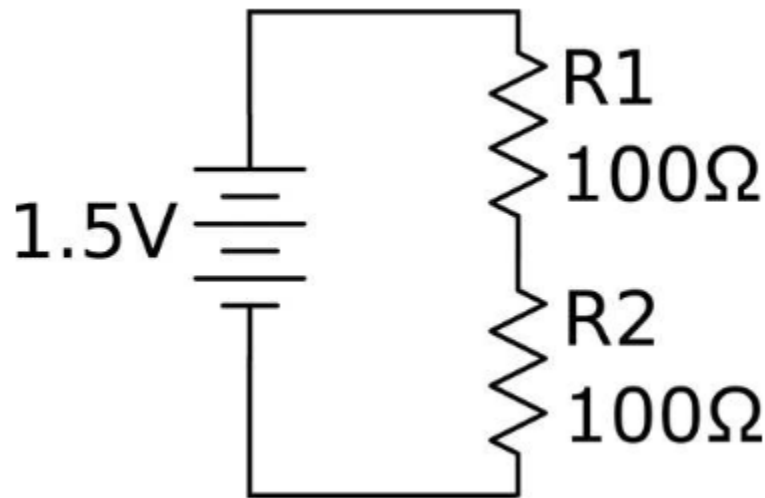
-
- 트리머
 - 구멍에 고정하는 유형
 - 이중 포트 유형
 - 온 오프 스위치가 결합된 유형
 - 슬라이딩 유형



직렬로 저항 연결하기

- 여러 개의 저항을 직렬로 연결했을 때 전체 저항의 크기는 각각의 저항 값을 모두 더한 값과 같다.
- 아래 회로에서 한 쌍의 저항은 200Ω 저항 1개와 같다.
- 각 저항에서 열을 발생시키는 전력

$$Power = \frac{V^2}{R} = \frac{0.75^2}{100\Omega} = 5.6mW$$



-
- 200Ω 저항 하나만 쓴 경우 전력

$$Power = \frac{V^2}{R} = \frac{1.5^2}{200} = 11.3mW$$

- 저항을 하나만 써도 되는데 굳이 2개를 직렬로 사용하는 이유
 1. 충분한 정격 전력을 가진 저항기가 없다면 전력 손실이 발생한다.
 2. 가변저항과 고정저항을 함께 사용하여 저항 값이 고정 저항의 저항 값보다 낮아지지 않게 한다.



병렬로 저항 연결하기

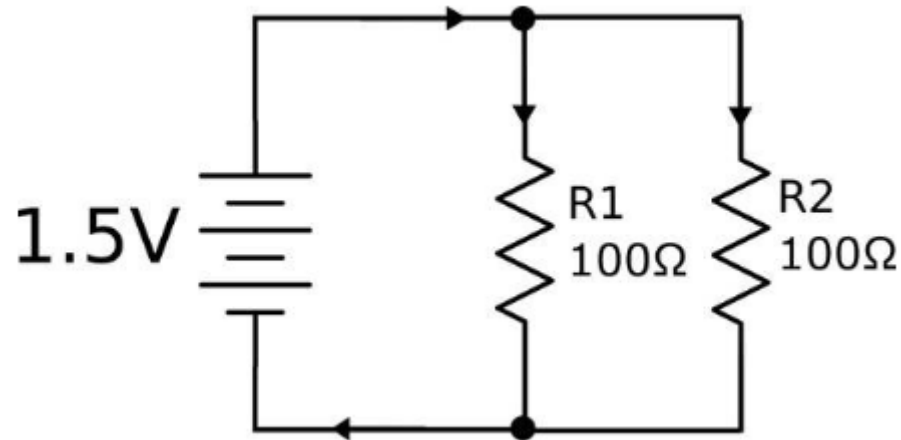
- 여러 개의 저항을 병렬로 연결 했을 때 결합된 저항 값은 각각의 저항 값의 역수를 더한 값의 역수이다.
- 예를 들어 R1과 R2를 병렬로 연결 했을 때 전체 저항(R_{total})은 다음과 같다.

$$R_{total} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}$$

- 저항 값 계산

$$R_{total} = \frac{1}{\frac{1}{100\Omega} + \frac{1}{100\Omega}} = \frac{1}{\frac{2}{100\Omega}} = \frac{1}{\frac{1}{50\Omega}} = 50\Omega$$

- 저항이 1개일 때와 달리 병렬로 연결하면 저항이 연결된 똑같은 경로가 2개 생기기 때문에 저항 값은 절반이 된다.

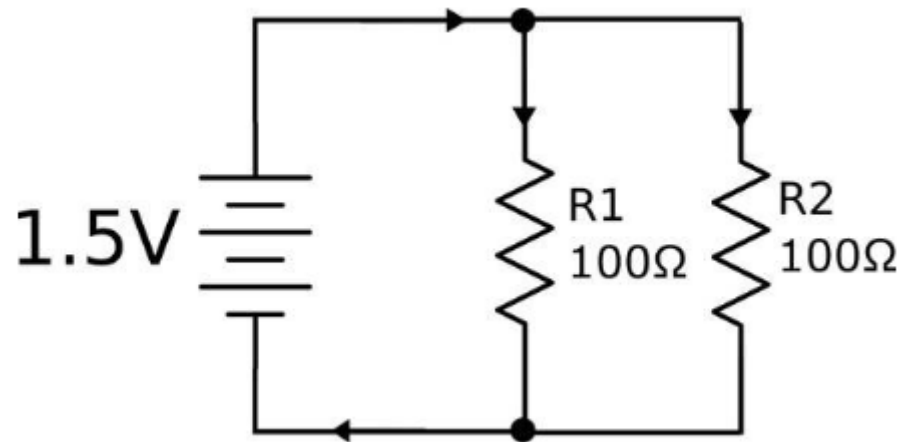


- 100Ω 저항 2개의 총 소비 전력이 50Ω 저항 1개와 같다.
- 100Ω 저항 각각에 해당하는 전력

$$Power = \frac{V^2}{R} = \frac{1.5^2}{100\Omega} = 22.5mW$$

- 50Ω 저항 1개에 대한 전력

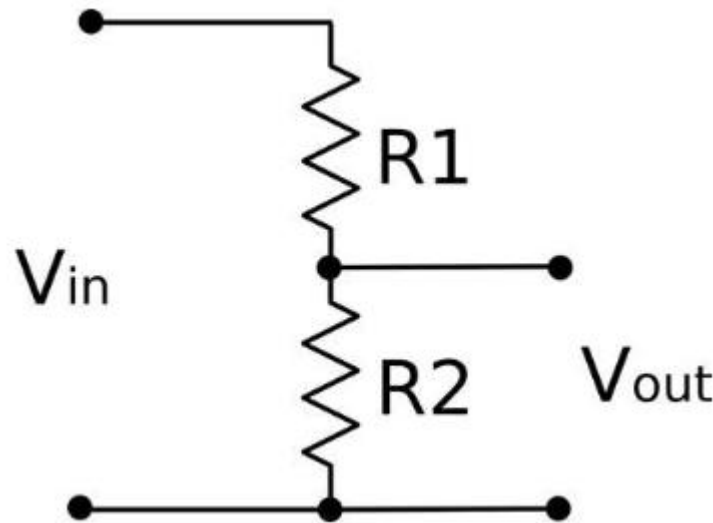
$$Power = \frac{V^2}{R} = \frac{1.5^2}{50\Omega} = 45mW$$



전압을 측정 가능한 수준으로 낮추기

- 저항 2개를 직렬로 연결해서 분압기(voltage divider, potential divider)로 사용한다.
- 출력 전압(V_{out})은 입력 전압(V_{in})보다 줄어든다.

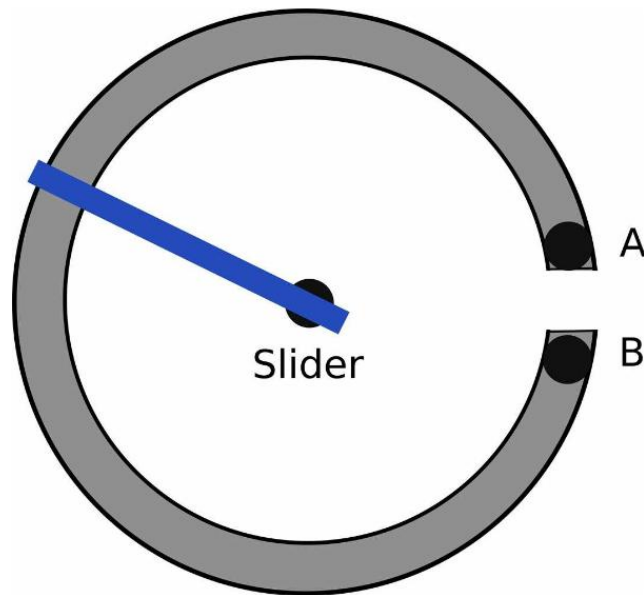
$$V_{out} = \frac{R2}{R1 + R2} \times V_{in}$$



-
- R1이 270Ω, R2가 470Ω, V_{in} 이 5V일 때

$$V_{out} = \frac{R2}{R1 + R2} \times V_{in} = \frac{470}{270 + 470} \times 5V = 3.18V$$

- R1과 R2가 같을 때 전압의 크기가 절반이 된다.
- 가변 저항은 분압기의 역할을 할 수 있다.
 - 볼륨 조절기에서 사용된다.



-
- 분압기는 전원 공급 장치의 전압을 줄일 때 유용할 것 같지만 그렇지 않다.
 - 전압 분배기의 출력을 부하(load)에 연결하여 전원을 공급하려는 순간, 마치 R2와 병렬로 또 다른 저항이 연결된 것과 같은 상태가 되고, 전압 분배기 하단부의 합성 저항을 낮추어 출력 전압 또한 떨어뜨리게 된다.
 - 이 방식은 R1과 R2의 저항 값이 부하의 저항 값보다 훨씬 낮을 때만 유효하다.
 - 결국 분압기는 신호 레벨을 낮추는 데는 매우 유용하지만, 고 전력 회로에는 적합하지 않다.

Q&A