

[전기·전자·통신]분야 수업실연과제

수업주제 : Ⅲ 직류회로 / ① 전기회로의 기초 / 3. 저항의 접속
[교과서 117~121페이지]

교과서 : 2015 개정 교육과정 고등학교 전기회로(김완태, 송정오, 오탁근, 이종호, 정종호)
[출판사: 씨마스]



요구사항 : 저항의 직렬, 병렬 및 직병렬 회로도를 보고 합성저항, 전압강하 및 전류의 크기를
학생들이 이해할 수 있도록 하시오.

※ 작성한 학습지도안 3부를 제출하시오.

3 저항의 접속

학습 목표

- 저항의 직렬, 병렬 및 직병렬 회로도들 보고 합성 저항, 전압 강하 및 전류의 크기를 계산할 수 있다.

핵심 질문

전압과 전류는 어떻게 측정할까?

도체 저항은 도체의 길이가 길수록 커지고, 단면적이 클수록 작아진다. 따라서 저항을 접속하는 방법에 따라 저항의 총길이와 단면적이 달라지기 때문에 저항의 전체 크기도 달라진다. 저항이 직렬, 병렬, 직병렬로 접속된 전기 회로를 알아보자.

1 저항의 직렬 접속

그림 III-7과 같이 각각의 저항을 일렬로 접속하는 방법을 저항의 직렬 접속이라고 한다.

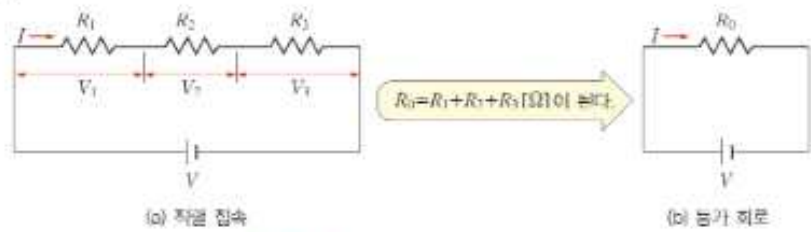
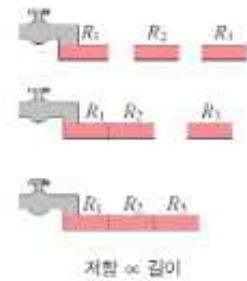


그림 III-7 ● 저항의 직렬 접속 회로

직렬 접속의 특징 비유
저항의 직렬 접속은 수도꼭지에 피이프를 직렬로 연결한 것과 같다. 이 경우 파이프가 길어져 물이 나오기가 어렵다. 즉 저항을 직렬로 접속하면 전류의 세기가 약해진다는 것을 알 수 있다.



n 개의 저항이 직렬로 접속되어 있을 때 합성 저항 R_0 는 각 저항의 합이 되며, 이를 식으로 나타내면 다음과 같다.

$$R_0 = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n \quad (\text{식 III-3})$$

이처럼 직렬로 접속하는 저항의 수가 많을수록 합성 저항은 커진다.

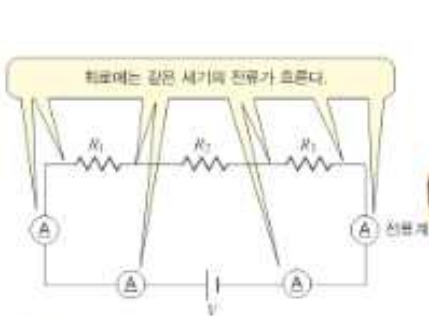


그림 III-8 ● 저항의 직렬 접속 회로에서의 전류

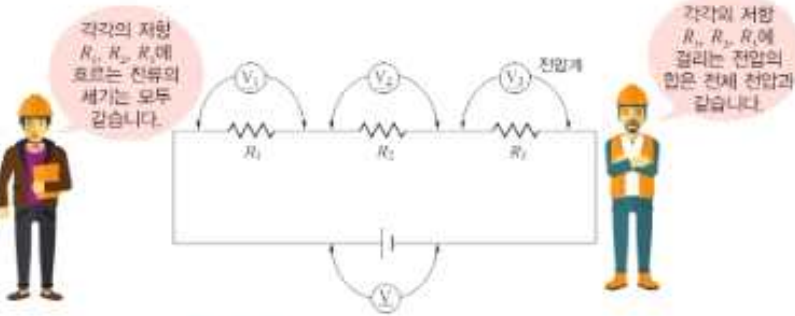


그림 III-9 ● 저항의 직렬 접속 회로에서의 전압

저항이 직렬로 접속되어 있을 때 각 저항에 흐르는 전류의 세기는 모두 같다. 즉, **그림 III-8**과 같이 회로에 전류계를 접속할 경우, 모든 전류계의 바늘은 같은 값을 가리키며, 다음과 같이 나타난다.

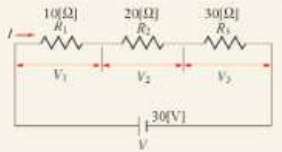
$$I = I_1 = I_2 = I_3 \quad (\text{식 III-4})$$

그림 III-9와 같이 각 저항과 전원에 **전압계**를 접속하면 이들 전압의 관계는 다음과 같다.

$$V = V_1 + V_2 + V_3 \quad (\text{식 III-5})$$

이처럼 저항이 직렬로 접속되어 있을 때, 각 저항에 걸리는 전압의 합은 전체 전압과 같다.

예제 오른쪽 그림과 같이 저항 3개를 직렬로 연결한 회로에서 합성 저항 R_0 를 구하고, 각 저항에 흐르는 전류값 및 걸리는 전압 강하 값을 구하시오.



풀이 식 III-4를 이용하여 합성 저항을 구하면 $R_0 = 10[\Omega] + 20[\Omega] + 30[\Omega] = 60[\Omega]$ 이다. R_1, R_2, R_3 에 흐르는 전류를 I_1, I_2, I_3 라고 할 때 전체 전류 $I = I_1 = I_2 = I_3$ 이므로

$$I = \frac{V}{R} = \frac{30[V]}{60[\Omega]} = 0.5[A]$$

이다. 또한 R_1, R_2, R_3 에 걸리는 전압을 V_1, V_2, V_3 라고 할 때

$$V_1 = R_1 \times I, \quad V_2 = R_2 \times I, \quad V_3 = R_3 \times I$$

$$V_1 = 10 \times 0.5 = 5[V], \quad V_2 = 20 \times 0.5 = 10[V], \quad V_3 = 30 \times 0.5 = 15[V]$$

이다.

전압계
전기 회로의 전압을 측정하는 기기

옴의 법칙
저항 여러 개를 직렬로 접속하면 전체 전압은 일정인데 합성 저항이 커지므로 회로 전체에 흐르는 전류의 세기는 약해진다.
$$I = \frac{V}{R_0}$$

심화 학습 → **배율기**

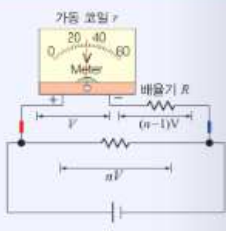
전압의 측정 범위를 넓히기 위해 전압계에 직렬로 접속해 주는 저항을 배율기 저항이라고 한다.

- 전압계(가동 코일) 저항 = r
- 배율기 저항 = R
- 전압계가 최대 측정할 수 있는 전압 = V

이 전압계에 n 배의 전압(nV)을 측정할 때, 전압계에는 V 의 전압이 걸리고 배율기에는 $(n-1)V$ 의 전압이 걸린다. 이를 식으로 나타내면,

$$V : (n-1)V = r : R$$

이다. 즉, 배율기의 저항 $R = r(n-1)$ 이다.



2 저항의 병렬 접속

그림 III-10과 같이 각 저항의 양 끝 단자끼리 접속한 것을 저항의 **병렬 접속**이라고 한다.

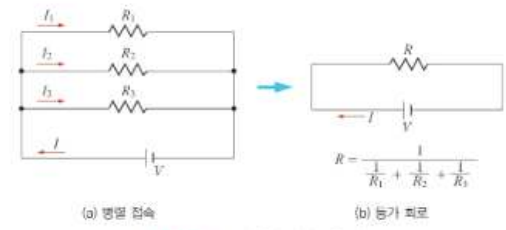


그림 III-10 ▶ 저항의 병렬 접속 회로

n 개의 저항이 병렬로 접속되어 있을 때 합성 저항 R_0 를 구하는 방법은 각 저항의 역수를 모두 더한 값의 역수가 되며, 다음과 같이 나타낸다.

$$R_0 = R_1 \parallel R_2 \parallel R_3 \parallel \dots \parallel R_n = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}} \quad (\text{식 III-6})$$

저항이 병렬로 접속되어 있을 때 각 저항에 걸리는 전압은 모두 같다. 즉, **그림 III-11**과 같이 각 저항에 전압계를 접속하면 모든 전압계의 바늘은 같은 값을 가리킨다.

$$V = V_1 = V_2 = V_3 \quad (\text{식 III-7})$$

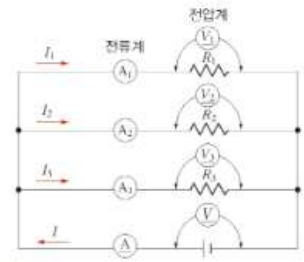
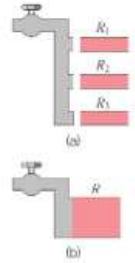


그림 III-11 ▶ 저항의 병렬 접속 회로에서의 전류와 전압

저항 $\propto \frac{1}{\text{단면적}}$

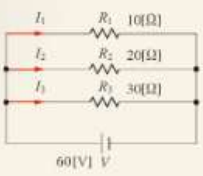
병렬 접속의 특징 비유
저항의 병렬 접속은 수도꼭지에 파이프를 병렬로 연결한 것과 같다. 이 경우 파이프 통량이 넓어져 물이 쉽게 나올 수 있다. 즉 저항을 병렬로 접속하면 전류의 세기가 커진다는 것을 알 수 있다.



또한, 저항이 병렬로 접속되어 있을 때 각각의 저항에 흐르는 전류의 합은 전체 전류와 같다. 즉, **그림 III-11**과 같이 각 저항과 전원에 전류계를 접속하면 다음과 같다.

$$I = I_1 + I_2 + I_3 \quad (\text{식 III-8})$$

예제 다음 그림과 같이 저항 3개가 병렬로 연결된 회로에서 합성 저항 R_0 를 구하고, 각 저항에 흐르는 전류값 및 걸리는 전압 강하 값을 구하시오.



풀이 저항의 병렬 접속 회로에서 합성 저항 R_0 을 구하면

$$\frac{1}{R_0} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{10} + \frac{1}{20} + \frac{1}{30} = \frac{6+3+2}{60}$$

$$\therefore R_0 = \frac{60}{11} [\Omega]$$

R_1, R_2, R_3 에 걸리는 전압을 V_1, V_2, V_3 라고 할 때 $V = V_1 = V_2 = V_3$ 이므로 모두 60[V]로 같다.

따라서 R_1, R_2, R_3 에 흐르는 전류를 I_1, I_2, I_3 라고 할 때 $V_1 = R_1 \times I_1, V_2 = R_2 \times I_2, V_3 = R_3 \times I_3$ 이므로

$$V_1 = 10 \times I_1 = 60[\text{V}], V_2 = 20 \times I_2 = 60[\text{V}], V_3 = 30 \times I_3 = 60[\text{V}]$$

이다.

$$\therefore I_1 = 6[\text{A}], I_2 = 3[\text{A}], I_3 = 2[\text{A}]$$

이다.

심화 학습 → 분류기

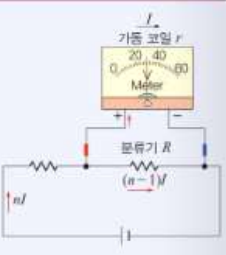
전류의 측정 범위를 넓히기 위해 전류계에 병렬로 접속해 주는 저항을 분류기 저항이라고 한다.

- 전류계(가동 코일) 저항 = r • 분류기 저항 = R
- 전류계가 최대 측정할 수 있는 전류 = I

이 전압계로 n 배의 전류(nI)를 측정할 때, 전류계에는 I 의 전류가 흐르고 분류기에는 $(n-1)I$ 의 전류가 흐른다. 이를 식으로 나타내면,

$$I : (n-1)I = \frac{1}{r} : \frac{1}{R}$$

이다. 즉, 분류기의 저항 $R = \frac{r}{n-1}$ 이다.



3 저항의 직병렬 접속

저항을 직렬과 병렬로 혼합하여 접속한 것을 **직병렬 접속**이라고 한다. **그림 III-12**에서 병렬로 접속된 두 저항 R_2, R_3 의 합성 저항은

$$R_{\text{병}} = R_2 \parallel R_3 = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$$

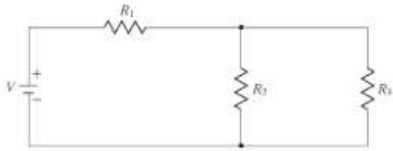
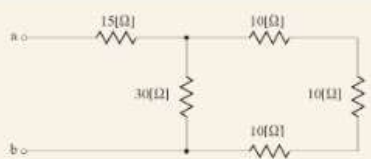


그림 III-12 저항의 직병렬 접속 회로

이고, 이것은 저항 R_1 과 직렬 접속되었으므로 전체 합성 저항 R_0 는 다음과 같다.

$$R_0 = R_1 + R_{\text{병}} = R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} \quad (\text{식 III-9})$$

예제 오른쪽 그림과 같은 회로에서 a-b 양단에 저항이 연결되어 있을 때, a-b 양단의 합성 저항 R_0 를 구하시오.



풀이 a-b 양단의 합성 저항 R_0 를 구하기 위해 복잡해 보이는 부분을 정리하면, 10[Ω]의 저항 3개와 30[Ω]의 저항 1개가 병렬로 연결되어 있음을 알 수 있다.



따라서 합성 저항 R_0 는 다음과 같이 구한다.

$$R_0 = 15[\Omega] + \{30[\Omega] \parallel (10[\Omega] + 10[\Omega] + 10[\Omega])\}$$

$$= 15[\Omega] + (30[\Omega] \parallel 30[\Omega]) = 15[\Omega] + 15[\Omega] = 30[\Omega]$$

핵심 질문 **회로 알아보기** 전압과 전류의 측정

이론상 전압계의 내부 저항은 ∞ 이고 전류계의 내부 저항은 0이다. 전압을 측정할 때는 회로와 병렬로 연결하면 전압계 내부로 전류는 들어오지 않고(내부 저항 = ∞) 회로에 흐르기 때문에 전압을 정확하게 측정할 수 있으며, 전류를 측정할 때는 회로와 직렬로 연결하면 전류계 내부로 들어오는 전류는 손실이 없기 때문에(내부 저항 = 0) 전류를 정확하게 측정할 수 있다.

