

기초회로실험

1. 목적

저항의 양단에 걸리는 전압에 따른 전류를 측정하여, 일반적인 저항에 대한 옴의 법칙을 확인하고, 마찬가지로 방법을 이용하여 다이오드의 정류특성을 확인한다. 더 나아가 여러 개의 저항이 연결된 회로의 전압과 전류를 측정하여 키르히호프 법칙을 확인한다. 또한, 중요 관측실험장비인 오실로스코프의 사용방법을 익힌다.

2. 이론

A. 옴의 법칙

대부분의 저항체의 경우 그 양단에 걸리는 전압 V 와 이에 흐르는 전류 I 가 비례하는데 그 비율을 전기저항 R 이라 하며 다음과 같은 식으로 표현할 수 있다.

$$V = RI \quad (1)$$

여기서 전기저항 R 은 물질의 종류, 모양, 크기 및 온도 등에 따라 달라진다. 이와 같이 전압 V 와 전류 I 가 일정한 상수비율(전기저항 R)로 주어지는 것을 옴(Ohm)의 법칙이라 한다. 반면에 반도체를 이용한 다이오드나 트랜지스터의 경우에는 옴의 법칙이 성립되지 않고 전기저항은 걸린 전압의 방향이나 크기에 따라 달라진다.

B. 키르히호프(Kirchhoff) 법칙

(1) 분기점정리: 키르히호프 제1법칙

전기회로의 어느 분기점에서나, 그 분기점의 전류의 합은 0이다. 즉, 분기점에서 들어가는 전류의 합은 나가는 전류의 합과 동일하다

$$\sum I = 0, \quad \sum I_{in} = \sum I_{out} \quad (2)$$

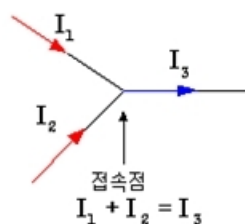


그림 1 키르히호프 제1법칙 - 분기점정리

(2) 루프법칙: 키르히호프 제2법칙

전체 회로 중에서 임의의 어느 폐회로를 따라 전위차를 모두 더하면 그 결과는 0이다.

$$\sum \mathcal{E} + \sum IR = 0 \quad (3)$$

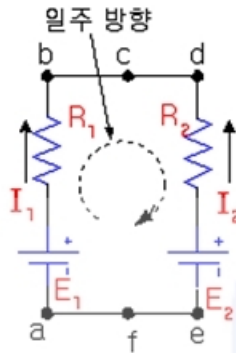


그림 2 키르히호프 제2법칙 - 루프법칙

(3) 키르히호프 법칙을 이용한 회로분석

기전력의 낮은 전위의 단자에서 더 높은 전위의 단자로의 전위차는 전류의 흐름과 무관하게 +이다. 반면 저항에 전류가 흐르는 경우, 전류 방향으로 전위는 감소한다. 키르히호프 법칙을 적용할 때 전위차에 대하여 다음과 같은 약속을 정하기로 한다.

1. 기전력의 방향으로 기전력원을 지날 때 전위차는 $+E$ 이다.
2. 기전력의 반대 방향으로 기전력원을 지날 때 전위차는 $-E$ 이다.
3. 전류의 방향으로 저항을 지날 때 전위차는 $-IR$ 이다.
4. 전류의 반대 방향으로 저항을 지날 때 전위차는 $+IR$ 이다.

[그림 3]의 회로를 키르히호프 법칙을 이용하여 분석하면 다음과 같다.

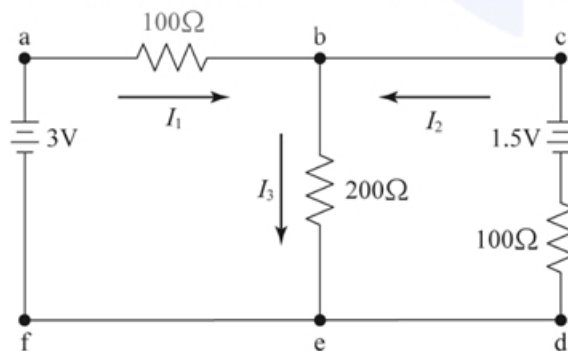


그림 3 회로

① 분기점 b에서 키르히호프의 전류법칙을 적용하면, 전류 I_1 , I_2 는 분기점으로 들어가므로 (+)라는 것을 알고 있다. 반면에 전류 I_3 는 분기점으로부터 나오기 때문에 (-)이다.

즉,

$$I_1 + I_2 - I_3 = 0 \quad (4)$$

이다.

② 점 a에서 출발하여 시계 방향으로 가면서, 고리 a-b-e-f-a 에 키르히호프 법칙을 적용하면,

$$-(100\Omega)I_1 - (200\Omega)I_3 + 3V = 0 \quad (5)$$

을 얻는다.

③ 점 b에서 출발하여 반시계 방향으로(I_3 와 I_2 방향에서), 고리 b-e-d-c-b에 키르히호프 법칙을 적용하면,

$$-2100\Omega I_3 - (100\Omega)I_2 + 1.5V = 0 \quad (6)$$

④ 따라서, 식 (4), (5), (6)을 연립하여 계산하면 각 회로의 각 부분에 흐르는 전류를 구할 수 있고, 또 이를 이용해 각 저항 양단에 걸리는 전압을 구할 수 있다.

3. 실험장치 및 기구

- (1) 함수발생기, 오실로스코프, 전원장치, BNC케이블
- (2) 브래드보드, 저항
- (3) 멀티미터, 검침계



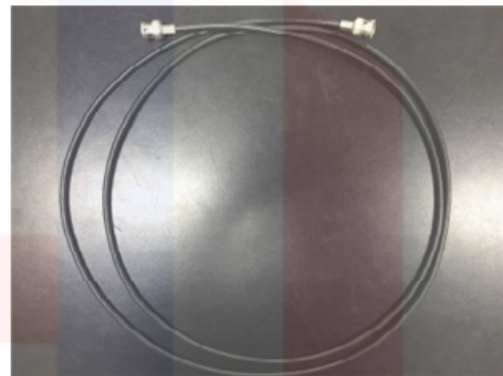
함수발생기



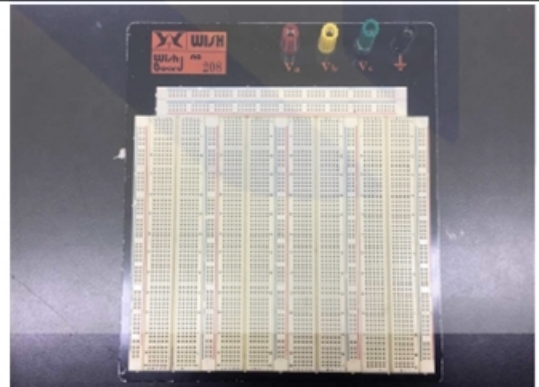
오실로스코프



전원장치



BNC 케이블



브래드보드



저항



멀티미터



검침계

4. 실험방법

A. 오실로스코프 및 함수발생기

- (1) BNC케이블을 사용하여 [그림 4]와 같이 함수발생기의 OUTPUT과 오실로스코프의 CH. 1을 연결한다.
- (2) 함수발생기의 파형을 사인파로 맞추고 주파수를 100Hz로 조절한다.
- (3) 오실로스코프의 시간과 전압 크기의 스케일을 조절하여 함수발생기에서 나온 파형이 제대로 측정되는지 확인해본다.
- (4) 파형을 삼각파와 사각파로 바꾸어가며 관측되는 파형의 변화를 관찰한다.
- (5) 주파수를 1kHz로 바꾸고 (3)~(4) 과정을 반복한다.



그림 4 함수발생기와 오실로스코프 연결

실험 B. 저항 측정

- (1) 저항 100Ω, 200Ω, 1kΩ, 2kΩ, 3kΩ을 브레드보드에 꼽고 멀티미터와 검침계를 사용하여 [그림 5]와 같이 저항을 측정한다. 저항의 띠 색으로 유추한 값과 측정값이 일치하는지 비교한다.
- (2) 저항 100Ω 3개를 사용하여 [그림 6]과 같이 직렬연결과 병렬연결을 하여 측정값과 이론값을 비교하여 본다.

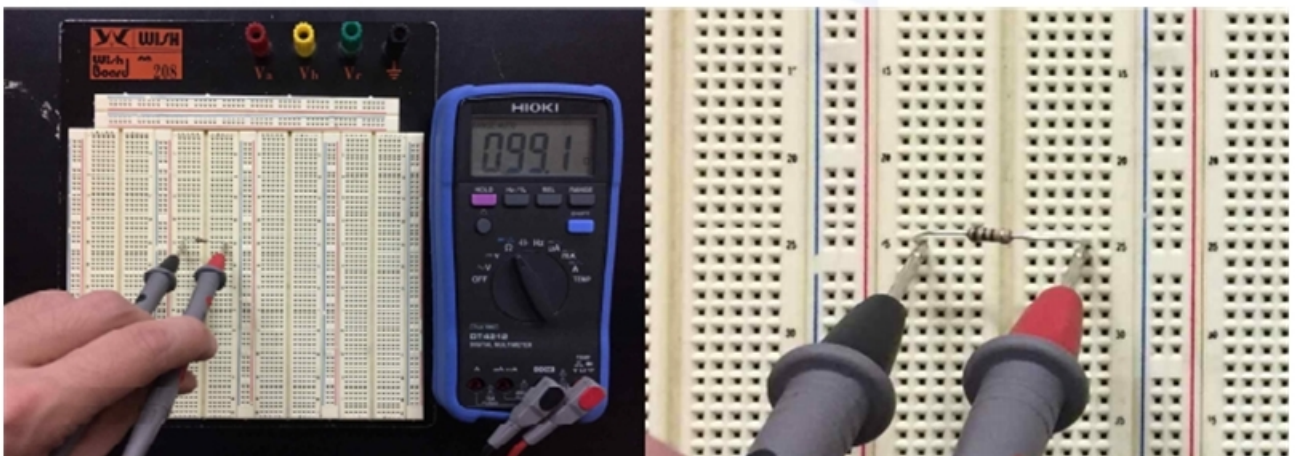


그림 5 저항 측정

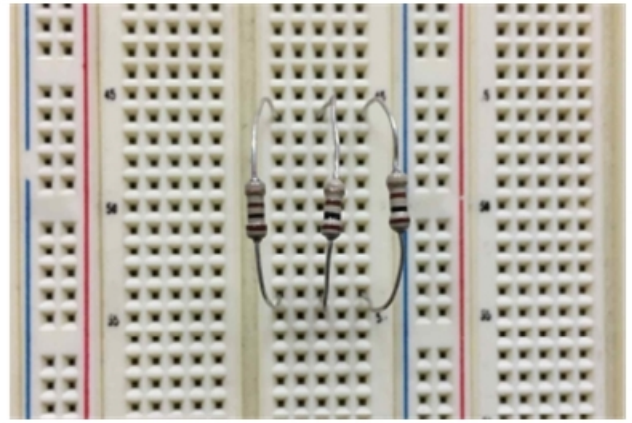
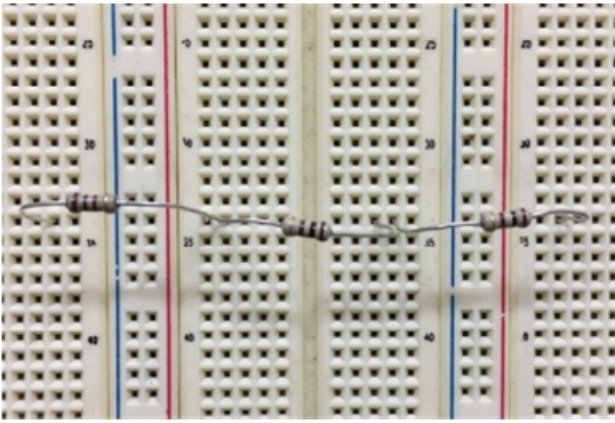


그림 6 저항의 직렬연결(왼쪽)과 병렬연결(오른쪽)

C. 옴의 법칙 실험

- (1) 브레드보드에 저항 100Ω 을 연결하고, 전원장치를 사용하여 [그림 7]과 같이 저항의 양단에 전압(V)을 인가한다.
- (2) 전압을 1V부터 5V까지 1V 간격으로 변화시키면서, 멀티미터를 [그림 8]과 같이 회로와 직렬로 연결하여 회로에 흐르는 전류(I)를 측정한다.
- (3) 회로에 인가된 전압(V)과 전류(I) 값을 옴의 법칙에 적용하여 저항($R = V/I$)을 구하고, 멀티미터로 측정한 저항값과 비교한다.
- (4) 저항을 $1k\Omega$ 로 바꾸고, 과정 (2)~(3)을 반복한다.

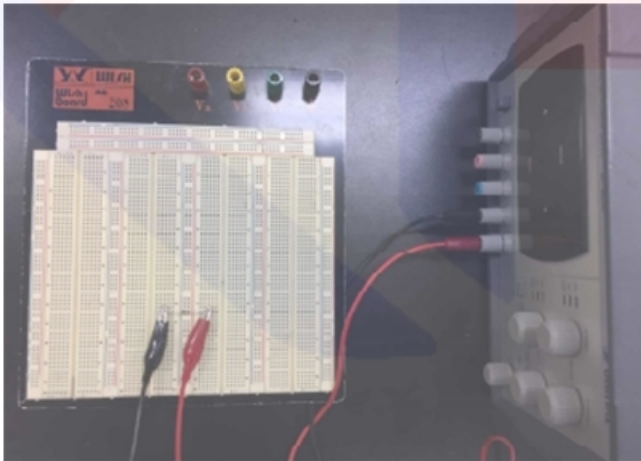


그림 7 저항과 전원장치 연결

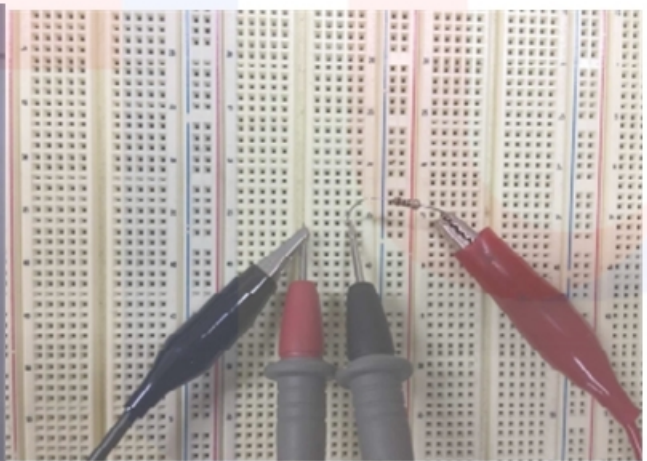


그림 8 멀티미터와 회로의 직렬연결

D. 키르히호프 법칙을 이용한 회로분석

- (1) [그림 3]과 [그림 9]와 같이 3개의 저항(R_1, R_2, R_3)과 두 개의 직류전원으로 회로를 구성한다.

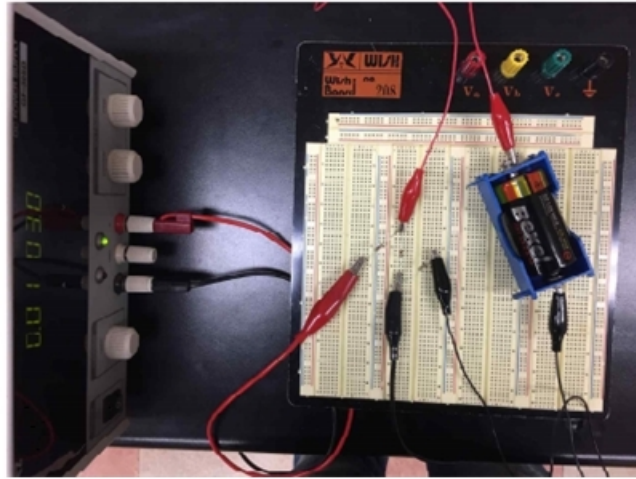


그림 9 회로 연결

- (2) 멀티미터를 이용하여 각 저항에 걸리는 전압(V_1, V_2, V_3)과 저항을 통해 전류(I_1, I_2, I_3)를 측정한다.
- (3) 이론값(키르히호프의 법칙으로 계산)과 측정값을 비교하여 본다.