

일반물리학실험 보고서

## 전자 측정 연습

학과 :

학번 :

이름 :

공동실험자 :

담당 교수 :

담당 조교 :

실험 날짜 : 2019년 9월 9일

제출 날짜 : 2019년 9월 16일

## 1. 실험목적

물리실험에 필요한 기본 전자측정 장비인 멀티미터 및 오실로스코프 그리고 전원발생장치인 함수 발생기와 직류 전원공급기의 사용법을 익히고 간단한 회로를 구성하여 전압, 전류 및 전기저항을 측정한다.

## 2. 실험 원리

전자, 양성자가 가지는 전하량  $e$ 는  $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{C}$  이다. 그래서 1C은  $6.25 \times 10^{18}$ 개의 양성자의 알짜 전하이다.

1초 동안 1C의 전하가 흐를 때 1A(ampere), 1C의 전하가 1J의 일을 할 때 1V(volt)라 하며 1V의 전압이 걸려있을 때 1A의 전류가 흐르면 저항은  $1\Omega$ 이다.

따라서 전압, 전류, 저항에는 다음과 같은 공식이 성립한다.

옴의 법칙

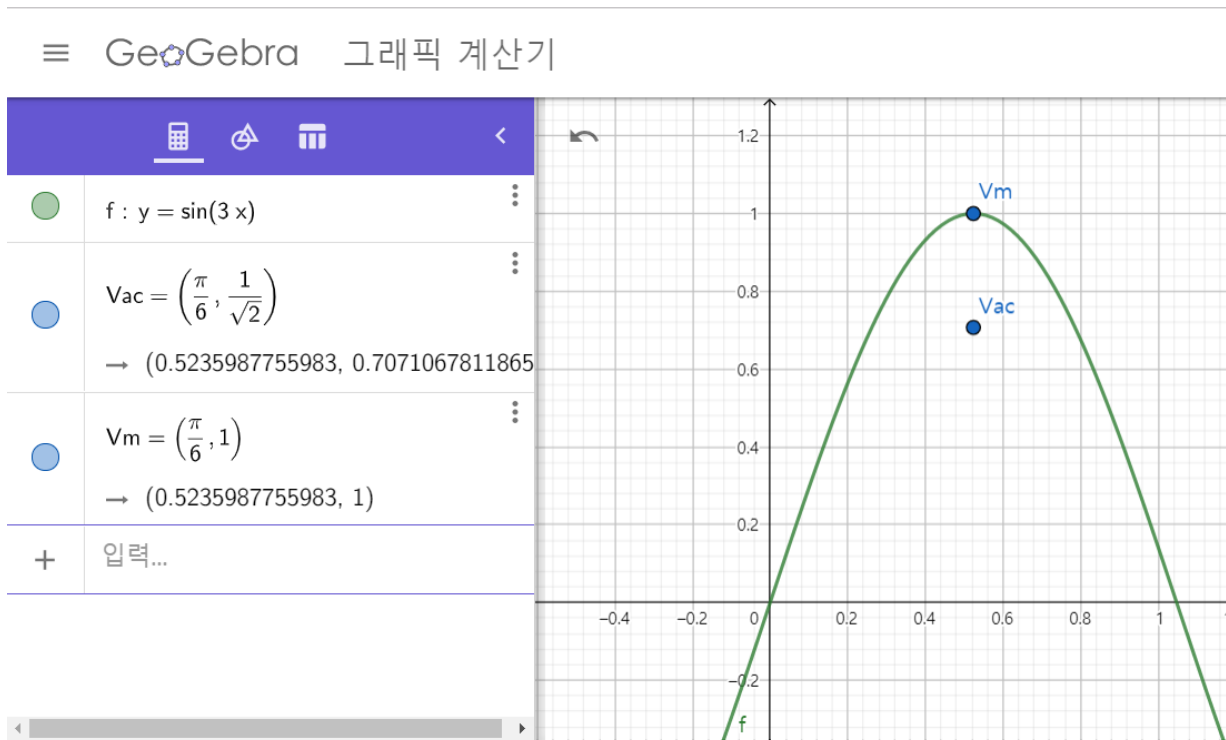
전압  $V$ , 전류  $I$ , 저항  $R$  사이에는 다음과 같은 관계가 있다.

$$V = IR$$

대부분 저항  $R$ 은 전류나 전압의 크기와 관계없이 일정한데 이 경우 ‘옴의 법칙을 만족한다’라고 한다.

교류전압이 시간에 대하여 사인 또는 코사인 함수를 따를 때 진폭  $V_M$  과 실효값  $V_{AC}$  사이의 관계는 다음과 같다.

$$V_{AC} = \frac{1}{\sqrt{2}} V_M$$



<그림1 : 시간에 따른 교류전압의 변화-GeoGebra로 작성, x축은 시간, y축은 전압이다.>

### 3. 실험 기구 및 재료

오실로스코프, 함수 발생기, 직류 전원 공급기, 디지털 멀티미터

### 4. 실험 방법

#### (1)직류 전압 측정

①사용장치 : 멀티미터, 직류전원장치, 오실로스코프

②직류전원공급기의 출력 전압을 멀티미터와 오실로스코프로 측정 및 비교한다.

(+, - 주의하여 연결하며, 특히 멀티미터 +부분이 V부분에 꼽혀있는지 확인한다.)

#### (2)교류 전압 측정

①사용장치 : 멀티미터, 함수발생기, 오실로스코프

②함수발생기의 진폭(AMPL)을 2단계로 나누어 조절, 멀티미터와 오실로스코프로 전압을 측정한다.

#### (3)진동수(주기)측정

①사용장치 : 함수발생기, 오실로스코프

②함수발생기의 출력선을 오실로스코프의 프로브와 연결

③오실로스코프로 교류전압의 주기 및 진동수를 측정

(주의 : 함수발생기와 오실로스코프를 연결 후 함수발생기의 OUTPUT버튼을 눌러 출력을 해주어야함)

#### (4)전기 저항 측정

①사용장치 : 멀티미터, 저항

②주어진 저항의 저항값을 멀티미터를 이용해 측정하고 색으로 읽은 저항값과 비교를 한다.

③참고로 저항의 색표시는 다음과 같다.(승수는  $10^x$ 에서 x만 표시)

구분	검정	갈색	빨강	주황	노랑	초록	파랑	보라	회색	흰색	금색	은색	무색
유효	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
승수	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	-1	-2	
오차		1%	2%								5%	10%	20%

<표1 : 저항의 색표시>

#### (5)직류 전류 측정

①사용장치 : 멀티미터, 직류전원장치, 저항

②직류전압 : 1V, 2V, 3V, 5V

③멀티미터, 직류전원장치, 저항을 직렬로 연결하여 전류가 흐르게 한 다음, 멀티미터에 나타난 전류를 읽어 전압, 전류, 저항 사이에 어떤 관계가 있는지 알아본다.

#### (6)교류 전류 측정

①사용장치 : 멀티미터, 함수발생기, 저항

②교류전압 : 1V, 2V, 3V

③멀티미터, 함수발생기, 저항을 직렬로 연결하여 전류가 흐르게 한 다음, 멀티미터에 나타난 전류를 읽어 전압, 전류, 저항 사이에 어떤 관계가 있는지 알아본다.

## 5. 측정값

### (1)직류 전압 측정

직류전원공급기	멀티미터		오실로스코프		
V	측정영역	V	V/div	수직 칸 수	V
1.0	2V	1.017	1.0V	1칸	1.0V
2.0	20V	2.07	1.0V	2칸	1.0V
5.0	20V	5.05	5.0V	1칸	5.0V
10.0	20V	10.09	5.0V	2칸	10.0V

<표2 : 직류 전압 측정>

### (2)교류 전압 측정

함수 발생기		멀티미터		오실로스코프			
진폭	진동수 (Hz)	측정영역 (RANGE)	$V_{AC}$	V/div	진폭의 수직 칸수	$V_M$	$V_{AC}$
진폭1	100	200mV	37.3mV	200mV	2칸	4V	2.828V
	200	200mV	35.3mV	200mV	2칸	4V	2.828V
진폭2	100	200mV	34.0mV	5.00V	2칸	10V	7.071V
	200	200mV	35.0mV	5.00V	2칸	10V	7.071V

<표3 : 교류 전압 측정>

### (3)진동수(주기) 측정

함수 발생기	오실로스코프(수평측)			
진동수(Hz)	s/div	한 주기의 수평 칸 수	주기 T	진동수 f
50	5.00ms	4칸	20ms	50Hz
100	10.0ms	1칸	10ms	100Hz
200	5.00ms	1칸	5ms	200Hz
500	500μs	4칸	2ms	500Hz

<표4 : 진동수(주기)측정>

#### (4)전기 저항 측정

저항					멀티미터	
	색 1	색 2	색 3	색 4	측정영역	저항값
저항1	갈색	검은색	빨간색	금색	2k $\Omega$	0.989k $\Omega$
저항2	갈색	초록색	빨간색	금색	2k $\Omega$	1.489k $\Omega$

<표5 : 전기 저항 측정>

#### (5)직류 전류 측정

저항		전압	멀티미터	
	저항값		측정영역	전류 $I$
저항1	0.989k $\Omega$	1V	200mA	1mA
		2V	20mA	2.06mA
		3V	20mA	3.05mA
		5V	20mA	5.04mA
저항2	1.489k $\Omega$	1V	2mA	0.632mA
		2V	2mA	1.348mA
		3V	2mA	1.935mA
		5V	20mA	3.45mA

<표6 : 직류 전류 측정>

#### (6)교류 전류 측정

저항		함수발생기		멀티미터	
	저항값	전압	진동수	측정영역	전류 $I$
저항1	0.989k $\Omega$	1V	1kHz	20mA	0.62mA
		2V	1kHz	20mA	1.19mA
		3V	1kHz	20mA	1.59mA
저항2	1.489k $\Omega$	1V	1kHz	20mA	0.42mA
		2V	1kHz	20mA	0.87mA
		3V	1kHz	20mA	1.07mA

<표7 : 교류 전류 측정>

### 6. 결과

#### (1)직류 전압 측정

직류전원공급기	멀티미터		오차
V	측정영역	V	
1.0	2V	1.017	$\pm 1.700\%$
2.0	20V	2.07	$\pm 3.5\%$
5.0	20V	5.05	$\pm 1.00\%$
10.0	20V	10.09	$\pm 0.90\%$

<표8 : 직류 전압 측정 오류>

표8은 직류전원공급기에서 나온 전하의 전압을 멀티미터로 측정하여 직류전원공급기에서 공급하는 전압과의 차이를 적은 것이다.

멀티미터에서 전압(V)는 직류전원공급기와 멀티미터를 연결 후 측정값이 5초정도 변하지 않았을 때 적힌 값을 적은 것이다.

(2)교류 전압 측정

함수 발생기		멀티미터		오실로스코프		오실로스코프 대비 멀티미터 오차
진폭	진동수 (Hz)	측정영역 (RANGE)	$V_{AC}$	V/div	$V_{AC}$	
진폭1	100	200mV	37.3mV	200mV	2.828V	±98.7%
	200	200mV	35.3mV	200mV	2.828V	±98.8%
진폭2	100	200mV	34.0mV	5.00V	7.071V	±99.5%
	200	200mV	35.0mV	5.00V	7.071V	±99.5%

<표9 : 오실로스코프 대비 멀티미터 오차>

표9는 함수 발생기에서 나온 전하의 전압이 오실로스코프 대비 멀티미터에서 얼마나 큰 차이가 나타나는지 보여주는 것으로, 원인은 결과에 대한 논의에서 다룬다.

함수 발생기		오실로스코프		100hz 대비 200hz에서 전압변화	진폭1 대비 진폭2에서 전압변화
진폭	진동수 (Hz)	V/div	$V_{AC}$		
진폭1	100	200mV	2.828V		
	200	200mV	2.828V	±0%	
진폭2	100	5.00V	7.071V		+150.04%
	200	5.00V	7.071V	±0%	+150.04%

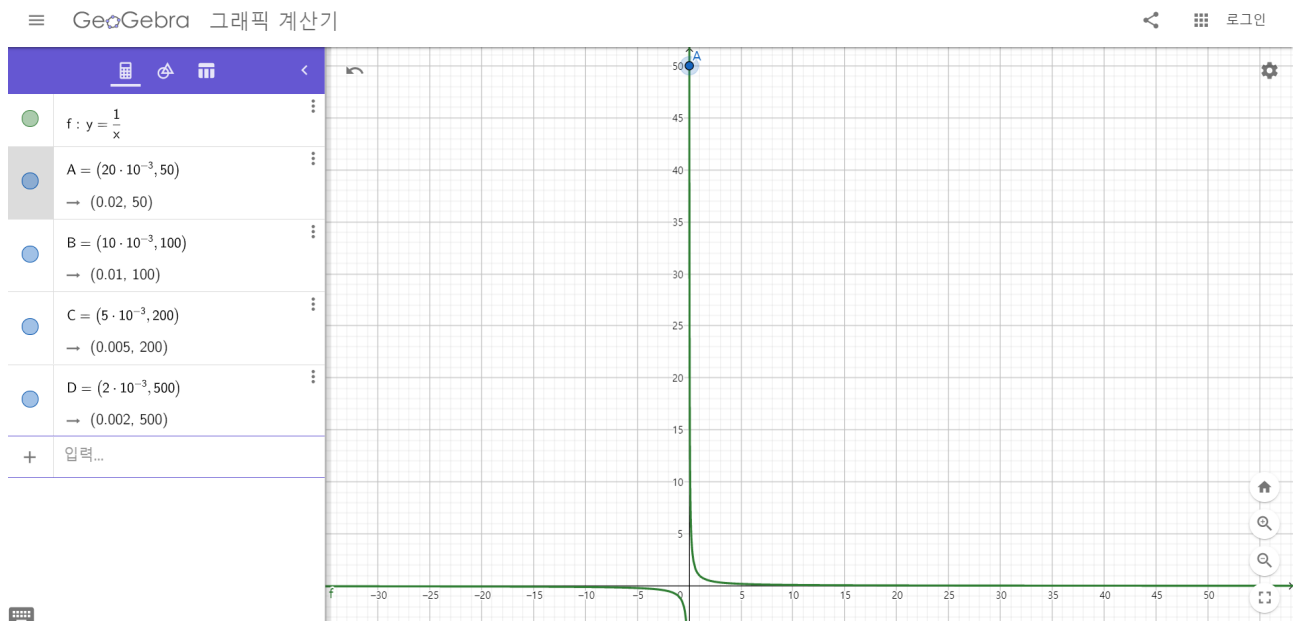
<표10 : 진동수와 진폭의 변화에 따른 전압변화>

표10은 같은 진폭에서 진동수의 변화에 따른 전압변화, 같은 진동수에서 진폭의 변화에 따른 전압변화를 보여준다.

(3)진동수(주기) 측정

함수 발생기	오실로스코프(수평축)		주기와 진동수와의 관계
진동수(Hz)	주기 T	진동수 f	
50	20ms	50Hz	$f=1/T$
100	10ms	100Hz	$f=1/T$
200	5ms	200Hz	$f=1/T$
500	2ms	500Hz	$f=1/T$

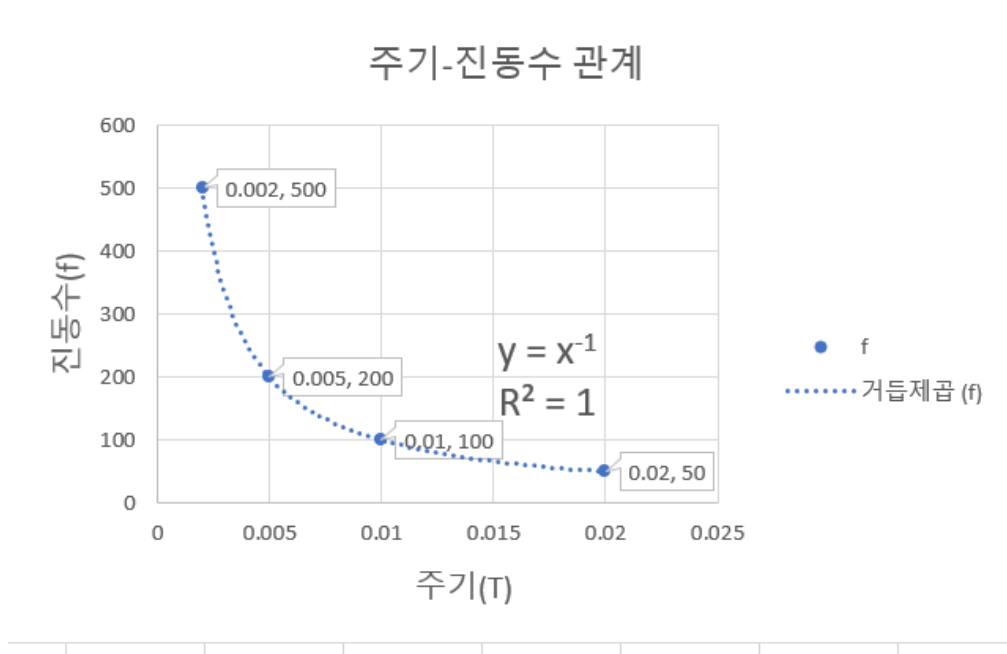
<표11 : 주기와 진동수와의 관계>



<그림2 : (주기, 진동수)점이  $y=1/x$  그래프의 한 점이다.-GeoGebra>

표11은 함수발생기에서 나온 진동수와 오실로스코프에서 측정한 주기의 관계를 나타낸 것으로 대체로  $f=1/T$ 의 관계를 보여준다. 그림2에서 알 수 있듯이,  $y=1/x$  그래프가

(주기, 진동수) :  $(20 \times 10^{-3}, 50), (10 \times 10^{-3}, 100), (5 \times 10^{-3}, 200), (2 \times 10^{-3}, 500)$  점을 지난다.



<그림3 : 측정을 통해 얻은 네 개의 점을 이용하여 거듭제곱 추세선을 그린 것>

그림3에서 알 수 있듯이, 측정을 통해 얻은 (주기, 진동수) 점을 이용해 거듭제곱 추세선(점선)을 그리면  $y = x^{-1}$  그래프가 나온다.

#### (4)전기 저항 측정

저항					색깔에 의한 저항값	
	색 1	색 2	색 3	색 4	저항값	저항값 범위
저항1	갈색	검은색	빨간색	금색	1kΩ	0.95kΩ~1.05kΩ
저항2	갈색	초록색	빨간색	금색	1.5kΩ	1.425kΩ~1.575kΩ

<표12 : 저항에 표시된 색깔에 의한 저항값>

표1과 표12를 참고하여 저항1과 저항2의 저항값을 계산해보면 먼저 저항1은

$10(\text{갈색, 검은색}) \times 10^3(\text{빨간색}) \pm 5\%(\text{금색})\Omega$

저항2는  $15(\text{갈색, 초록색}) \times 10^3(\text{빨간색}) \pm 5\%(\text{금색})\Omega$  이다.

따라서, 저항1의 색1~색3까지 고려하여 계산한 저항값은 1kΩ, 색4까지 고려하여 범위를 계산하면 0.95kΩ~1.05kΩ이다. 마찬가지로 저항2도 색1~색3까지는 1.5kΩ, 색4까지 고려하면 1.425kΩ~1.575kΩ의 범위가 나온다.

저항	멀티미터		표시된 저항값과의 차이
	측정영역	저항값	
저항1(1kΩ)	2kΩ	0.989kΩ	-1.1%
저항2(1.5kΩ)	2kΩ	1.489kΩ	-0.733%

<표13 : 표시된 저항값대비 멀티미터로 측정한 저항값의 차이>

표13은 표시된 저항값대비 멀티미터로 측정한 저항값의 차이를 보여주며 저항1은 표시된 저항값보다 1.1% 낮은 저항을, 저항2는 표시된 저항값보다 0.733% 낮은 저항이 나타났다.

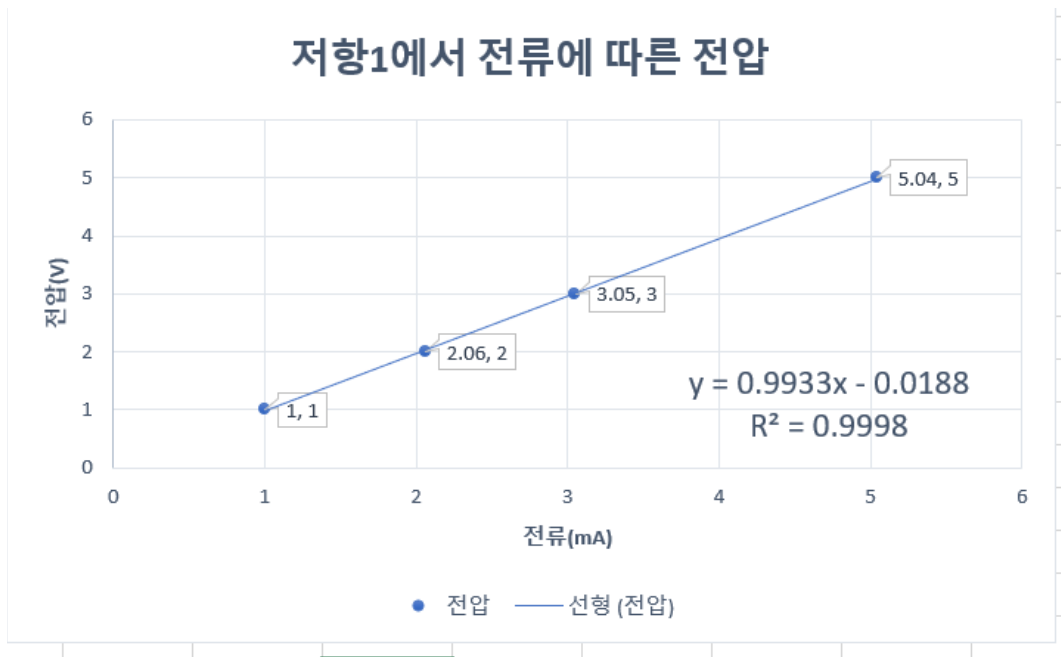
##### (5)직류전류측정

저항		전압	멀티미터	전압/전류	멀티미터로 측정한 저항값대비 전압/전류 차이
	저항값		전류 I		
저항1	0.989kΩ	1V	1mA	1.000kΩ	1.112%
		2V	2.06mA	0.971kΩ	-1.820%
		3V	3.05mA	0.984kΩ	-0.506%
		5V	5.04mA	0.992kΩ	0.303%
저항2	1.489kΩ	1V	0.632mA	1.582kΩ	6.246%
		2V	1.348mA	1.484kΩ	-0.336%
		3V	1.935mA	1.550kΩ	4.097%
		5V	3.45mA	1.449kΩ	-2.686%

<표14 : 멀티미터로 측정한 저항값대비 전압/전류 차이>

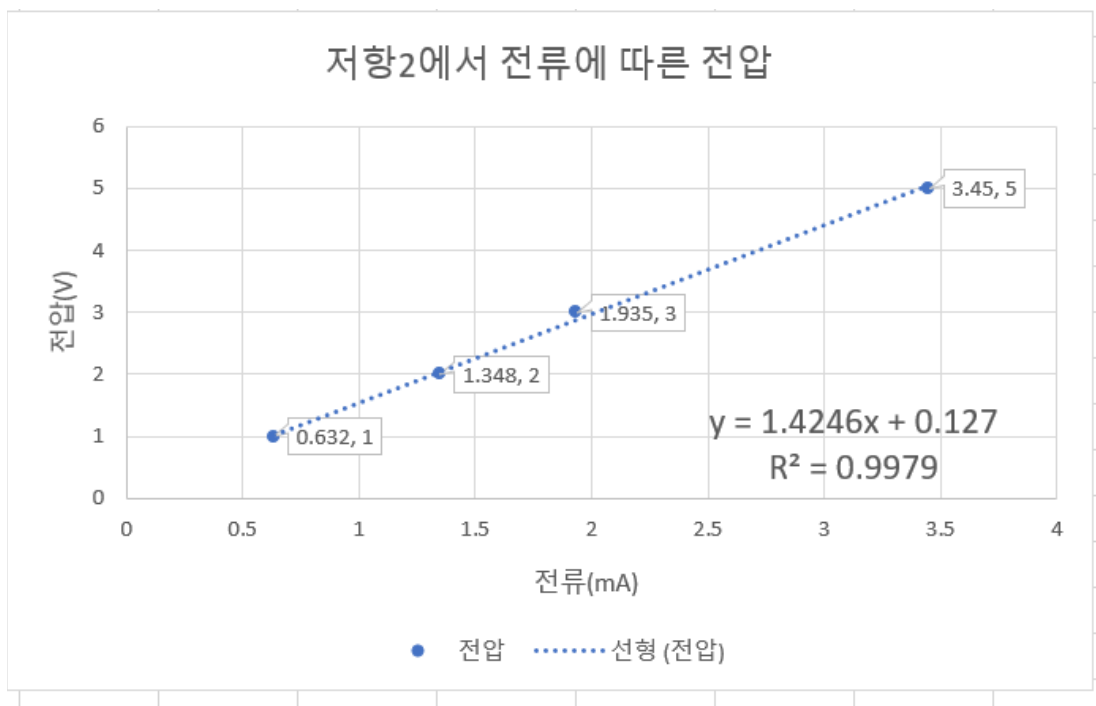
표14는 저항1에서, 멀티미터로 측정한 저항값(0.989kΩ)대비 전압/전류 차이는 -1.82%~1.112%, 저항2에서 멀티미터로 측정한 저항값(1.489kΩ)대비 전압/전류 차이는 -2.686%~6.246%로 다양하게 나타났다.





<그림4 : 저항1에서 전류에 따른 전압>

그림4는 저항1을 연결하여 측정한 전압과 전류의 데이터를 최소평균제곱법을 이용해 선형 추세선 그래프를 그리면  $y = 0.9933x - 0.0188$ 로, 최소평균제곱법에 의해 전압/전류는 0.9933kΩ, 즉 멀티미터로 측정한 저항값(0.989kΩ)대비 0.435% 차이 난다.



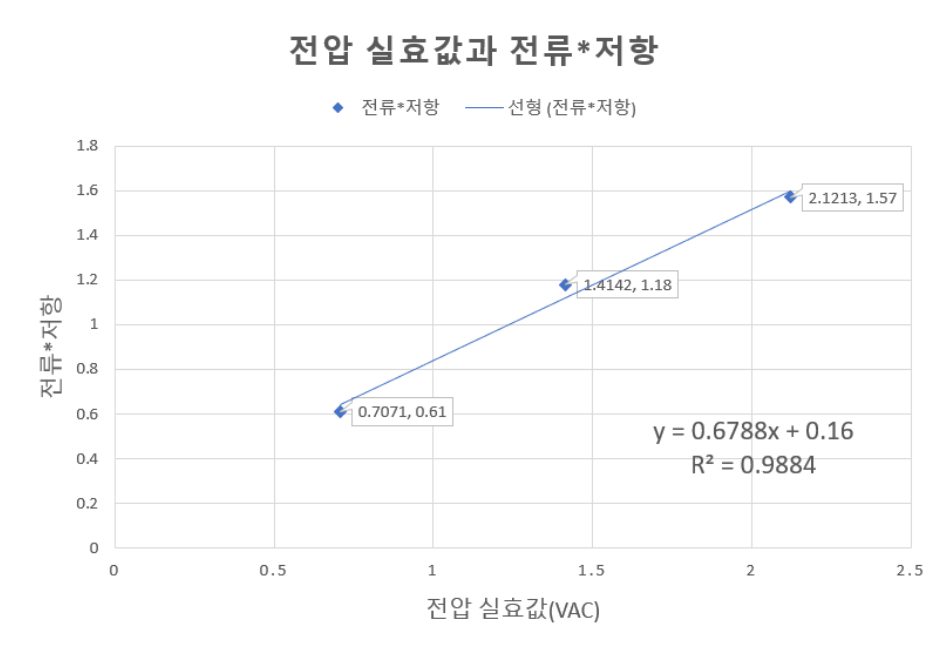
<그림5 : 저항2에서 전류에 따른 전압>

그림4는 저항1을 연결하여 측정한 전압과 전류의 데이터를 최소평균제곱법을 이용해 선형 추세선 그래프를 그리면  $y = 1.4246x + 0.127$ 로, 최소평균제곱법에 의해 전압/전류는 1.4246kΩ, 즉 멀티미터로 측정한 저항값(1.489kΩ)대비 4.325% 차이 난다.

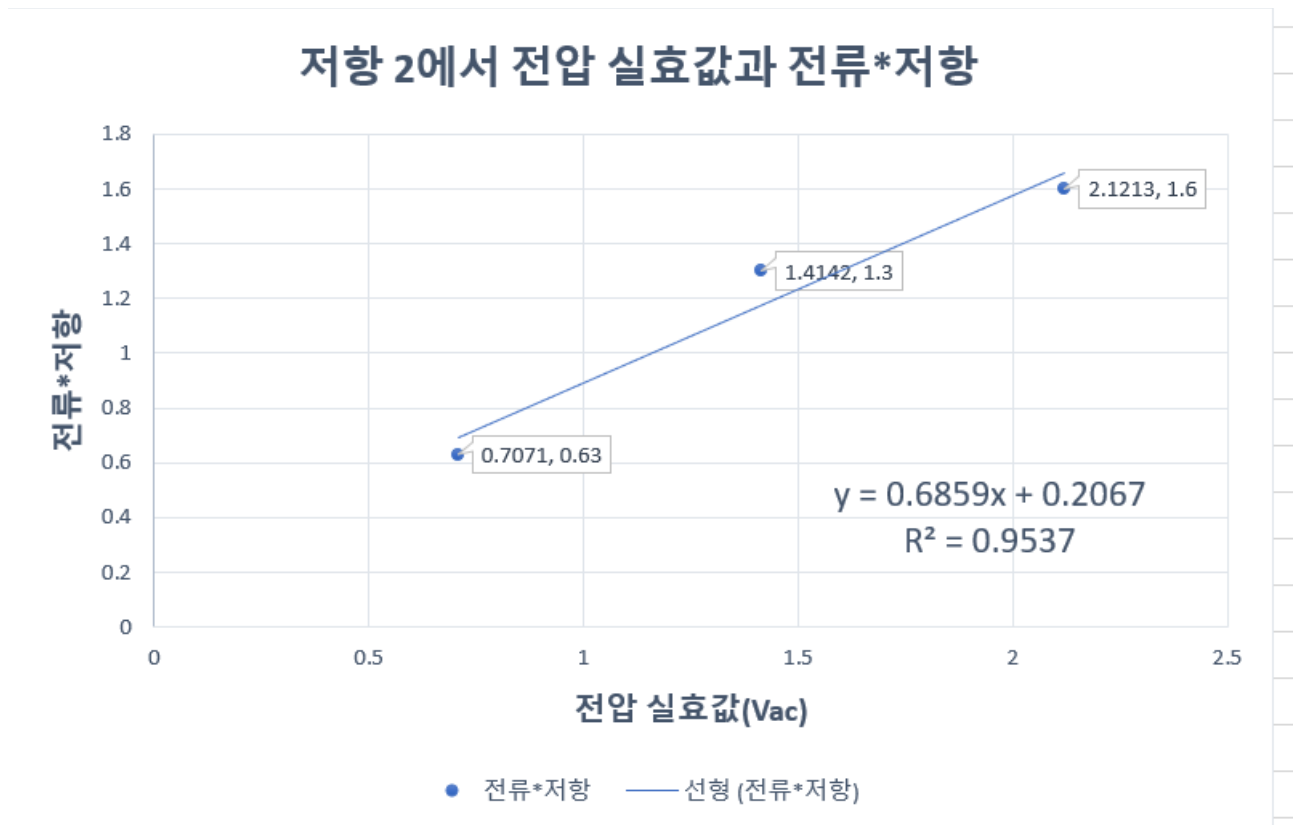
## (6)교류 전류 측정

저항		함수발생기	전압 실효값	멀티미터	전류*저항	$V_{AC}$ 대비 오차	저항1대비 저항2에서 오차
	저항값	전압	$V_{AC}$	전류 $I$			
저항1	0.989k $\Omega$	1V	0.7071V	0.62mA	0.61V	-13.73%	
		2V	1.4142V	1.19mA	1.18V	-16.56%	
		3V	2.1213V	1.59mA	1.57V	-25.99%	
저항2	1.489k $\Omega$	1V	0.7071V	0.42mA	0.63V	-10.90%	3.28%
		2V	1.4142V	0.87mA	1.3V	-8.08%	10.17%
		3V	2.1213V	1.07mA	1.6V	-24.57%	1.91%

<표15 : 교류전류의 전압실효값과 전류\*저항값의 오차>



<그림6 : 저항1에서 전압실효값과 전류\*저항 그래프. 저항1에서 전류\*저항은 전압실효값의 0.6788배 정도 된다.>



<그림7 : 저항2에서 전압실효값과 전류\*저항 그래프. 저항2에서, 전류\*저항은 전압 실효값의 0.6859배 정도 된다.>