

# REPORT

## IEEE Code of Ethics

(출처: <http://www.ieee.org>)

We, the members of the IEEE, in recognition of the importance of our technologies in affecting the quality of life throughout the world, and in accepting a personal obligation to our profession, its members and the communities we serve, do hereby commit ourselves to the highest ethical and professional conduct and agree:

1. to accept responsibility in making decisions consistent with the safety, health and welfare of the public, and to disclose promptly factors that might endanger the public or the environment;
2. to avoid real or perceived conflicts of interest whenever possible, and to disclose them to affected parties when they do exist;
3. to be honest and realistic in stating claims or estimates based on available data;
4. to reject bribery in all its forms;
5. to improve the understanding of technology, its appropriate application, and potential consequences;
6. to maintain and improve our technical competence and to undertake technological tasks for others only if qualified by training or experience, or after full disclosure of pertinent limitations;
7. to seek, accept, and offer honest criticism of technical work, to acknowledge and correct errors, and to credit properly the contributions of others;
8. to treat fairly all persons regardless of such factors as race, religion, gender, disability, age, or national origin;
9. to avoid injuring others, their property, reputation, or employment by false or malicious action;
10. to assist colleagues and co-workers in their professional development and to support them in following this code of ethics.

위 IEEE 윤리헌장 정신에 입각하여 report를 작성하였음을 서약합니다.

<실험 3, 4, 5. 예비 보고서>

학 부: 전자공학과

제출일: 2021.03.14

과목명: 기초전기실험

교수명: 구형일 교수님

분 반: 7

학 번: 202021025

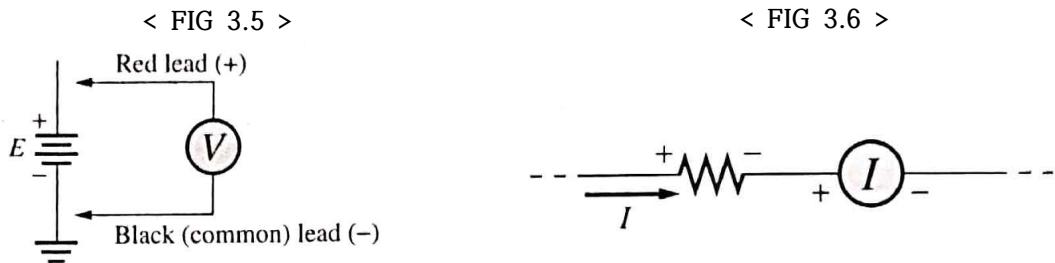
성 명: 안준영

## Ch 3. Ohm's Law

### 1. 실험이론

#### (1) 측정

전압을 측정하는 경우, 병렬로 연결해야 한다. Voltmeter는 FIG3.5와 같이 연결하면 양수를 결과로 내놓는다. 반대로 연결하면 음수값을 결과로 내놓는다. 따라서 Voltmeter는 전압과 극성을 함께 측정할 수 있다. 전류를 측정하는 경우에는 직렬로 연결해야 한다. Voltmeter와 마찬가지로 Ammeter 또한 전류뿐만 아니라 극성도 측정할 수 있다. FIG3.6과 같이 연결하면 양수를, 반대로 연결하면 음수값을 나타낸다. 측정할 때에는 항상 높은 단위에서 낮은 단위로 낮춰가며 측정하여야 한다.



#### (2) 옴의 법칙

전압과 전류 그리고 저항간 관계를 나타내는 법칙이다. 다음과 같은 식을 이용하여 표현한다.  $R = \frac{V}{I}$ . 옴의 법칙은 또한, 저항이 일정한 경우에 전압과 전류가 비례함을 나타낸다. 마찬가지로 전압이 일정하다면 저항과 전류는 반비례하고, 전류가 일정하다면 전압과 저항이 비례한다는 것을 나타낸다. 이는 전압, 전류 그리고 저항 중, 2가지의 값이 있으면 나머지 하나의 값을 구할 수 있음 또한 나타낸다.

#### (3) 상대오차

두 값의 비교를 위한 개념이다.  $|\frac{A - B}{A}| \times 100\%$ 로 계산하여 나타낸다. 값이 작을수록 두 값이 가깝다는 것을 의미한다. 주로 이론값과 실험값의 비교를 위해 사용한다.

## 2. 실험 부품

#### (1) 파워 서플라이

파워 서플라이는 전원을 공급해주는 역할을 한다. GND, (+), (-) 단자로 구성되어 있다. 2개의 채널을 가진다. GND단자와 (-)단자를 연결하고 다른 전선으로 (-)을 빠져나갈 수 있게한다. (+)단자에도 또 다른 전선을 연결해준다. 전원을 켜더라도 Output을 켜지 않으면 작동하지 않으므로 output을 켜야 한다. CC에 불이 들어온 상황에서 전류가 0이면 전압을 올릴 수 없으므로 전류 다이얼을 살짝 돌려준다.

#### (2) VOM

전류, 전압 그리고 저항을 측정하는 아날로그식 장치이다.

#### (3) DMM

VOM과 같은 기능을 하지만 디지털 장치이다. DCV, DCI,  $\Omega$  등 버튼으로 측정할 값(직류

전압, 직류 전류, 저항 등)을 선택하여 측정한다. 이때 올바른 단자에 연결하여야 한다. 직류 전류를 측정할 경우 연결할 단자가 mA인지 A인지 확인해야 한다. 다른 경우도 마찬가지이다.

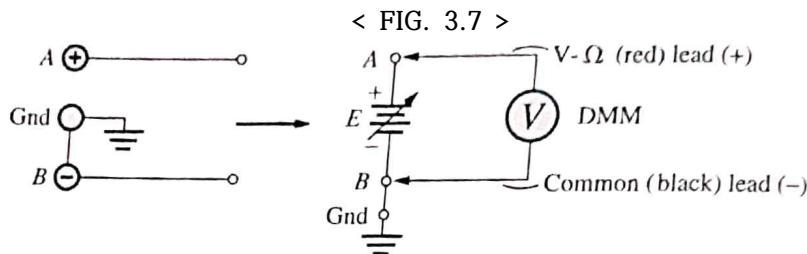
### 3. 실험 과정 및 예상 결과

#### 실험 과정

##### -Part 1

(a)

a-1) DMM을 dc power supply에 FIG. 3.7과 같이 연결한다.



a-2) DMM을 사용하여 power supply의 전압을 Table 3.1의  $E_{AB}$ 에 맞추어 설정한다. (디스플레이의 meter는 무시한다.) 각  $E_{AB}$ 에 따라서 DMM의 측정 단위를 조정하여준다.

TABLE 3.1

$E_{AB}$ (DMM)	VOM	% Difference
1 V		
4 V		
5.5 V		
8.25 V		
9.6 V		
12.1 V		
16.4 V		
18.75 V		

a-3) 전압 설정 후, DMM을 해제하고 VOM을 사용하여 동일 전압을 측정한다.

a-4) Table 3.1의 각  $E_{AB}$ 에 맞추어 반복하고,  $\% \text{ Difference} = \left| \frac{\text{DMM} - \text{VOM}}{\text{DMM}} \right| \times 100\%$  (상대오차)로 계산하여 Table 3.1을 채운다.

a-5) 상대오차의 값이 아날로그와 디지털 장치의 값이 매우 근접하다고 판단할 만큼 작은지

생각한다.

(b)

b-1) Part 1의 (a) 실험에서, VOD와 DMM의 역할을 바꾸어 동일한 과정으로 실험을 진행한다. Table 3.2의  $E_{AB}$ 에 맞추어 진행한 후,  $\% \text{ Difference} = \left| \frac{VOM - DMM}{VOM} \right| \times 100\%$ 에 맞추어 Table 3.2를 채운다.

b-2) Table 3.1과 Table 3.2의 Difference 값에 대해서, 어떤 결론을 내릴 수 있는지 생각해본다.

(c)

c-1) Fig 3.7과 같이 회로를 구성하고, DMM을 이용하여 전압을 5V로 맞춘다.

c-2) DMM을 연결 해제한 후, 빨간색( $V - \Omega$ )을 B 단자에 연결하고 검은색(COM)을 A 단자에 연결한다.

c-3) VOM을 이용하여 위의 과정을 수행한다.

(d)

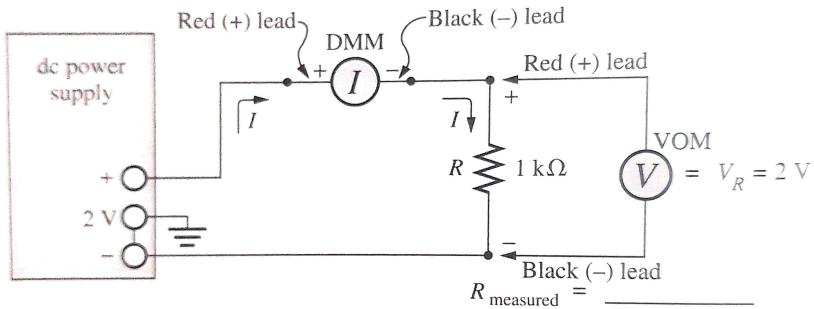
d-1) 위의 실험(Part 1- (a), (b), (c))으로부터 VOM과 DMM 중 어떤 장치가 나은지, 어떤 장치가 정확하다고 생각하는지, 상대적인 장점은 무엇인지에 대하여 답변한다.

## - Part 2

(a)

a-1) DMM을 mA 단위로 사용하여 FIG. 3.8과 같이 회로를 구성한다. (단자 연결에 주의한다)

< FIG 3.8 >



a-2) VOM을 사용하여 파워 서플라이를  $2V (= V_R)$ 로 설정한다. 최적의 DMM scale을 찾기 위하여 값을 변경하다보면  $V_R$ 이 변하는데 이를 조정하기 위해서 파워 서플라이를 적절히 조작한다.

a-3) DMM으로 측정한 값을  $\% \text{ Difference} = \left| \frac{I_R(\text{DMM}) - I_R(\Omega's \text{ law})}{I_R(\text{DMM})} \right| \times 100\%$ 의 식을 이용하여 Table 3.3을 채운다.

a-4) Table 3.3의  $V_R$ (VOM)의 값에 따라 위의 과정을 반복한다.

**TABLE 3.3**  $R = 1 \text{ k}\Omega$        $R_{\text{measured}} =$

$V_R$ (VOM)	$I_R$ (DMM) mA	$I_R = V_R/R_{\text{meas.}}$ mA	% Difference
0 V	0 mA	0 mA	0%
2 V			
4 V			
6 V			
8 V			
10 V			

### Part 3

(a)

**a-1)** Part 2의 Table 3.3의 값을 이용하여  $I-R$  그래프(Graph 3.1)를 그린다. (이 그래프의 곡선 =  $R = 1 \text{ k}\Omega$ )

(b)

**b-1)** Table 3.4의  $I_R$  (mA),  $V_R$  (V)에 따라서 나머지 한 값(전류와 전압 중 하나)을 표시하고, 옴의 법칙을 사용하여 저항값( $R(\Omega)$ )을 계산하여 Table 3.4를 채운다.

**TABLE 3.4**

$I_R$ (mA)	$V_R$ (V)	$R$ ( $\Omega$ )
5.6		
1.2		
	8.3	

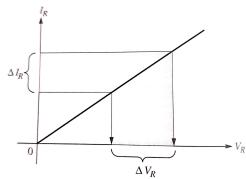
(c)

**c-1)**  $R = \frac{\Delta V_R}{\Delta I_R}$ , FIG 3.9를 이용하여,  $\Delta I_R = 6 \text{ mA} - 1.2 \text{ mA} = 4.8 \text{ mA}$  < FIG. 3.9 > 면서 Graph 3.1 ( $1 \text{ k}\Omega$ )에서의  $1 \text{ k}\Omega$  저항일 때  $\Delta V_R$ 을 계산한다.

**c-2)**  $\Delta V_R = 4.6 \text{ V} - 3.2 \text{ V} = 1.4 \text{ V}$  이면서  $1 \text{ k}\Omega$  일 때의  $\Delta I_R$ 를 계산하고 c-1)에서의 결과와 함께 Tale 3.5에 기록한다.

TABLE 3.5

$\Delta V_R$ (V)	$\Delta I_R$ (mA)	$R$ ( $\Omega$ )
	4	
1.4		



(d)

d-1) Slope =  $m = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{\Delta I_R}{\Delta V_R} = \frac{1}{R}$  를 이용하여, 저항값이 작을수록 기울기가 크다는 것을 밝혀라. (혹은 저항값이 클수록 기울기가 작다는 것을 밝혀라)

d-2) mS 단위를 사용하여 slope를 결정하고 Table 3.6에 기록한다.

TABLE 3.6

$R$	$m$
1 k $\Omega$	
3.3 k $\Omega$	

- Part 4

(a)

a-1) FIG. 3.8을  $R = 3.3 k\Omega$ 으로 재구성하여라. Part 2 (Table 3.6)의 값을 이용하여 Part 3의 과정을 반복한다.

### 회로 분석

< FIG. 3.7 >

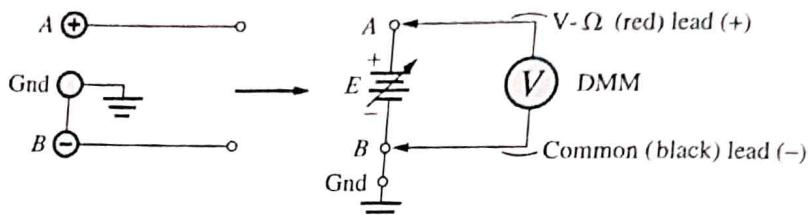


FIG. 3.7의 회로는 Power Supply에 DMM을 병렬로 연결한 회로이다. (+)와 (-)가 맞는 방향으로 연결되어 있다. DMM을 이용하여 전압을 측정한다.

< FIG 3.8 >

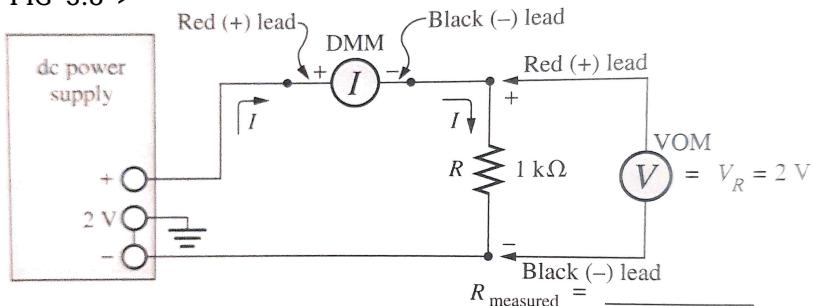


FIG. 3.8의 회로는 Power Supply에 DMM이 직렬로 방향이 올바르게 연결되어 있고, 저항에 병렬로 VOM을 연결하여 VOM으로 전압을 측정하여 Power Supply를 조작하고 DMM으로 전류값을 측정하는 회로이다.

## 예상 결과

### - Part 1

단순한 측정이기 때문에 기계에 결함이 없다면 VOM과 DMM로 측정한 값에 큰 차이가 없을 것 같다. 또한 (c)에서는 방향만을 바꾼 것이므로 절대값이 같으면서 -가 붙은 값이 나올 것이다. (d)에서는, VOM은 아날로그이므로 조작이 DMM보다 간편할 것으로 예상되고 DMM은 디지털 방식으로 측정하는 장치이므로 정밀한 측정이 필요한 실험에서 더 유용할 것이라고 생각한다.

### - Part 2

%Difference 값이 매우 작아서 옴의 법칙이 성립한다는 결론을 도출할 수 있는 값이 나올 것이라고 생각한다. 간단한 회로이므로 옴의 법칙이 성립한다고 생각해도 무리가 없다고 생각하기 때문이다.

### - Part 3

옴의 법칙에 따라 직선 형태의 그래프가 그려질 것이라고 예상한다. 즉, 전류와 전압이 비례하게 되는 결과가 나올 것이라고 예상한다.

### - Part 4

옴의 법칙에 따라 직선 형태의 그래프가 그려질 것이라고 예상한다. 즉, 전류와 전압이 비례하게 되는 결과가 나올 것이라고 예상한다.

## 4. 참고문헌

INTRODUCTORY CIRCUIT ANALYSIS / 12판 / Robert L. Boylestad, Gabriel Kousourou / 2015 / Pearson / 22-23p, 32-43p

## 5. 회로 결선도



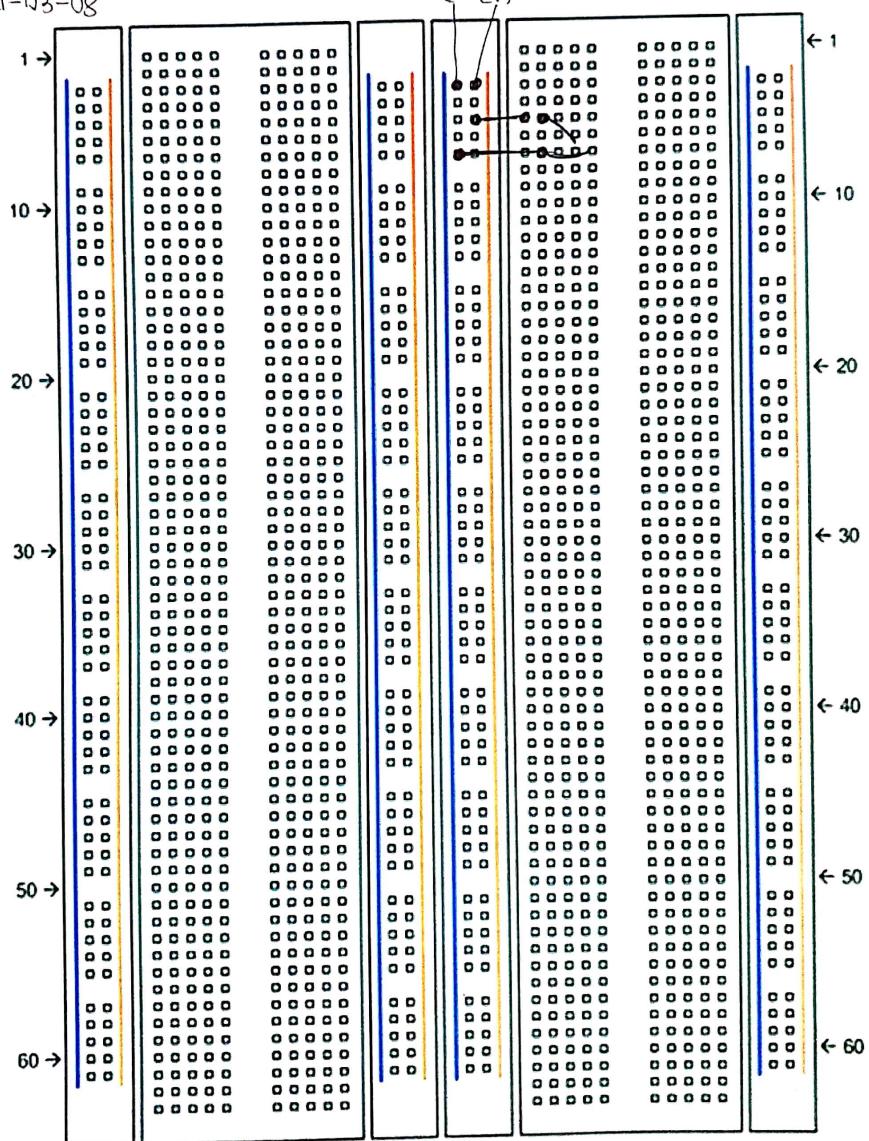
아주대학교  
AJOU UNIVERSITY

2020.02.25 전자공학과 안준영



Q3. Part I.

2021-Q3-08



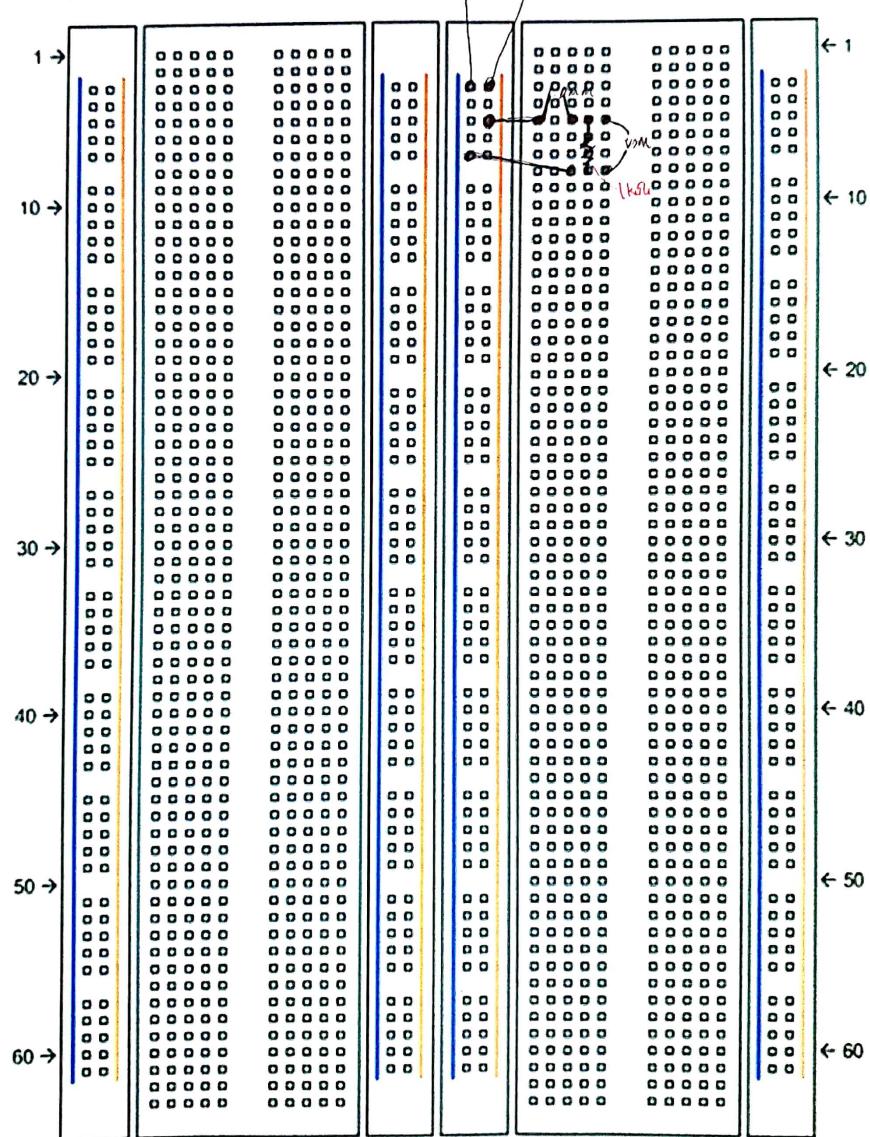


아주대학교  
AJOU UNIVERSITY

전자공학과 202021025 안준영  
2020-03-08



Part 2.



## Ch. 4. Series Resistance

### 1. 실험이론

#### (1) 옴의 법칙

전압과 전류 그리고 저항간 관계를 나타내는 법칙이다. 다음과 같은 식을 이용하여 표현 한다.  $R = \frac{V}{I}$ . 옴의 법칙은 또한, 저항이 일정한 경우에 전압과 전류가 비례함을 나타낸다. 마찬가지로 전압이 일정하다면 저항과 전류는 반비례하고, 전류가 일정하다면 전압과 저항이 비례한다는 것을 나타낸다. 이는 전압, 전류 그리고 저항 중, 2가지의 값이 있으면 나머지 하나의 값을 구할 수 있음 또한 나타낸다.

#### (2) 합성저항

저항이 직렬로 연결되어 있으면, 합성저항은 모든 직렬 저항의 크기를 더한 값이다. 직렬 저항의 크기가 모두  $R$ 이고 개수가  $N$ 개라면, 합성저항  $R_T = N R$ 이다. 이때 한 회로의 직렬 저항들을 타고 흐르는 전류의 크기는 모두 동일하므로, 옴의 법칙을 이용하면  $R_T = \frac{E}{I}$ 이다. ( $E$ 는 공급 전압이다.) 만약 오직 저항만 직렬로 연결된 회로라면, 직렬로 연결된 저항 소자들에 흐르는 전류의 크기는 같다.

만약 저항이 병렬로 연결되어 있다면  $\frac{1}{R_{EQ}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \dots$ 에 따라 합성저항을 결정할 수 있다. 추가로, 병렬로 연결된 저항에 걸리는 전압은 같다.

### 2. 실험 부품

#### (1) DMM

#### (2) Power supply

#### (3) 저항소자

저항기는 저항 성질을 띠는 회로소자이다. 저항의 크기는 저항기에 띠로 구분할 수 있다. 표준 EIA 색 코드 표를 참조하여, 순서대로 첫 번째와 두 번째 색 코드는 저항값 숫자이며 세 번째 색 코드는 단위이다. 네 번째 색 코드는 오차 범위를 나타낸다. 예를 들어 순서대로 초, 검, 빨, 금의 색 코드를 가지는 저항소자의 저항 크기는  $50 \times 10^2$ 이며 오차 범위는  $\pm 5\%$ 이다.

색	첫 번째 띠	두 번째 띠	세 번째 띠 (단위)	4번째 띠 (오차)
검정	0	0	$\times 10^0$	
갈색	1	1	$\times 10^1$	$\pm 1\%$ (F)
빨간색	2	2	$\times 10^2$	$\pm 2\%$ (G)
주황색	3	3	$\times 10^3$	
노랑색	4	4	$\times 10^4$	
초록색	5	5	$\times 10^5$	$\pm 0.5\%$ (D)
파랑색	6	6	$\times 10^6$	$\pm 0.25\%$ (C)
보라색	7	7	$\times 10^7$	$\pm 0.1\%$ (B)
회색	8	8	$\times 10^8$	$\pm 0.05\%$ (A)
황색	9	9	$\times 10^9$	
금색			$\times 0.1$	$\pm 5\%$ (J)
은색			$\times 0.01$	$\pm 10\%$ (K)
없음				$\pm 20\%$ (M)

### 3. 실험 과정 및 예상 결과

#### 실험 과정

##### -Part 1

(a)

a-1) FIG. 4.3에 따라 회로를 구성한다.

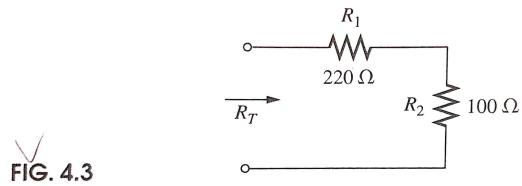


FIG. 4.3

a-2) 각 저항의 크기를 측정한다.

(b)

b-1) (a)에서의 저항 측정값을 더하여 총 저항의 크기를 계산한 후 Table 4.1에 기록한다.

(c)

c-1) DMM을 이용하여 합성저항을 측정한다.

c-2) 위의 두 총 저항을 토대로  $\% \text{ Difference} = \left| \frac{\text{Measured} - \text{Calculated}}{\text{Calculated}} \right| \times 100\%$  (상대오차)를 계산한 후 Table 4.1에 기록한다.

(d)

d-1) DMM을 이용하여 공급 전압을 8V로 설정한다.

d-2) power supply를 종료한 후 FIG. 4.4와 같이 회로를 구성한다.

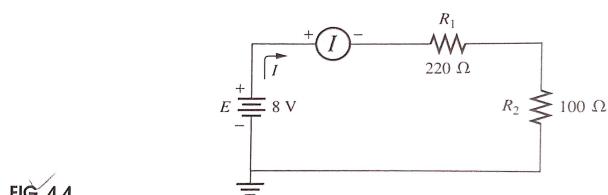


FIG. 4.4

d-3) power supply를 다시 키고 DMM을 이용하여 높은 scale에서 낮은 scale로 가면서 전류를 측정한다. Table 4.1에 기록한다.

(e)

e-1) 공급 전압의 크기와 (d) 실험에서 얻은 전류의 크기를 사용하여  $R_T = \frac{E}{I}$ 에 대입하여

총 저항의 크기를 구한다. Table 4.1에 기록한다.

e-2) (c) 실험에서 DMM으로 측정한 합성저항과 이 실험에서 얻은 총 저항의 크기의 상대오차를 계산한다.

### - Part 2

#### (a)

a-1) FIG. 4.5와 같이 회로를 구성한다.

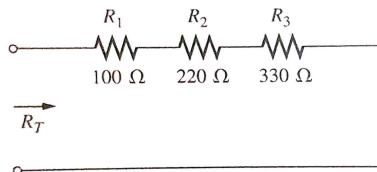


FIG. 4.5

a-2) 각 저항소자의 크기를 측정하여 기록한다.

#### (b)

b-1) (a)에서 측정한 저항의 크기를 이용하여 총 저항의 크기를 구한다. Table 4.2에 기록한다.

#### (c)

c-1) DMM을 이용하여 총 저항의 크기를 측정하고 Table 4.2에 기록한다.

c-2) 상대오차를 계산하여 Table 4.2에 기록한다.

#### (d)

d-1) Part 1의 (d) 실험에서 전압의 크기를 8V로 변경한 후 같은 방식으로 실험을 진행한다.

d-2) 측정한 전류의 크기를 Table 4.2에 기록한다.

#### (e)

e-1) 공급 전압의 크기와 (d) 실험에서 얻은 전류의 크기를 사용하여  $R_T = \frac{E}{I}$ 에 대입하여 합성저항의 크기를 구한다. Table 4.1에 기록한다.

e-2) (c) 실험에서 DMM으로 측정한 총 저항과 이 실험에서 얻은 총 저항의 크기의 상대오차를 계산한다.

-Part 3

(a)

a-1) FIG. 4.6과 같이 회로를 구성한다.

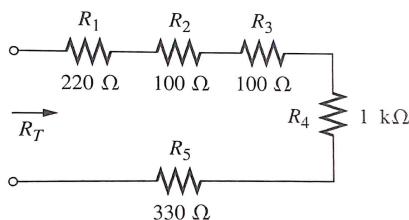


FIG. 4.6

a-2) 각각의 저항의 크기를 측정해 기록한다.

(b)

b-1) 총 저항의 크기를 계산하고 Table 4.3에 기록한다.

(c)

c-1) DMM을 이용하여 총 저항의 크기를 측정한다.

c-2) 측정값과 계산값의 상대오차를 계산하여 c-1)의 값과 함께 Table 4.3에 기록한다.

(d)

d-1) Part 1, 2에서처럼 8V를 이용하여 전류의 크기를 측정한다.

d-2)  $R_T = \frac{E}{I}$  를 이용하여 총 저항의 크기를 계산한다. Table 4.3에 기록한다.

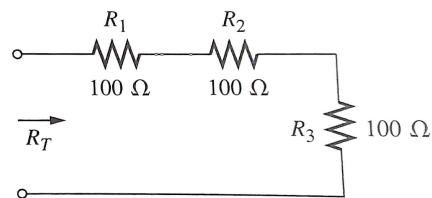
(e)

e-1) (c) 에서의 값과의 상대오차를 계산한다. Table 4.3에 기록한다.

-Part 4

(a)

a-1) FIG. 4.7과 같이 각각의 저항의 크기를 측정하고 기록한다.



**FIG. 4.7**

(b)

b-1)  $100\Omega$  기준으로  $R_T = NR$  식을 이용하여 총 저항의 크기를 계산한다.

(c)

c-1) BMM을 이용하여 총 저항의 크기를 측정한다.

c-2) 계산값과 측정값의 상대오차를 계산한다.

(d)

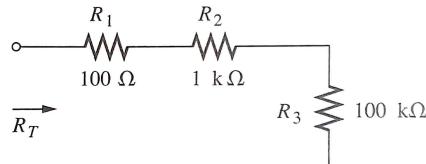
d-1) 각 저항의 측정값을 이용하여 총 저항의 크기를 계산한다.

d-2) (c)의 측정값과의 상대오차를 계산한다.

## -Part 5

(a)

a-1) FIG. 4.8과 같이 회로를 구성한다.



**FIG. 4.8**

a-2) 각 저항소자의 저항 크기를 측정하여 기록한다.

(b)

b-1) 측정값을 이용하여 총 저항의 크기를 계산한다. Table 4.5에 기록한다.

(c)

c-1) DMM을 이용하여 총 저항의 크기를 측정한다. Table 4.5에 기록한다.

(d)

d-1)  $R_1$ 을 예외로 무시하고 나머지 두 저항소자의 측정값을 이용해 총 저항의 크기를 계산 한다. ( $R_1$ 이 너무 작기 때문)

d-2)  $R_1$ 을 제거하고 DMM을 이용하여 총 저항의 크기를 측정한다.

d-3) (c)에서의 측정값과의 상대오차를 계산한다. Table 4.5에 기록한다.

(e)

e-1)  $R_1, R_2$ 을 모두 무시하고 총 저항의 크기를 계산한다.

e-2)  $R_1, R_2$ 을 제거하고 BMM을 이용하여 총 저항의 크기를 측정한다.

e-3) (c)의 값과의 상대오차를 계산한다. Table 4.5에 기록한다.

(f)

f-1) (d)와 (e)의 상대오차의 차이를 계산한다.

f-2) 상대적으로 다른 저항보다 저항의 크기가 많이 작은 저항소자는 무시해도 되는지 생각해본다.

(g)

g-1) FIG. 4.8의 회로에 10V를 이용한다.

g-2) 전류의 크기를 측정한다.

g-3) 총 저항의 크기를 계산한다. Table 4.5에 기록한다.

(h)

h-1) (g)의 값과 (b)의 값의 상대오차를 계산한다. Table 4.5에 기록한다.

## - Part 6

(a)

a-1) FIG. 4.9와 같이 회로를 구성한다.

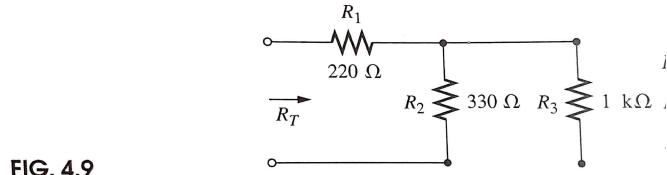


FIG. 4.9

a-3) 각 저항소자의 저항 크기를 측정하여 기록한다.

(b)

b-1) 측정한 값을 이용하여 총 저항을 계산한다. Table 4.6에 기록한다.

(c)

c-1) DMM을 이용하여 총 저항을 측정한다. Table 4.6에 기록한다.

(d)

d-1) (c)와 (b)의 상대 오차를 계산한다. Table 4.6에 기록한다.

(e)

e-1) (d)의 오차값이 매우 작다면, (b)의 계산값이 맞다.  $1 k\Omega$ 이 총 저항에 가한 영향은 무엇인지 생각한다.

### - Part 7

(a)

a-1) FIG. 4.10과 같이 회로를 구성한다.

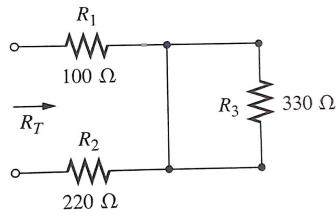


FIG. 4.10

a-2) 각 저항소자의 저항 크기를 측정하여 기록한다.

(b)

b-1) 측정값을 토대로 총 저항의 크기를 계산한다. Table 4.7에 기록한다.

(c)

c-1) BMM을 이용하여 총 저항의 크기를 측정한다. Table 4.7에 기록한다.

(d)

d-1) (c)와 (b)의 상대 오차를 계산한다. Table 4.7에 기록한다.

(e)

e-1) 오차값이 매우 작다면 (b)의 계산값은 옳다. FIG 4.10의 회로에서 직렬 연결된 저항들은 무엇이라고 결정지을 수 있는지 생각한다.

## 회로 분석

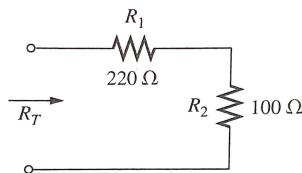


FIG. 4.3

$R_1$ 과  $R_2$ 가 직렬로 연결되어 있다. 총 저항을 계산하면  $220 + 100 = 320$  ( $\Omega$ ) 이다.

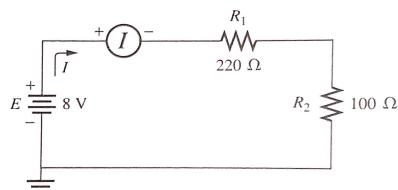


FIG. 4.4

$R_1$ 과  $R_2$ 가 직렬로 연결되어 있다. 총 저항을 계산하면  $220 + 100 = 320$  ( $\Omega$ ) 이다. DMM 이 전류를 측정할 수 있다. 저항이 직렬로 연결되어 있으므로 DMM으로 측정한 전류가 곧  $R_1$ ,  $R_1$ 에 흐르는 전류이다. 출력 전압이 8V이므로 옴의 법칙으로 전류를 계산해보면

$$I = \frac{V}{R} = \frac{8(V)}{(220 + 100)(\Omega)} = 0.025 A$$

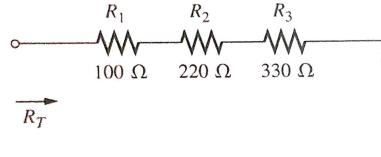


FIG. 4.5

$R_1, R_2, R_3$ 가 직렬로 연결되어 있다. 총 저항을 계산하면  $100 + 220 + 330 = 650$  ( $\Omega$ ) 이다.

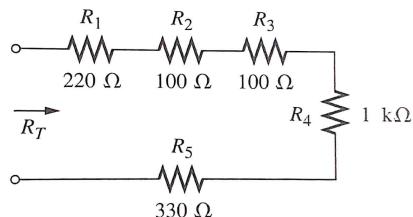
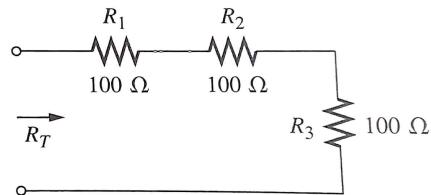


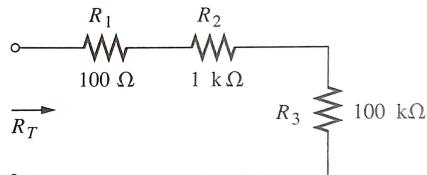
FIG. 4.6

5개의 저항소자가 직렬로 연결된 회로이다. 총 저항을 계산하면  $220 + 100 + 100 + 1000 + 330 = 1750$  ( $\Omega$ ) 이다.



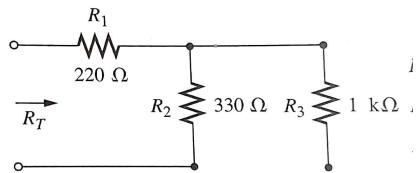
**FIG. 4.7**

$R_1, R_2, R_3$ 가 직렬로 연결되어 있다.  $R_1, R_2, R_3$ 가 모두 같은 값을 가지므로,  $R_T = R_1 \times 3 = 100 \times 3 = 300 (\Omega)$ 이다.



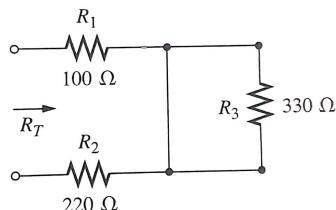
**FIG. 4.8**

$R_1, R_2, R_3$ 가 직렬로 연결되어 있다.  $R_1$ 은 상대적으로 값이 매우 작고  $R_2$  또한  $R_3$ 에 비해 저항의 크기가 100배 작다.  $R_1$ 을 제외하고 계산한 총 저항값은  $1 + 100 = 101 (k\Omega)$ 이다.



**FIG. 4.9**

$R_1$ 과  $R_2$ 가 직렬로 연결되어 있다.  $R_3$ 쪽 도선은 끊겨있으므로 전류가 흐르지 않는다. 따라서 총 저항의 크기는  $220 + 330 = 550 (\Omega)$ 이다.



**FIG. 4.10**

$R_1$ 과  $R_2$ 는 직렬로 연결되어 있고,  $R_3$ 는 빈 도선과 병렬로 연결되어 있다. 실제로 도선 자체는 저항이 있고, 그 값은  $R_3$ 의 저항의 크기에 비해 매우 작다. 병렬 연결된 저항에 걸리는 전압은 같고, 옴의 법칙에 따라  $R_3$ 에 흐르는 전류는 0에 수렴할 것이다. 즉, 전류는 빈 도선으로만 흐른다고 봐도 무방하고 따라서  $R_3$ 를 무시한 채  $R_1$ 과  $R_2$ 만 직렬로 연결된 회로라고 봐도 무방하다.

## 예상 결과

### - Part 1

계산값, BMM 측정값, 옴의 법칙으로 계산한 값이 모두 거의 일치할 것이다.

### - Part 2

계산값, BMM 측정값, 옴의 법칙으로 계산한 값이 모두 거의 일치할 것이다.

### - Part 3

단순하게 저항이 직렬로 연결된 회로이므로 계산값, BMM 측정값, 옴의 법칙으로 계산한 값이 모두 거의 일치할 것이다.

### - Part 4

특별히 영향을 주는 요소가 없으므로 계산값, BMM 측정값이 거의 일치할 것이다.

### - Part 5

$R_1$ 은  $R_3$ 에 비하여 1000배가 작고,  $R_2$ 는  $R_3$ 에 비하여 100배 작다. 특히나  $R_1$  같은 경우는 그 값이  $R_3$ 에 비하여 매우 작으므로 결과에 큰 영향을 주지 않을 것으로 예상한다.

### - Part 6

$R_3$ 는 폐회로가 아니므로 전류가 흐르지 않을 것이다. 따라서  $R_3$ 는 총 저항에 아무 영향도 주지 않을 것으로 예상한다.

### - Part 7

$R_3$ 가 빈 도선과 함께 병렬로 연결되어 있다. 이를 토대로  $R_3$ 에는 전류가 흐르지 않는다고 예상할 수 있다. 빈 도선의 저항은  $R_3$ 에 비해 굉장히 아주 작다. 두 도선에 걸리게 되는 전압은 같으므로, 옴의 법칙을 적용해보면  $R_3$ 에는 거의 전류가 흐르지 않고 빈 도선 쪽으로만 전류가 흐를 것이라고 예상할 수 있다.

## 4. 참고문헌

- i) INTRODUCTORY CIRCUIT ANALYSIS / 12판 / Robert L. Boylestad, Gabriel Kousourou / 2015 / Pearson / 46-56p
- ii) 대학물리학 2 / 9판 / Raymond A. Serway, Joh W. Jewett / 2018 / 대학물리학교재편찬위원회 역/ 북스힐 / 677~678p, 698~699p, 688p

## 5. 회로 결손도

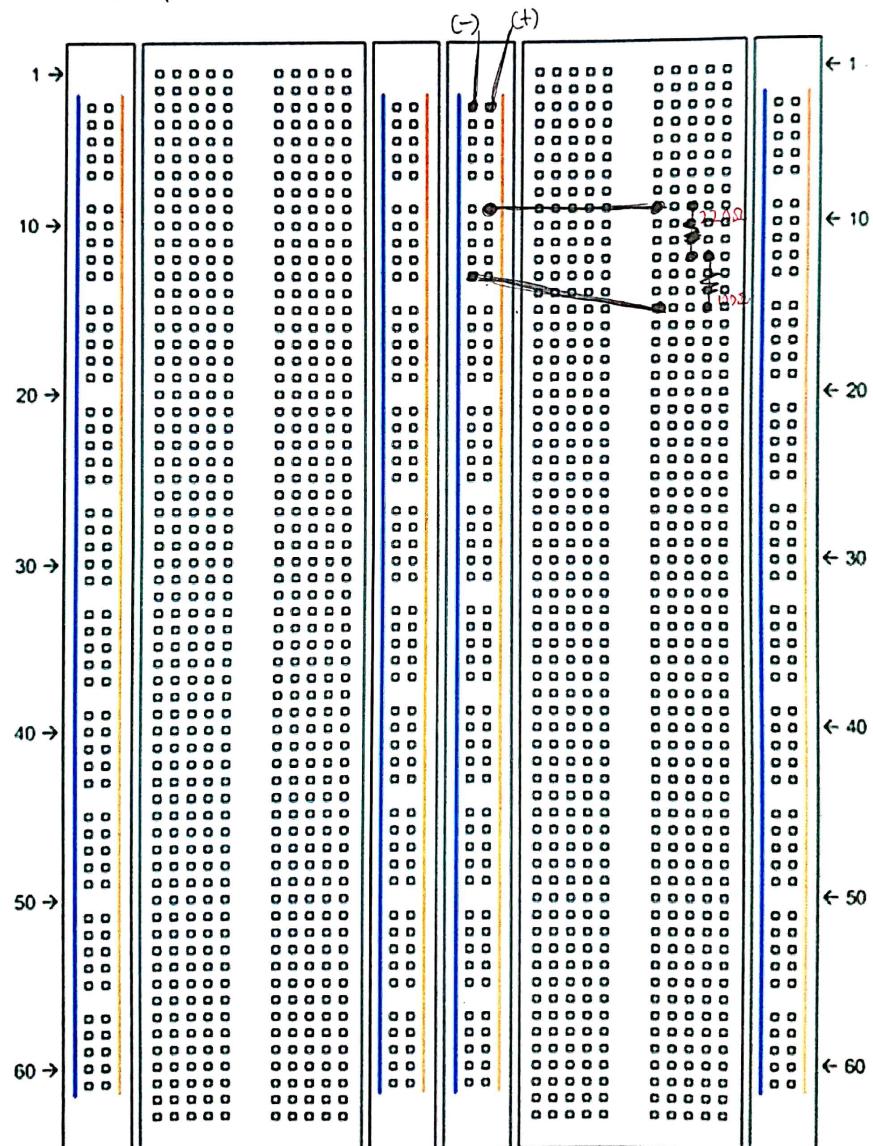


아주대학교  
AJOU UNIVERSITY

전자공학과  
2020/02/25 안준영

CH4.  
Part 1.

2020-03-09



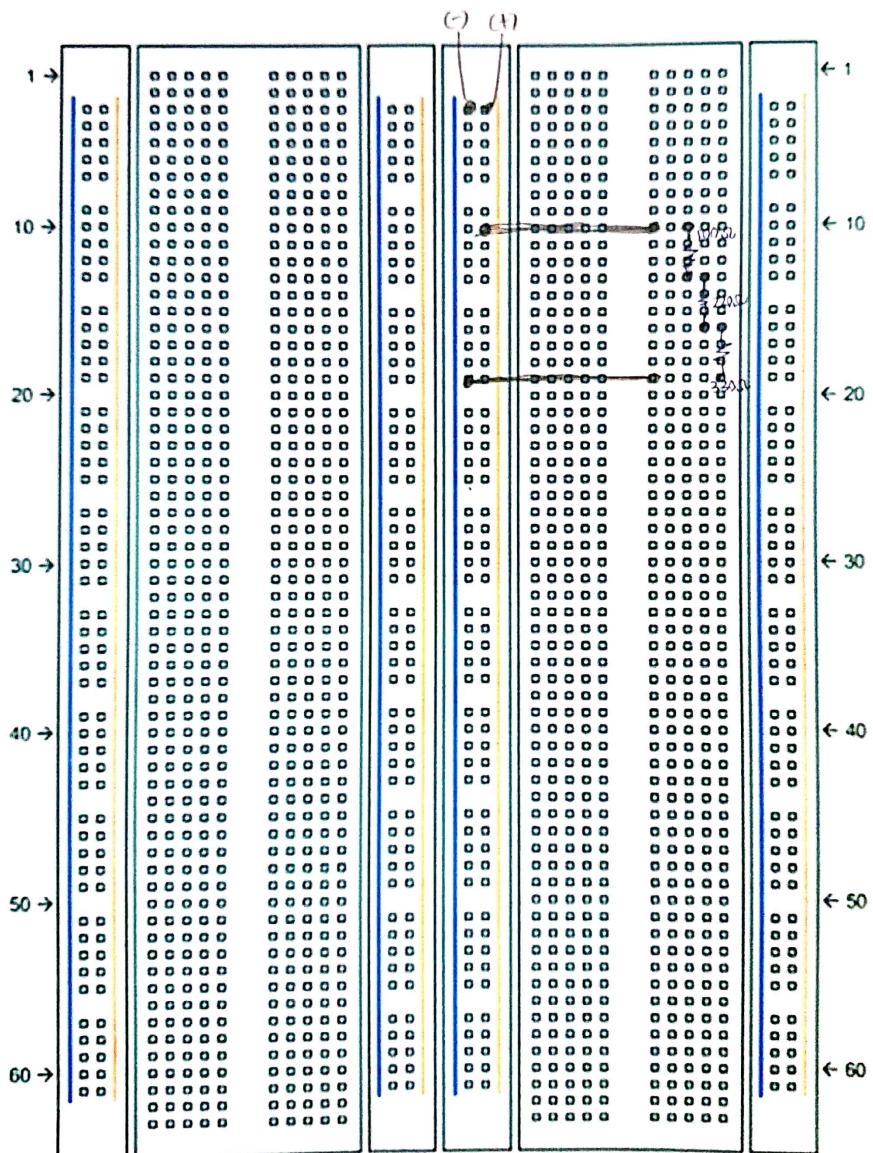


아주대학교  
AJOU UNIVERSITY

장기공학과 202021025 안준영

Part 2.

2021-03-09



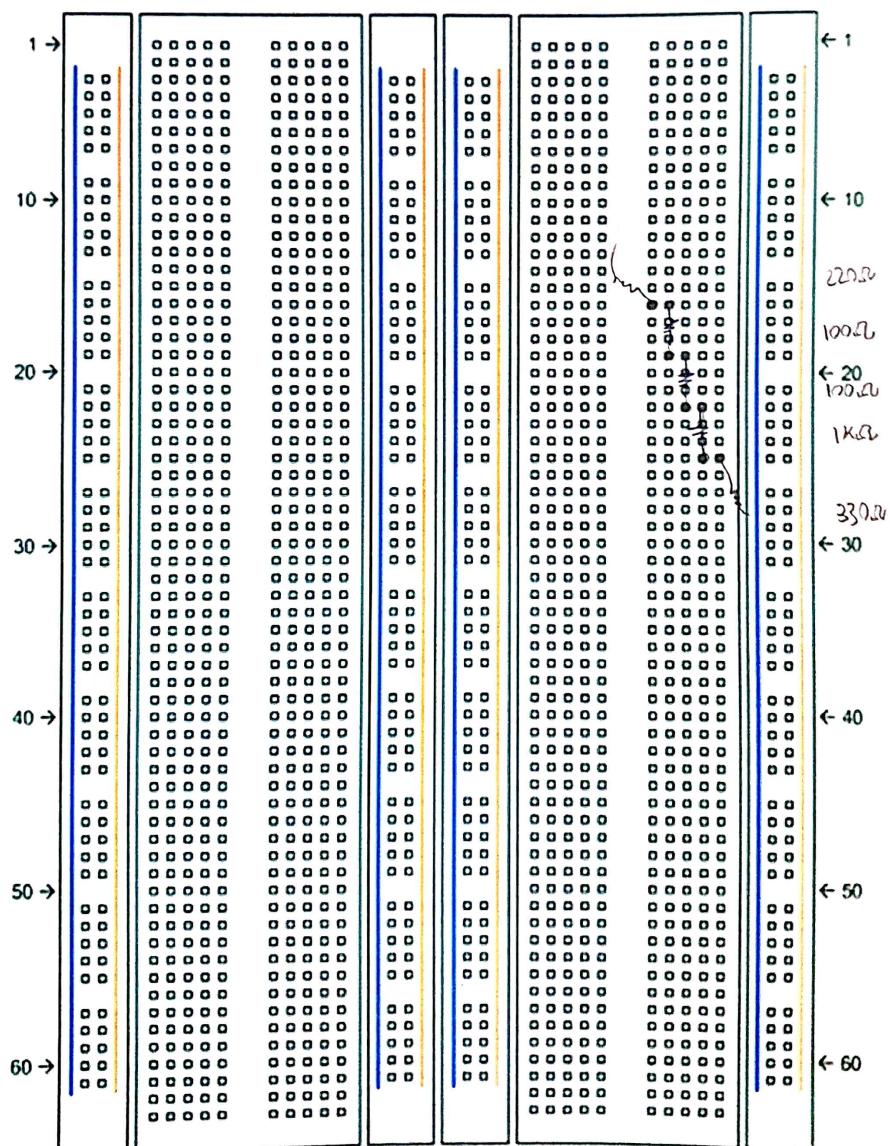


아주대학교  
AJOU UNIVERSITY

전기공학과 2020학년 25주차

Part 3

2021-03-09





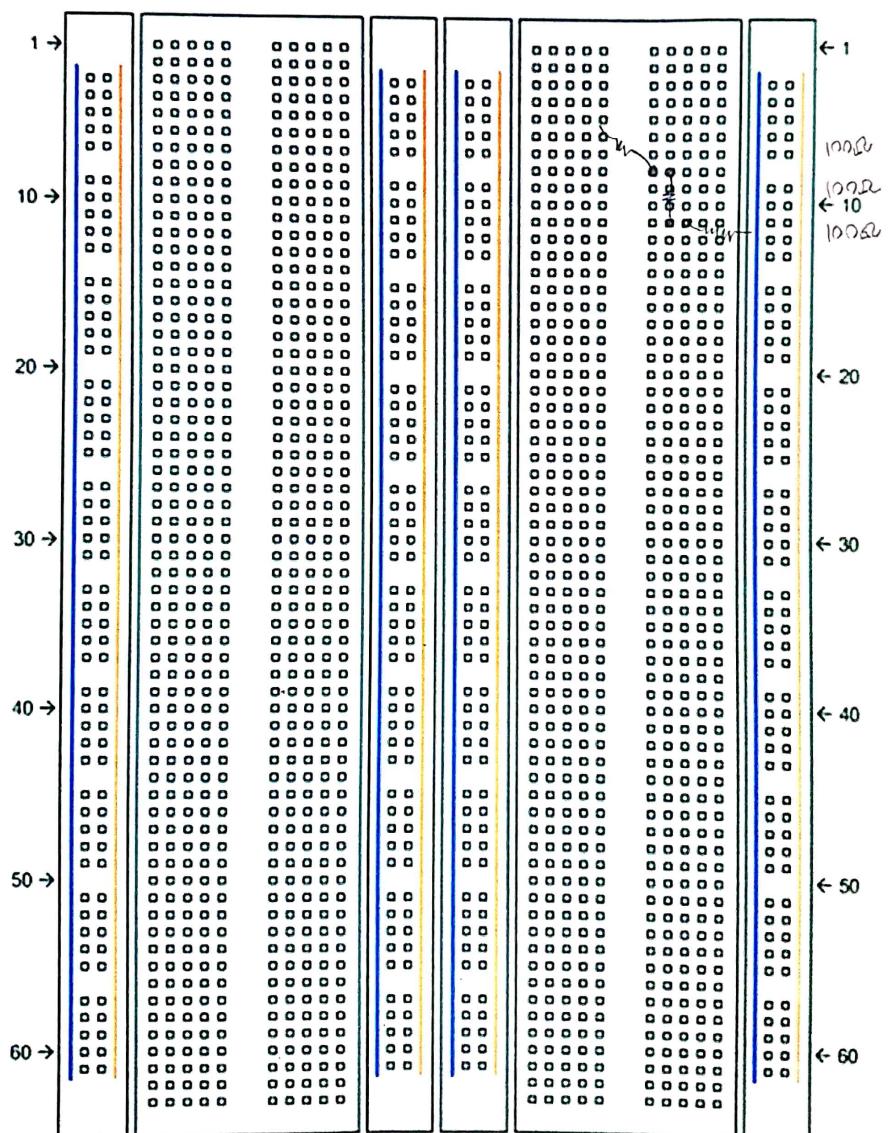
아주대학교  
AJOU UNIVERSITY

제작공학과 20201025 안준영

Part 4



2021-03-09





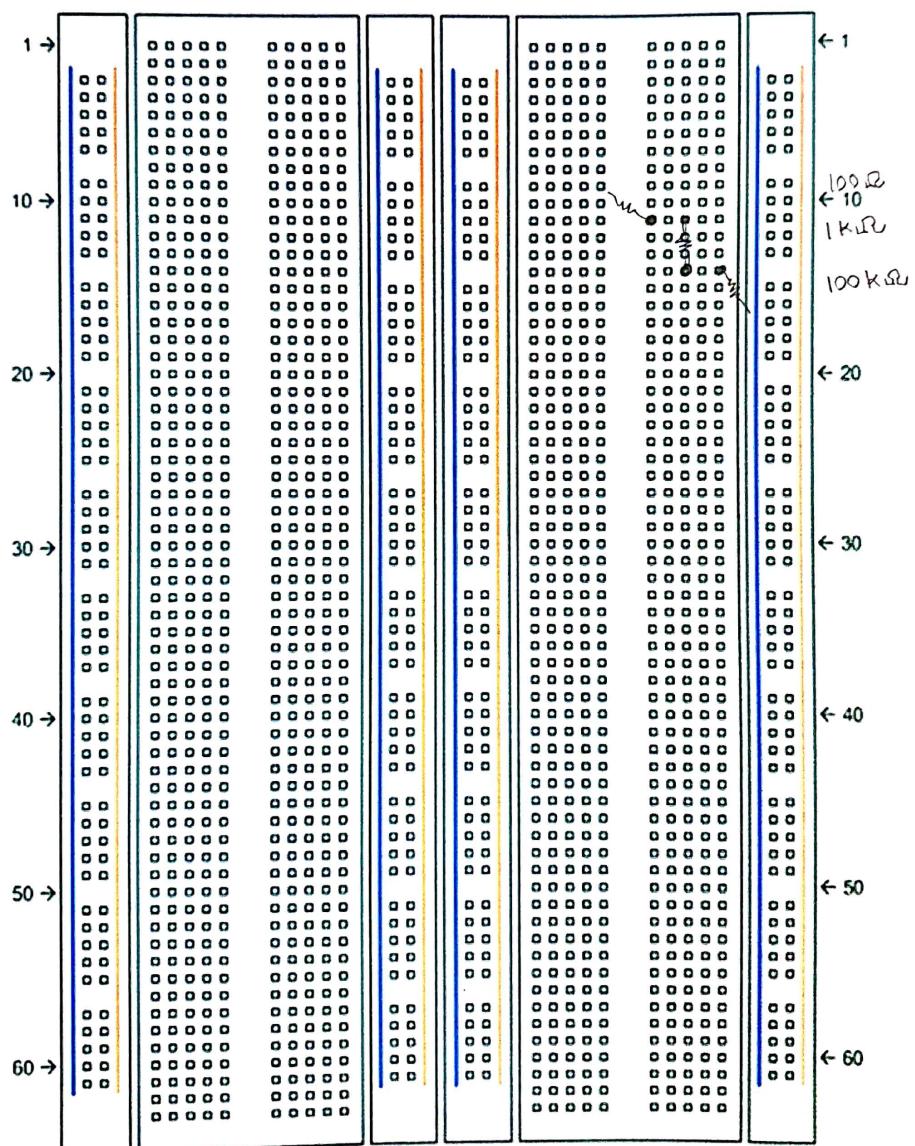
아주대학교  
AJOU UNIVERSITY

전자공학과 20202025 안준경

Part 5.



2021-03-09



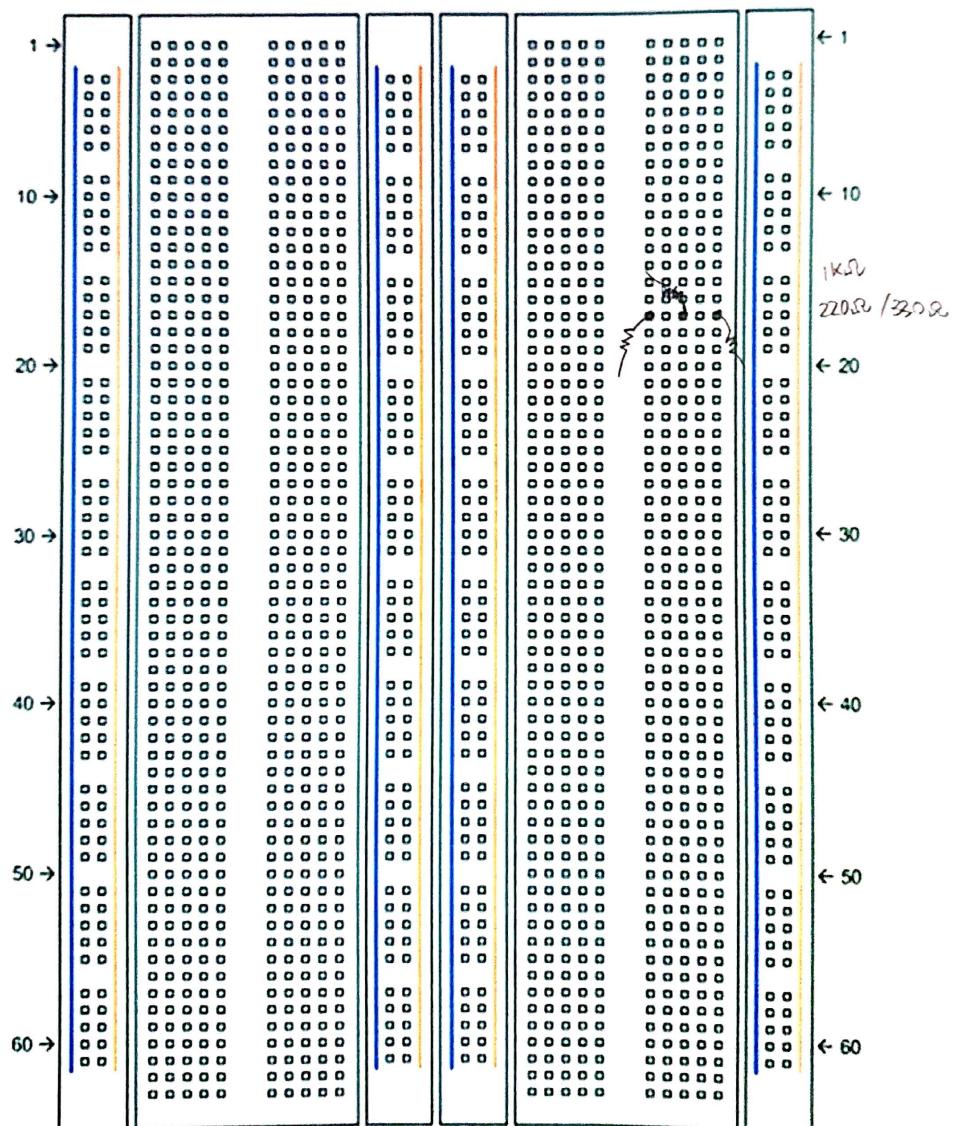


아주대학교  
AJOU UNIVERSITY

전자공학과 20201025 안준영

Part 6

2021-03-09

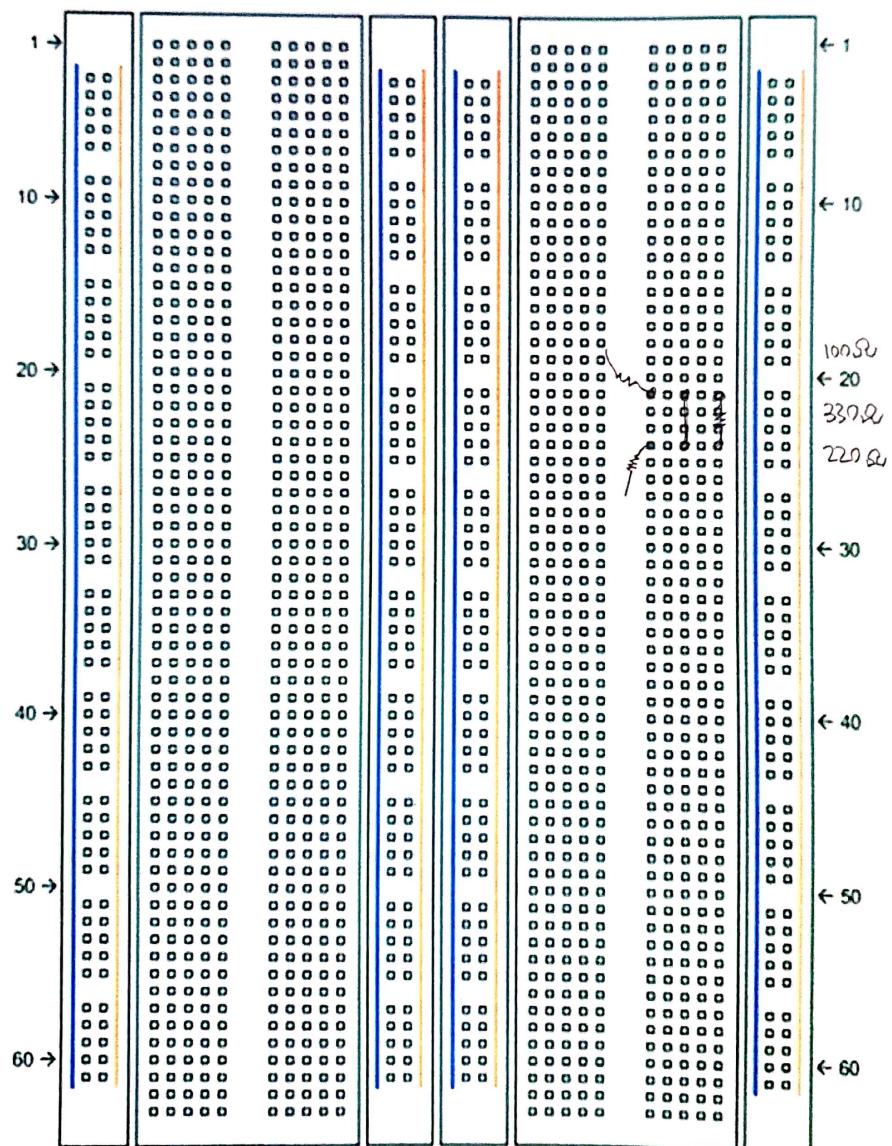




아주대학교  
AJOU UNIVERSITY

전자공학과 20202025 안준영

Part 7.  
2021-03-09



## Ch 5. Series dc Circuits

### 1. 실험이론

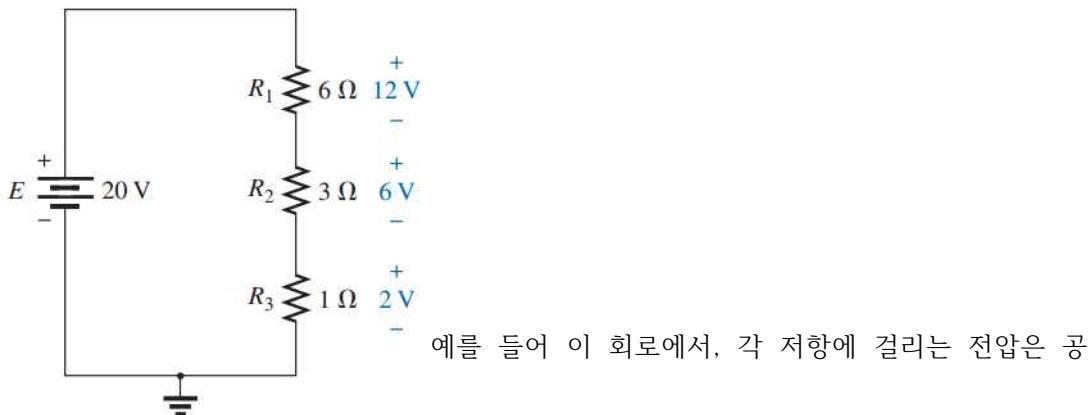
(1) 옴의 법칙  
전압과 전류 그리고 저항간 관계를 나타내는 법칙이다. 다음과 같은 식을 이용하여 표현한다.  $R = \frac{V}{I}$ . 옴의 법칙은 또한, 저항이 일정한 경우에 전압과 전류가 비례함을 나타낸다. 마찬가지로 전압이 일정하다면 저항과 전류는 반비례하고, 전류가 일정하다면 전압과 저항이 비례한다는 것을 나타낸다. 이는 전압, 전류 그리고 저항 중, 2가지의 값이 있으면 나머지 하나의 값을 구할 수 있음 또한 나타낸다.

(2) 키르히호프 법칙

키르히호프 법칙은 전류 법칙(KCL)과 전압 법칙(KVL)이 있다. 회로는 이 두 법칙을 항상 만족하여야만 한다. KCL은 회로의 마디에서 전류의 합이 0이 된다는 것을 나타내는 법칙이다. 이때, 마디로 들어오는 전류를 양의 값으로 정하고 마디를 나가는 전류를 음의 값으로 정한다. KVL은 닫힌 회로속에서 전압의 합이 0이 되어야한다는 것을 나타낸다.

(3) The voltage divider rule (VDR)

직렬 저항 회로에서, 공급전압이 각 저항의 비에 맞게 나누어진다는 법칙이다.



급 전압을 저항의 비인 6:3:1에 맞게 12, 6, 2 V로 나누어 각 저항에 할당한다는 것이다. 즉, 각 저항에 걸리는 전압비는 저항비와 같게된다. 이것을 식으로 나타내면  $V_x = R_x \frac{E}{R_T}$  ( $R_T$ 는 총 저항)이다.

### 2. 실험 부품

- (1) 저항 소자 ( $100\Omega, 220\Omega, 330\Omega, 470\Omega, 680\Omega, 1k\Omega, 1M\Omega$ )
- (2) DMM
- (3) dc power supply

### 3. 실험 과정 및 예상 결과

#### 실험 과정

##### - Part 1

(a)

- a-1) 각 저항의 저항값을 측정하고 기록한다.
- a-2) Fig. 5.2와 같이 회로를 구성한다.

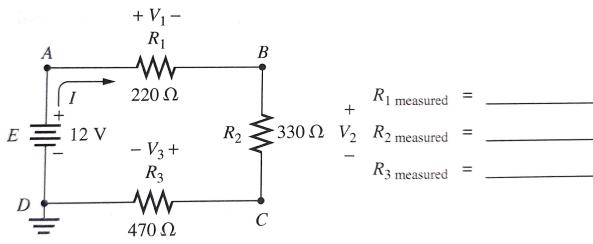


FIG. 5.2

a-3) Supply와 각 저항의 전압을 DMM을 이용하여 측정하고 Table 5.1에 기록한다.

(b)

b-1) 측정 전압값에 옴의 법칙을 적용하여 mA 단위로 계산하고 Table 5.1에 기록한다.

(c)

c-1) 멀티밀터를 Fig. 5.3과 같이 연결하고 A, B, C, D 지점에서 전류를 측정한다.  
(red[+], black[-])

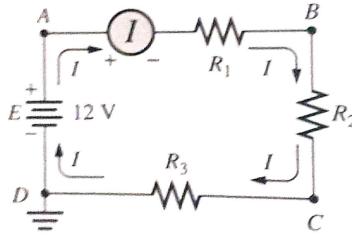


FIG. 5.3

(d)

d-1) 측정한 저항값으로 총 저항과 전류(mA)를 계산하고 Table 5.3에 기록한다.

(e)

e-1)  $R_T = \frac{E}{I}$  를 이용하여 총 저항을 계산하고 Table 5.3에 기록한다.

(f)

f-1) 파워 서플라이의 전원을 끊고 연결을 해제하고 DMM을 이용하여 총 저항을 측정한다.  
Table 5.3에 측정한다.

- Part 2

(a)

a-1) Fig. 5.4와 같이 회로를 구성한다.

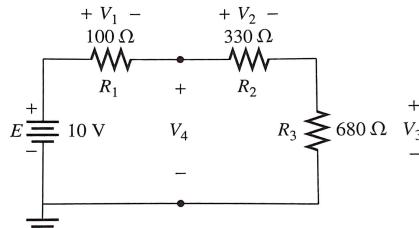


FIG. 5.4

a-2)  $V_1$ ,  $V_2$ 의 크기를 예측해보고  $V_1$ ,  $V_2$ 를 측정한다. Table 5.4에 기록한다.

(b)

**b-1)**  $V_3$ 의 크기를 예측해보고  $V_3$ 를 측정한다. Table 5.4에 기록한다.

**(c)**

**c-1)** The voltage divider rule을 이용하여  $V_3$ 를 계산한다. Table 5.4에 기록한다.

**(d)**

**d-1)**  $\% \text{Difference} = \left| \frac{V_{\text{calc}} - V_{\text{meas}}}{V_{\text{calc}}} \right| \times 100\%$  를 이용하여 계산값(2-c)과 측정값(2-b)의 상대 오차를 계산하여 Table 5.4에 기록한다.

**(e)**

**e-1)** 측정 저항값과 The voltage divider rule을 이용하여  $V_4(R_2, R_3$ 전압)를 계산한다. Table 5.4에 기록한다.

**(f)**

**f-1)**  $V_4$ 를 측정하고  $\% \text{Difference} = \left| \frac{V_{\text{calc}} - V_{\text{meas}}}{V_{\text{calc}}} \right| \times 100\%$  를 이용하여 계산하고 Table 5.4에 기록한다.

**(g)**

**g-1)** Fig 5.5와 같이 회로를 구성한다.

**(g)** Construct the network of Fig. 5.5.

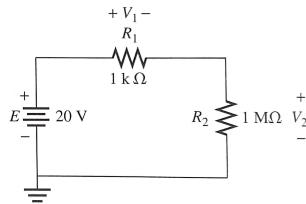


FIG. 5.5

**(h)**

**h-1)**  $R_1, R_2$ 의 상대적인 크기에 대해서, 공급전압이 직렬 저항 요소로 어떻게 나누어질지 예상한다.  $V_1, V_2$ 의 크기가 공급전압에 비해서 어떨지 예상한다.

**(i)**

**i-1)**  $V_2(mV), V_3(V)$ 를 측정하고 Part3-e의 결론이 맞는지 확인한다.

- Part 3

**(a)**

**a-1)** Fig. 5.6과 같이 회로를 구성하고 저항값을 측정하여 기록한다.

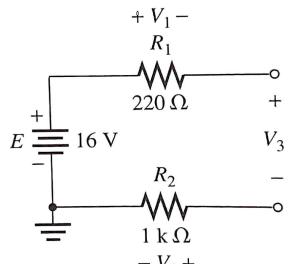


FIG. 5.6

(b)

b-1)  $V_1$ ,  $V_2$  그리고  $V_3$ 를 계산하고 Table 5.5에 기록한다.

(c)

c-1) DMM을 이용하여  $V_1$ ,  $V_2$  그리고  $V_3$ 를 측정하고 Table 5.5에 기록한다.  
 c-2) Part3-b에서의 결론값과 비교한다.

### 회로 분석

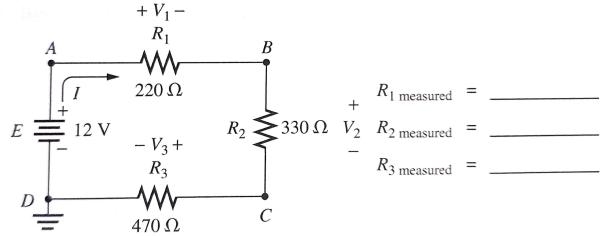


FIG. 5.2

220옴과 330옴, 그리고 470옴이 직렬로 연결되어있고, 12V가 공급되고 있다. 저항이 직렬 연결이므로 총 저항은  $220 + 330 + 470 = 1020$ 옴이다. 옴의 법칙에 의해서 각 저항에 흐르는 전류는 0.0118 A이다.  $-12 + 220 \times 0.0118 + 330 \times 0.0118 + 470 \times 0.0118 = 0.036$ 으로, 유효수자를 고려해보면 0이므로 KVL을 만족하는것을 알 수 있다.

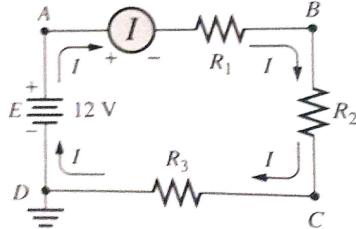


FIG. 5.3

Fig. 5.2에 전류계를 연결한 회로이다. 전류계는 직렬로 연결해야한다.

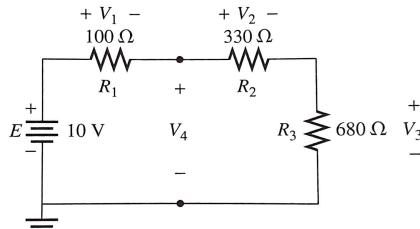


FIG. 5.4

저항이 직렬로 연결되어 있으므로 총 저항은  $100 + 330 + 680 = 1110$ 옴( $=R_T$ )이다. 공급 전압이 10V이므로 각 저항에 흐른 전류는 9.01mA이다.

VDR을 적용해보면,  $V_1 = R_1 \frac{E}{R_T} = 100 \frac{10}{1110} = 0.901$  V이다.  $V_1$ 과  $V_2$ 도 같은 방식으로 구할 수 있다.

(g) Construct the network of Fig. 5.5.

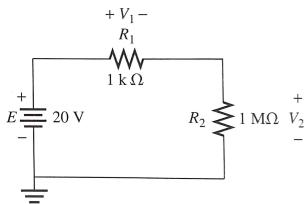


FIG. 5.5

20V가 공급되고 있으며  $1\text{ k}\Omega$ 과  $1\text{ M}\Omega$ 이 직렬로 연결되어 있다. 따라서 총 저항은  $1000 + 1000000 = 1001000\Omega$ 이다. VDR에 의해,  $R_1$ 에 걸리는 전압은  $V_1 = 1000 \frac{20}{1001000} = 0.02\text{ A}$ 이다.  $R_2$ 에 걸리는 전압은  $V_2 = 1000000 \frac{20}{1001000} = 20.0\text{ A}$ 이다.

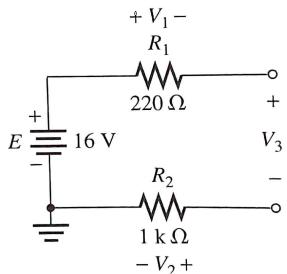


FIG. 5.6

$220\Omega$ 과  $1000\Omega$ 이 연결되어 있고 16V가 공급되는 중이다. 폐회로가 아니므로 두 저항에 걸리는 전압은 0이 됨이며,  $V_3$ 는 곧 공급전압인 16V가 될 것이다.

### 예상 결과

#### - Part 1

DMM으로 측정한 전압값으로 KVL을 적용하여도 성립할 것이다. 직렬 연결된 저항들이므로 전류값은 동일할 것이다. 측정한 저항값들로 계산한 총 저항값과  $R_T = \frac{E}{I}$ 로 계산한 값이 동일할 것이다.

#### - Part 2

$R_1, R_2$ , 그리고  $R_3$ 에 걸리는 전압값들은 VDR에 따라서 저항비인 10:33:68을 만족할 것이다. Fig. 5.5의 회로에서는  $R_2$ 가  $R_1$ 에 비해서 1000배나 크므로  $R_1$ 에는 거의 전압이 걸리지 않고  $R_2$ 에 대부분의 전압이 걸릴 것이다.

#### - Part 3

DMM으로 측정한  $V_3$ 랑 계산한  $V_3$ 가 동일할 것이다.

### 4. 참고문헌

INTRODUCTORY CIRCUIT ANALYSIS / 12판 / Robert L. Boylestad, Gabriel Kousourou / 2015 / Pearson / 60~67p

Electric Circuit / 10판 / J.W.NILSSON / 2014 / Prentice / 59~61p

Introductory Circuit Analysis / 11판 / Robert L. Boylestad / 2006 / Pearson Prentice Hall / 147~149p

electric circuit 59~61

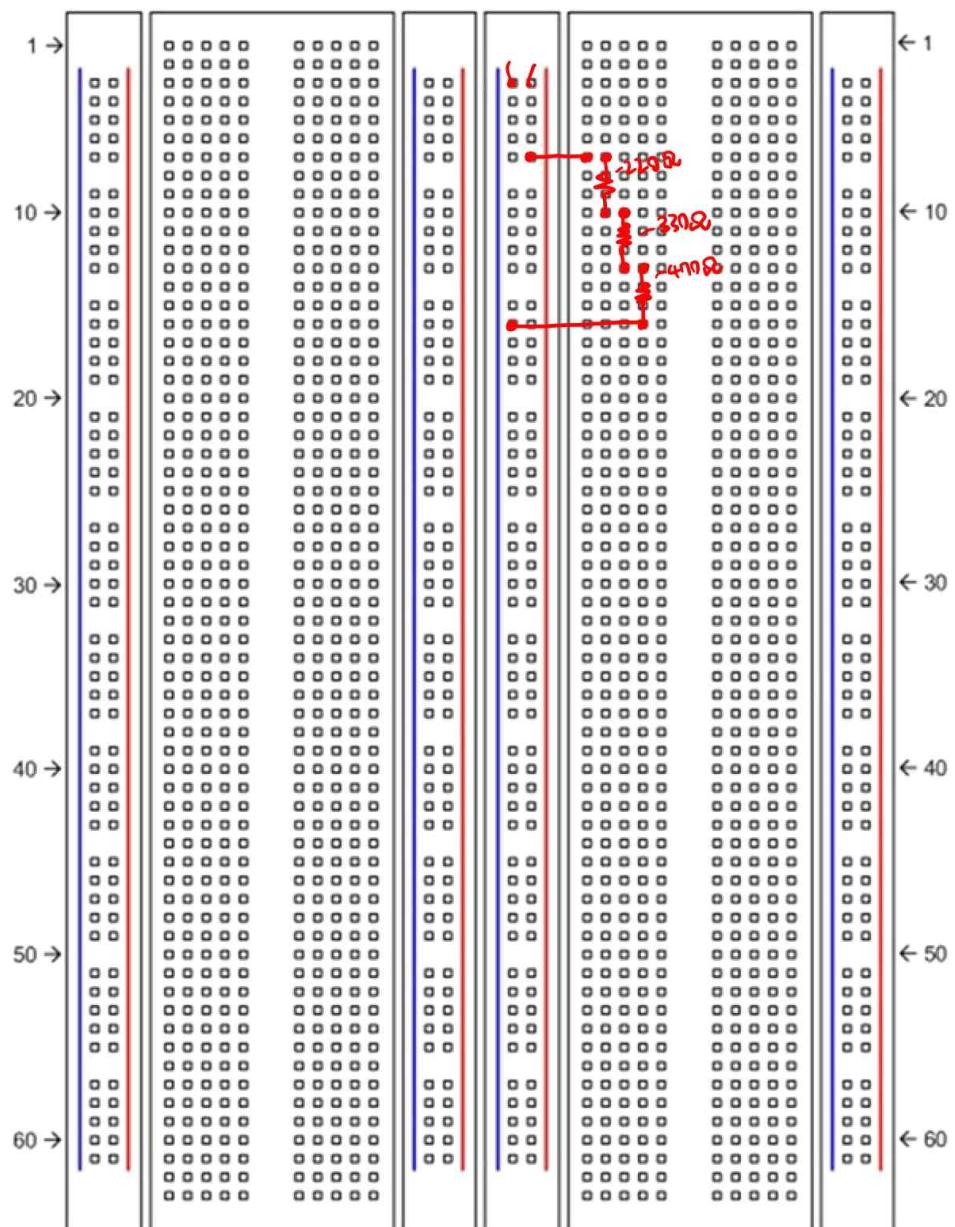
5. 회로 결선도



아주대학교  
AJOU UNIVERSITY

전자공학과 20201025 안준영  
2021-03-12

Part 1

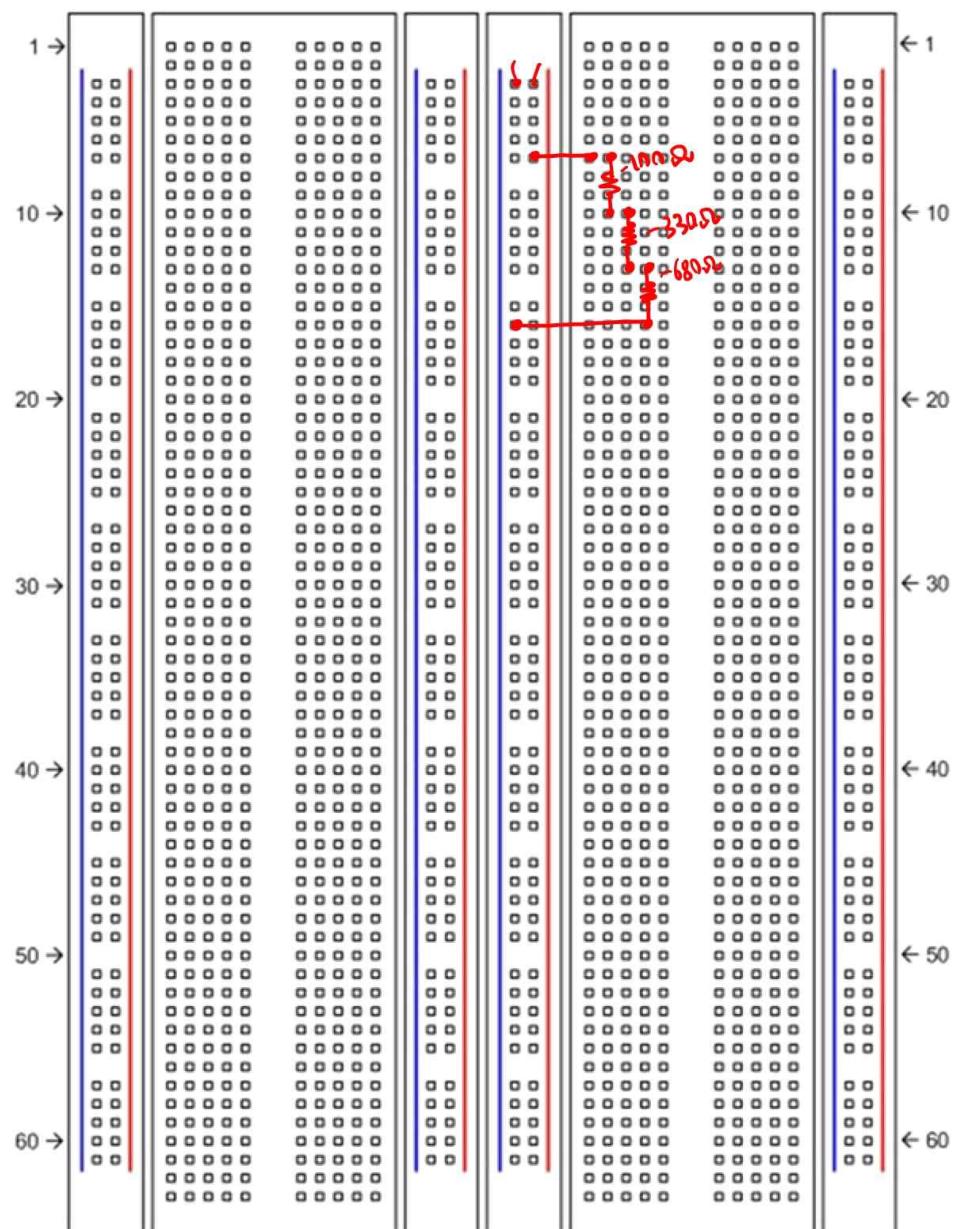




아주대학교  
AJOU UNIVERSITY

전자공학과 202021025 안준영  
2021-03-12

## Part 2





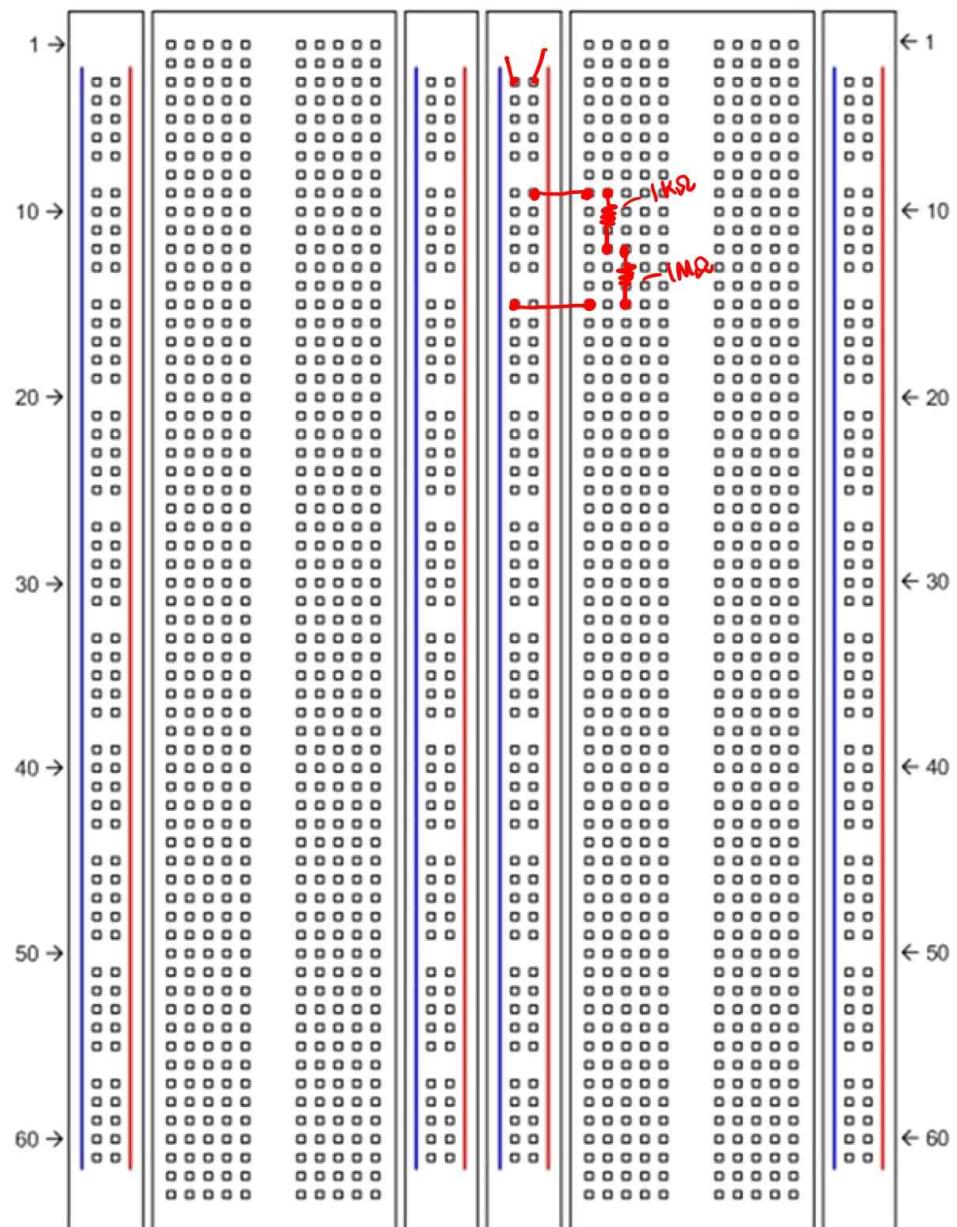
아주대학교  
AJOU UNIVERSITY

전자공학과 202021025 안준영  
2021-03-12



Part 2

(g)





아주대학교  
AJOU UNIVERSITY

전자공학과 202021025 안준영  
2021-03-12

Part 3

