

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.

<실험6, 7, 9. 결과 보고서>

학 부: 전자공학과

제출일: 2020.03.22

과목명: 기초전기실험

교수명: 구형일 교수님

분 반: 7

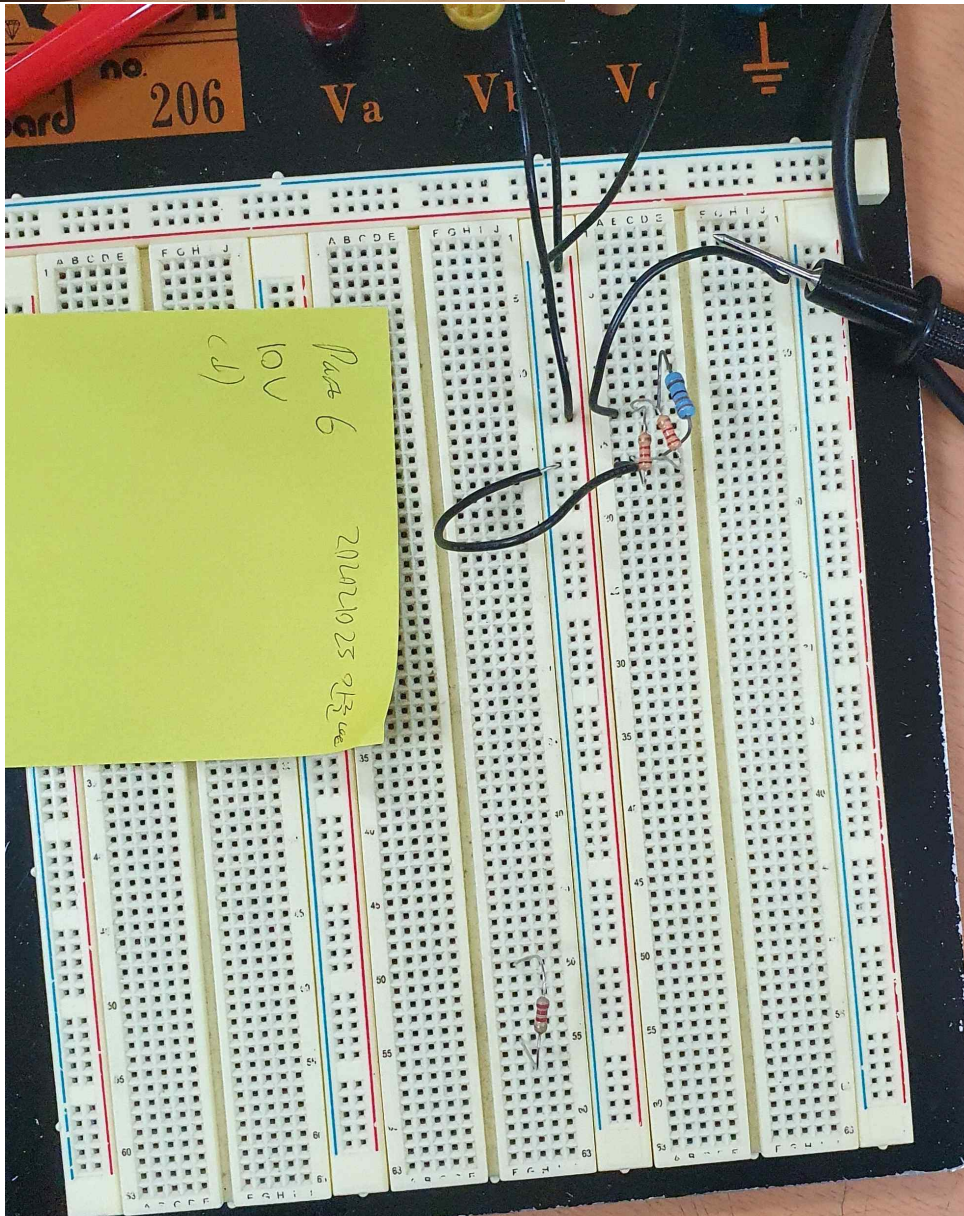
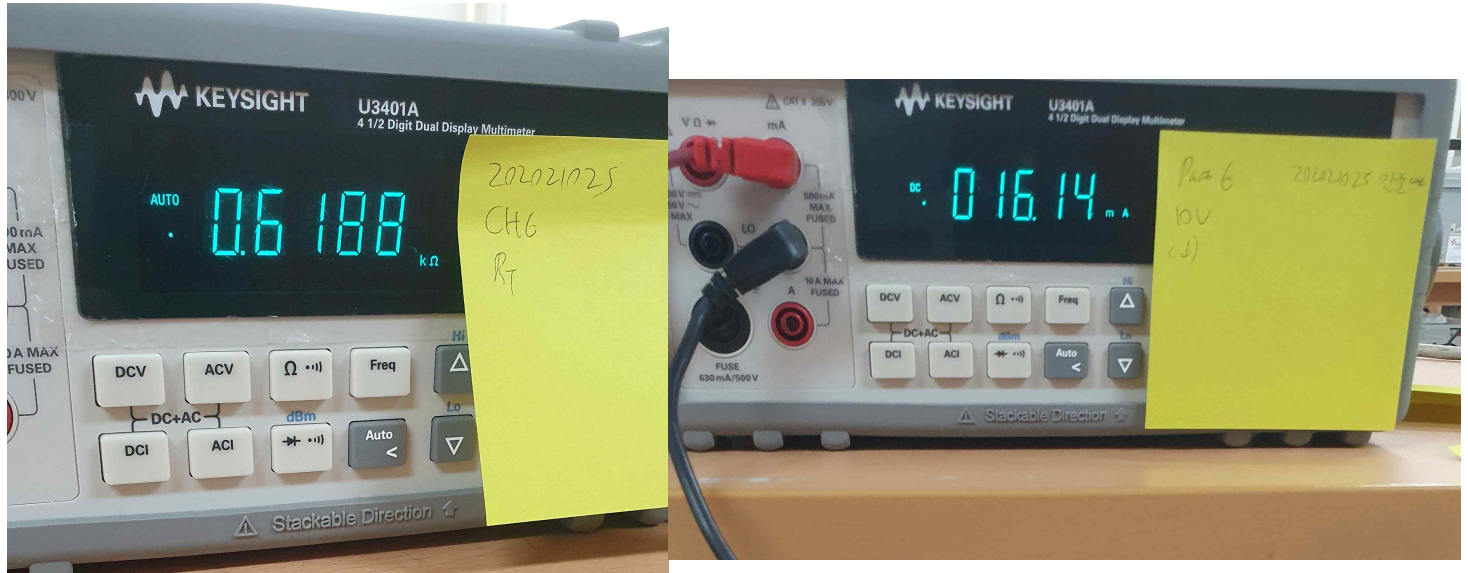
학 번: 201520182, 202021025

성 명: 김성일, 안준영

Ch. 6 Parallel Resistance

- Part 2

1. 결과사진



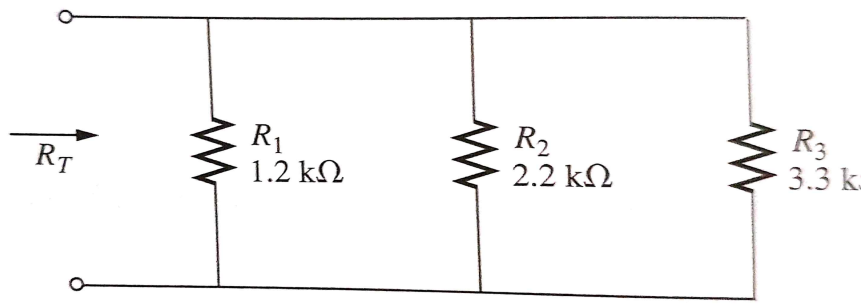


FIG. 6.5

2. 결과분석

$$R_{1\text{measured}} = 1.1783\text{ k}\Omega, R_{2\text{measured}} = 2.1595\text{ k}\Omega, R_{3\text{measured}} = 3.2725\text{ k}\Omega$$

$R_T(\text{calculated})$	$R_T(\text{ohmmeter})$	% Difference	I	$R_T(\text{Ohm's law})$
618.3 Ω	618.8 Ω	0.0809%	16.14 mA	619.58 Ω

3개의 저항(1.2k Ω , 2.2k Ω , 3.3k Ω)을 병렬로 연결하여, DMM을 사용하여 총 저항 $R_T(\text{ohmmeter})$ 를 측정하였다. 측정값은 618.8 Ω 으로, 측정저항값을 이용한 계산값인 $R_T(\text{calculated}) = \frac{1}{\frac{1}{1.1783} + \frac{1}{2.1595} + \frac{1}{3.2725}} = 0.6183\text{ k}\Omega$ 과의 상대오차는

0.0809%이다. 또한, DMM으로 측정한 총 전류값은 16.14 mA이다. 이 측정 전류값을 옴의 법칙에 적용하여 계산한 $R_T(\text{Ohm's law})$ 는 $\frac{10\text{ V}}{16.14 \times 10^{-3}} = 619.58\Omega$ 이다. 이 값과 $R_T(\text{ohmmeter})$ 와의 상대오차는 0.126%이다. 즉, 이 회로의 총 저항을 의미하는 3가지의 값($R_T(\text{calculated})$, $R_T(\text{ohmmeter})$, $R_T(\text{Ohm's law})$)이 같다고 볼 수 있다. 따라서 병렬로 연결된 저항들의 합성저항에 관하여 $\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_N}$ 과 $R_T = \frac{E}{I}$ 의 두 식이 성립함을 실험으로 확인할 수 있다.

총 저항을 나타내는 3가지의 값 628.57 Ω , 618.8 Ω , 619.58 Ω 이 회로를 구성하는 저항 중 가장 작은 값인 1.2k Ω 보다 작다는 것에서, 병렬로 연결된 저항들의 합성저항은 항상 저항 중 가장 작은 값보다 작다는 것을 실험으로 확인할 수 있었다. 추가로, $\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_N}$ 이 성립한다는 것을 실험으로 확인하였으므로, 3.3k Ω 저항을 연결하지 않는다면 총 저항은 더욱 커진다는 것을 알 수 있다. 따라서 병렬로 저항을 많이 연결하면 할수록, 합성저항의 크기가 작아진다는 것을 확인할 수 있다.

3. 이론과 결과 사이의 오차 비교 및 분석

우선, 계산값인 618.3 Ω 과 DMM 측정값인 618.8 Ω 과의 상대오차는 $0.0809\% (= \frac{|618.3 - 618.8|}{618.3} \times 100\%)$ 로 계산되었다. 오차가 발생한 원인은, 저항간 간섭 및 브레드보드와의 접촉 불량, 그리고 DMM의 내부저항과 도선의 저항에 있다고 생각한다. 그러나 상대오차값이 매우 작으므로, $\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_N}$ 이 성립한다고 볼 수 있다. 약간 발생한 상대오차는 추가 도선을 사용하여 브레드보드와 저항을 연결해준다면 그 값을 더욱 줄일 수 있을 것이라고 생각한다.

다음으로, DMM으로 총 전류를 측정하고 옴의 법칙을 이용하여 얻은 총 저항값인 $R_T(\text{Ohm's law})$ 과 $R_T(\text{ohmmeter})$ 와의 상대오차값은 0.126%로 계산되었다. 오차가 아주 약간 발생하였는데, 그 원인은 위에서와 마찬가지로, DMM의 내부저항과 도선저항, 그리고 저항간의 간섭으로 인한 것이라고 생각한다. 위에서와 같은 방법으로 오차를 더 줄일 수 있을 것으로 예상된다. 상대오차값이 매우 작으므로, $R_T = \frac{E}{I}$ 이 성립한다고 보아도 된다.

4. 고찰

병렬로 연결된 저항들의 합성 저항에 관한 실험이었다. 실험 결과, 오차가 굉장히 작게 발생하여서 $\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_N}$, $R_T = \frac{E}{I}$ 이 성립함을 실험으로 확인할 수 있었다.

5. 연습문제

6. 참고문헌

INTRODUCTORY CIRCUIT ANALYSIS / 12판 / Robert L. Boylestad, Gabriel Kousourou / 2015 / Pearson / 73~74p

- Part 2

1. 결과사진

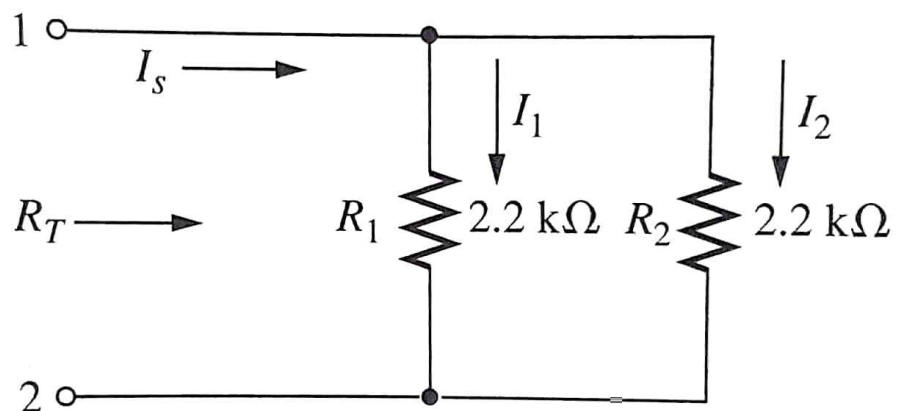
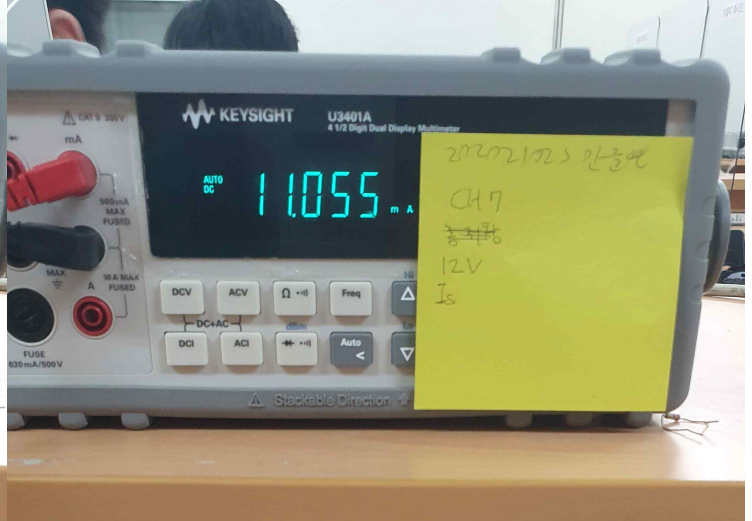
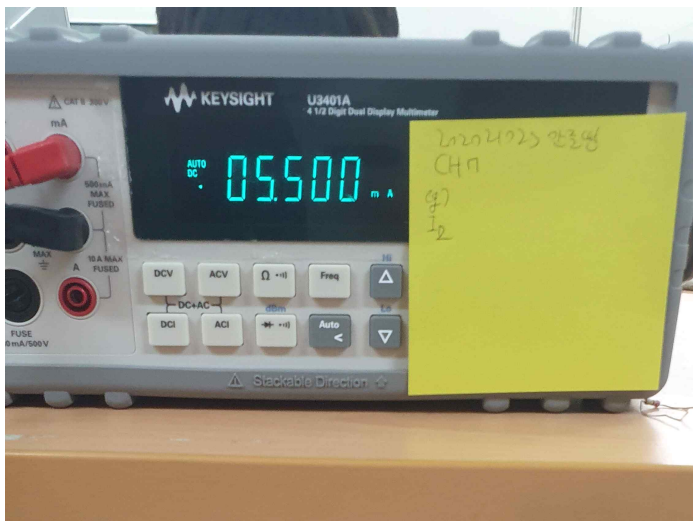
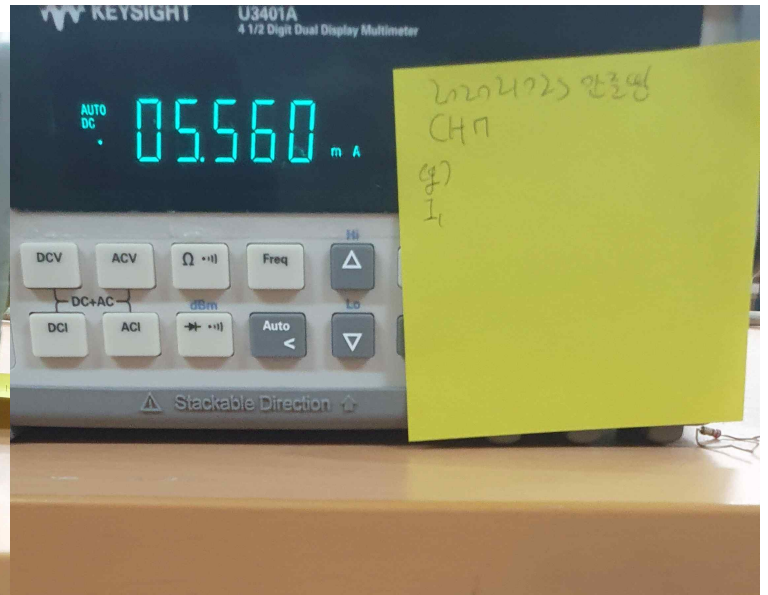
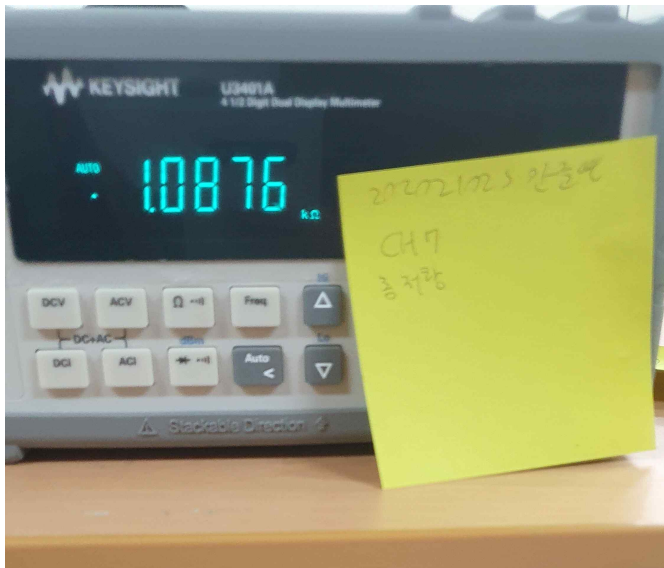


FIG. 7.5

2. 결과 분석

$R_{1\text{measured}} = 2.1595\text{ k}\Omega, \quad R_{2\text{measured}} = 2.1861\text{ k}\Omega$

$R_T(\text{nominal})$	$R_T(\text{ohmmeter})$	$R_T(\text{calculated})$	% Difference
1.1 kΩ	1.0876 kΩ	1.0863 kΩ	1.26%

회로의 두 저항의 값이 2.2 kΩ로 동일하다고 가정하고, $\frac{1}{\frac{1}{2.2} + \frac{1}{2.2}} = \frac{2.2 \times 2.2}{2 \times 2.2}$ 로 계산한 등가저항 $R_T(\text{nominal})$ 는 1.1 kΩ이다. DMM을 이용하여 측정한 총 저항 $R_T(\text{ohmmeter})$ 는 1.0876 kΩ이다. 측정한 저항의 값을 이용하여 계산한 총 저항 $R_T(\text{calculated})$ 는 $\frac{2.1595 \times 2.1861}{2.1595 + 2.1861}$ 으로 1.0863 kΩ이다. $R_T(\text{nominal})$ 과 $R_T(\text{calculated})$ 과의 상대오차는 $|\frac{1.0863 - 1.1}{1.0863}| \times 100\%$ 로 계산하여 1.26%이다. 상대오차 값이 유의미하게 크지 않으므로, 두 저항의 값이 2.2 kΩ으로 동일하다고 가정하고 합성저항을 구하여도 문제가 없다고 판단할 수 있다. 또한, 측정한 저항 값으로 계산한 총 저항 $R_T(\text{calculated})$ 와 DMM 측정값 $R_T(\text{ohmmeter})$ 과의 상대오차는 0.120%이다. 두 값에 차이가 거의 없으므로, 두 저항의 값이 동일하다고 가정하여도 문제가 없다는 것을 뒷받침한다.

$I_1(\text{measured})$	$I_2(\text{measured})$	$I_s(\text{calculated})$	$I_s(\text{measured})$
5.560 mA	5.5 mA	11.06 mA	11.055 mA

다음으로, 12V를 가하고 측정한 I_1 은 5.56 mA이고, I_2 은 5.5mA이다. CDR을 이용하여 계산한 I_1 은 $\frac{2.1861}{2.1595 + 2.1861} \times 11.055 = 5.56\text{ mA}$ 이고, I_2 는 $\frac{2.1595}{2.1595 + 2.1861} \times 11.055 = 5.49\text{ mA}$ 이다. DMM으로 측정한 값과 CDR에 따라서 계산한 계산값이, I_1 은 일치하고, I_2 는 0.01 mA에 불과한 절대오차를 가지는 것으로 보아, CDR에 따라서 두 전류 값들이 측정되었다는 것을 알 수 있었다. 또한 KCL을 이용하여 계산한 I_s 는 $I_s = I_1 + I_2 = 5.560 + 5.5 = 11.06\text{ mA}$ 이었다. DMM으로 측정한 I_s 는 11.055 mA인데, 두 값의 상대오차는 0.0452%에 불과하다. 따라서 KCL이 성립함을 확인할 수 있었다. 또한, R_1 에 걸리는 전압을 옴의 법칙으로 계산해보면, $V_1 = R_1 \times I_1 = 2159.5 \times 0.00556 = 12.01\text{ V}$ 이고, R_2 에 걸리는 전압은 옴의 법칙에 따라, $V_2 = R_2 \times I_2 = 2186.1 \times 0.0055 = 12.02\text{ V}$ 이다. 두 값이 0.01 V에 불과한 오차를 가지므로, 병렬로 연결된 저항에 걸리는 전압은 서로 같다는 것 또한 확인할 수 있었다.

3. 이론과 결과 사이의 오차 비교 및 분석

$R_T(\text{nominal})$ 과, $R_T(\text{calculated})$ 의 상대오차는 1.26%이다. 유의미하게 큰 오차는 아니지만, 오차가 발생한 원인은 측정한 두 저항의 값이 실제로 같지 않기 때문에 오차가 발생할 수 밖에 없었다. 물론 오차가 크지 않으므로, 두 저항의 값이 2.2 kΩ으로 같다고 하여도 큰 문제가 없어보인다.

그리고 $R_T(\text{calculated})$ 와, DMM으로 측정한 $R_T(\text{ohmmeter})$ 와의 상대오차는 $|\frac{1.0863 - 1.0876}{1.0863}| \times 100\%$ 로, 0.120%이다.

오차가 굉장히 작으므로 실험의 정확도가 높다고 할 수 있다. 약간의 오차가 발생한 원인은, 브레드보드와 저항, 도선과의 접촉 불량, 저항간의 간섭, DMM의 내부저항과 도선의 저항이라고 생각한다. 브레드보드를 연결할 때, 저항 간 간격을 충분히 둔다면 오차가 더욱 줄어들 것이라고 생각한다.

다음으로, 12V를 인가한 상태에서 측정한 I_1 은 5.560 mA이다. 본 실험에서 옴의 법칙이 곧 CDR으로 이루어진다. CDR으로 계산한 I_1 은 5.56 mA인데, 측정값과 계산값이 일치하였다. 또한 I_2 역시 계산값과 측정값의 상대오차가 $|\frac{5.5 - 5.49}{5.49}| \times 100\%$ 로, 0.182%로 굉장히 작다. 따라서, CDR이 성립한다는 것을 확인할 수 있었다. 약간의 오차가 발생한 원인은 위에서와 같다고 생각한다. 그리고 KCL으로 계산한 I_s 와 DMM으로 측정한 I_s 는 각각 11.06 mA, 11.055 mA이다. 두 값의 상대오차는 0.0452%로 매우 작다. 따라서 KCL이 성립한다는 것 또한 확인할 수 있었다.

4. 고찰

동일한 크기의 저항 소자를 병렬로 연결하여 KCL과 CDR을 확인하는 실험이었다. 오차가 굉장히 작은 값이 나와 두 법칙이 성립한다는 것을 실험으로 확인할 수 있었다. 실험에 미숙하여, 구성한 브레드보드 사진을 찍는 것을 잊었다. 다음 실험부터는 주의하고 브레드보드 사진을 찍어야 한다.

5.

6. 참고문헌

INTRODUCTORY CIRCUIT ANALYSIS / 12판 / Robert L. Boylestad, Gabriel
Kousourou / 2015 / Pearson / 86~87p

Ch. 9 Series - Parallel dc Circuits

- Part 3

1. 결과사진

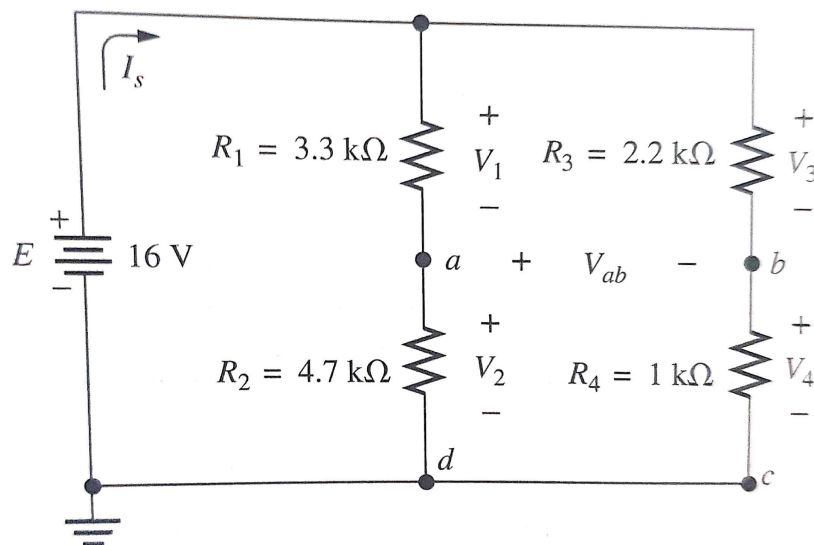
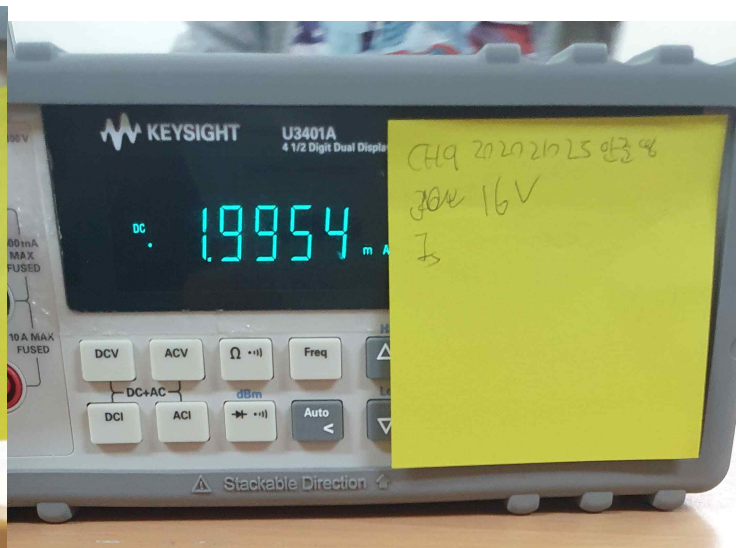
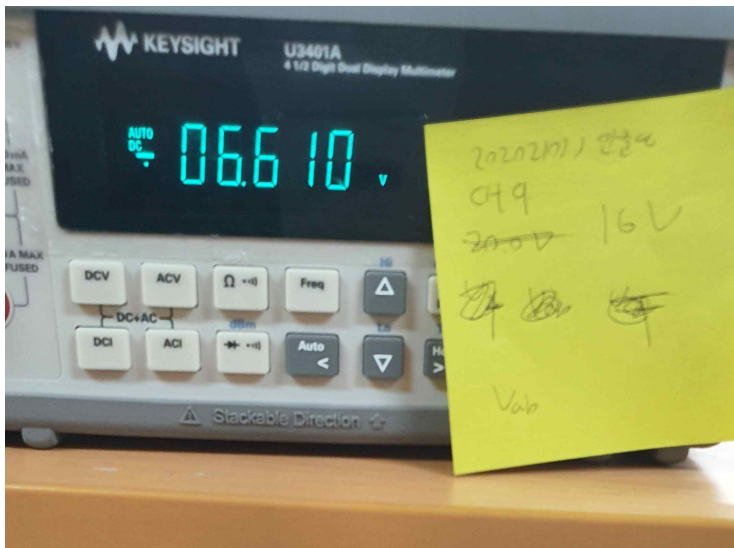
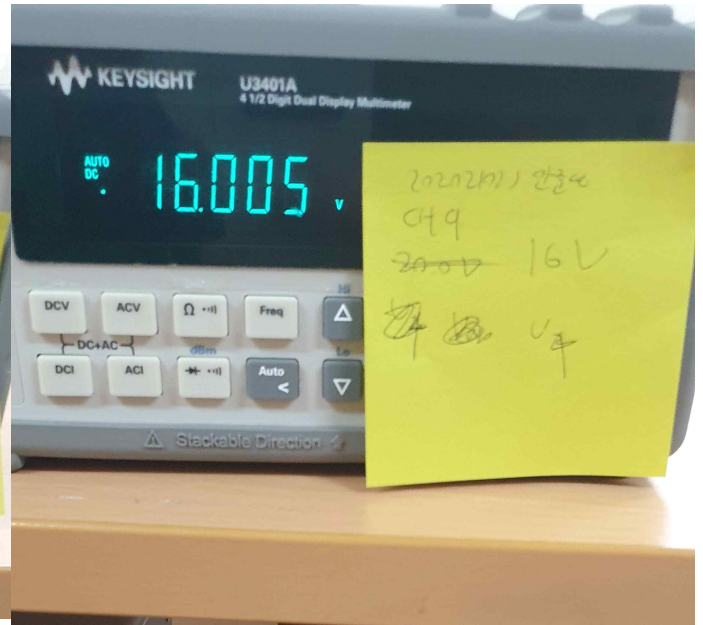
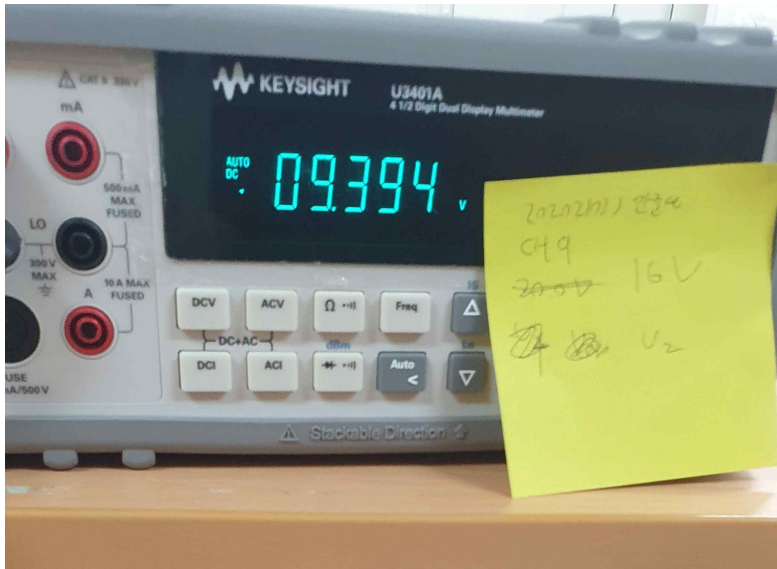


FIG. 9.5

2. 결과분석

$R_{1\text{measured}} = 3.2725\text{ k}\Omega,$ $R_{2\text{measured}} = 4.6530\text{ k}\Omega,$ $R_{3\text{measured}} = 2.1595\text{ k}\Omega,$ $R_{4\text{measured}} = 1.1777\text{ k}\Omega$

	Calculated	Measured	% Difference
V_2	9.3934 V	9.394 V	0.00639%
V_4	5.646 V	16.005 V	183.5%
V_{ab}	3.7474 V	6.610 V	76.39%
I_S	6.813 mA	1.9954 mA	70.71%

KVL에 의해서, 공급전압 16 V는 V_1+V_2 와 같고, V_3+V_4 와 같다. 회로의 저항 소자 중, R_1 과 R_2 는 직렬로 연결되어 있고, R_3 와 R_4 도 직렬로 연결되어 있다. 따라서, 각각의 저항 값을 합친 7.9255 k Ω 과 3.3372 k Ω 이 병렬로 연결되어 있는 회로로 봐도 무방하다. 따라서 이 회로에 KVL을 적용하면 7.9255 k Ω , 3.3372 k Ω 에 각각 16 V가 걸린 상태로 보아도 된다. 그리고 VDR에 의해 V_2 를 계산하면, $\frac{4.6530}{4.6530 + 3.2725} \times 16 = 9.3934\text{ V}$ 이다. 같은 방법으로 $\frac{1.1777}{2.1595 + 1.1777} \times 16$ 을 계산하면 V_4 가 5.646 V이다.

V_{ab} 를 계산하기 위해서 KVL을 적용하면 $V_{ab} + V_4 - V_2 = 0$ 이다. 따라서 $V_{ab} = V_2 - V_4 = 3.7474\text{ V}$ 이다. I_S 는 $I_S = \frac{E}{R_T}$ 이므로

$$\frac{16}{\frac{7925.5 \times 3337.2}{7925.5 + 3337.2}} \text{ (A)}$$
를 계산하면 6.813 mA이다.

계산한 값들과 DMM으로 측정한 값들의 상대오차를 계산해보면 V_2 를 제외하고는 측정을 잘못하였다는 것을 알 수 있다. 이론적으로 V_{ab} 는 KVL에 의해 $V_3 - V_1$ 과 같다는 것을 알 수 있다. ($V_3 - V_{ab} - V_1 = 0$)

3. 이론과 결과 사이의 오차 비교 및 분석

ch. 9 part 3에서는 실험을 잘못 진행하였다. V_2 는 계산값과 측정값의 상대오차가 0.00639%인 것으로 보아, 브레드보드에 저항 소자를 연결하여 구성한 회로 자체에는 문제가 없으나, 그 외의 경우를 측정할 때 DMM을 잘못된 위치에 연결한 것 같다.

V_4 는 V_4 를 측정하지 않고 DMM을 잘못 연결하여 V_4, V_3 에 걸린 전압을 측정한 것 같다. 브레드보드를 구성할 때, 저항끼리 딱 붙게 구성하여서, DMM에 연결할 도선을 브레드보드에 잘못 꽂은 것 같다. 따라서 추가 도선을 이용하여 저항 간의 간격을 충분히 벌려주어서 헛갈리지 않게 한다면 올바르게 실험을 진행할 수 있을 것이다.

VDR에 따라 R_1 의 전압 V_1 을 계산하면, $16 \times \frac{3.2725}{4.6530 + 3.2725} = 6.607\text{ V}$ 이다. 따라서 V_{ab} 를 측정하지 않고 V_1 의 전압을 측정한 것 같다. V_1 의 계산값 6.607 V와 측정값 6.610 V의 상대오차는 0.0454%이다. 따라서 V_1 이 맞다고 생각한다. 또한 V_2 측정값을 KVL에 적용하면 6.606 V이다. 따라서 V_2 는 제대로 측정했고, V_1 을 측정한 것이 맞다고 생각한다. 그렇다면, part 3의 회로와 같이 저항의 직렬과 병렬연결이 혼합된 회로에서, 이어진 저항들끼리 직렬과 병렬을 구분하여 각각 합성저항을 구하는 것을 반복하여 하나의 합성저항 값을 구한 후 키르히호프 법칙과 VDR과 같은 법칙을 이용하여 각 저항에 걸리는 전압을 구하여도 된다고 할 수 있다.

또한, R_1 에 흐르는 전류 I_1 을 옴의 법칙에 따라 $\frac{6.607(VDR) V}{3272.5\Omega}$ 을 계산하면 2.02 mA이다. 따라서, I_S 를 측정하지 않고 I_1 를 측정한 것 같다.

이런 실수를 한 이유는, 브레드보드 구성을 너무 좁게 했기 때문인 것 같다. 저항이 4개가 연결되다보니, 실제로 시각적으로 복잡해 보였다. 예비 보고서의 회로 결손도를 작성할 때는 그림이라 몰랐는데 실제로 브레드보드를 보니 굉장히 작았다. 따라서 다음부터는 소자들 간의 간격을 도선을 이용하여 충분히 벌려주어야 한다는 것을 깨달았다. 하지만, 측정한 값을 토대로, V_4 가 아닌 V_4, V_3 에 걸린 전압, V_{ab} 가 아닌 V_1 , I_S 가 아닌 I_1 를 측정하였다고 하더라도, 그 측정값들과 그에 해당하는 이론값과의 상대오차가 작으므로 직렬과 병렬 저항 연결이 혼합된 회로도 KVL과 VDR를 따른다는 것을 확인할 수는 있긴 있었다.

4. 고찰

이번 실험은 저항의 직렬과 병렬연결이 동시에 있는 회로를 실험하는 실험이었다. 실험 중 큰 실수를 하여 측정 목표와 다른 값들을 측정하였지만, KVL과 VDR을 확인할 수는 있었다. 실험을 진행하면서, DMM으로 값들이 측정되지 않아서 성급하게 진행하였고, 저항 소자들의 간격을 좁게 배치하여서 이러한 실수를 일으킨 것 같다. 다음 실험부터는 브레드보드에

소자를 배치할 때 충분한 간격을 두고, 측정한 값을 검토해야 이러한 실수를 일으키지 않을 수 있을 것이다.

5. 연습문제

part 4 보고서에서 서술하겠습니다.

6. 참고문헌

INTRODUCTORY CIRCUIT ANALYSIS / 12판 / Robert L. Boylestad, Gabriel
Kousourou / 2015 / Pearson / 115~117p

- Part 4

1. 결과사진

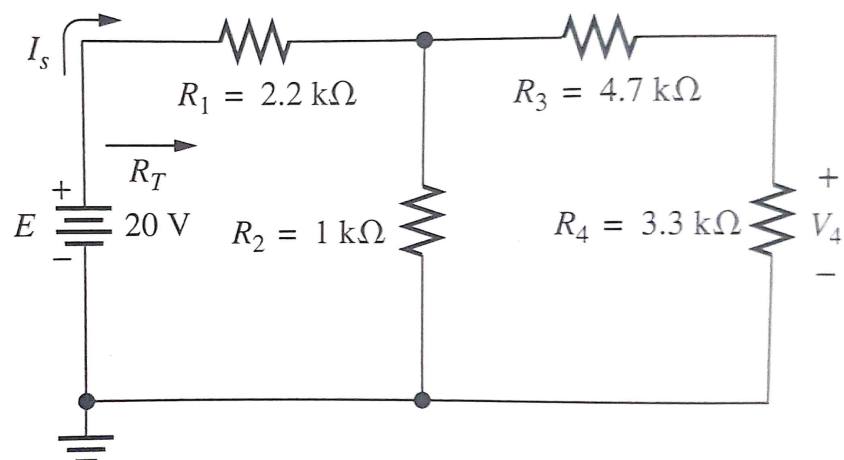
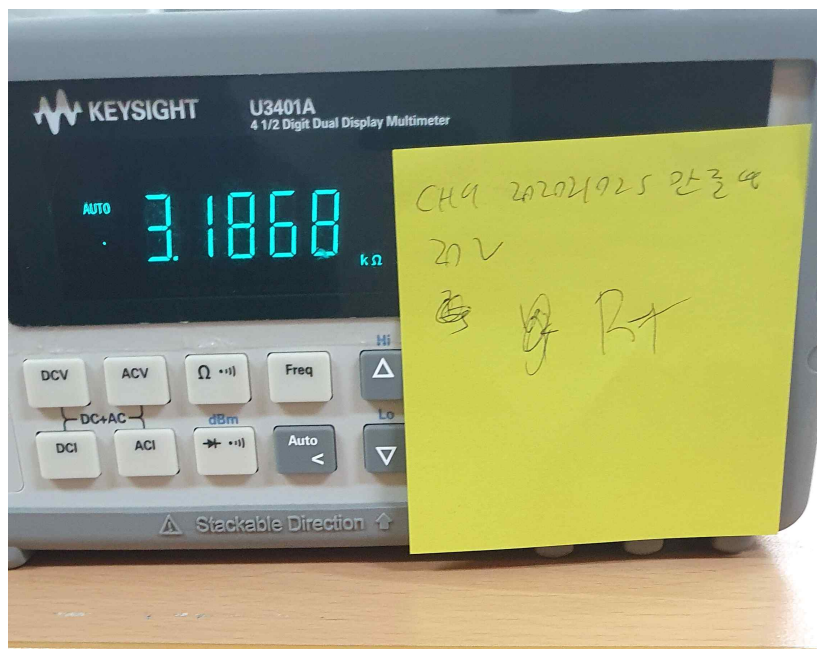
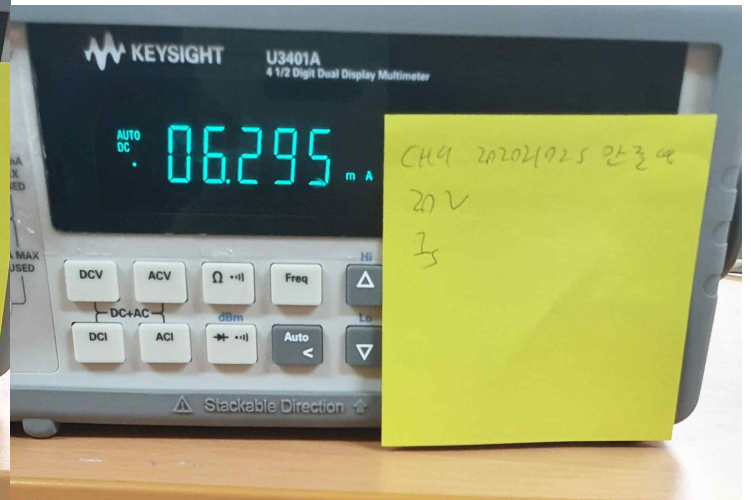
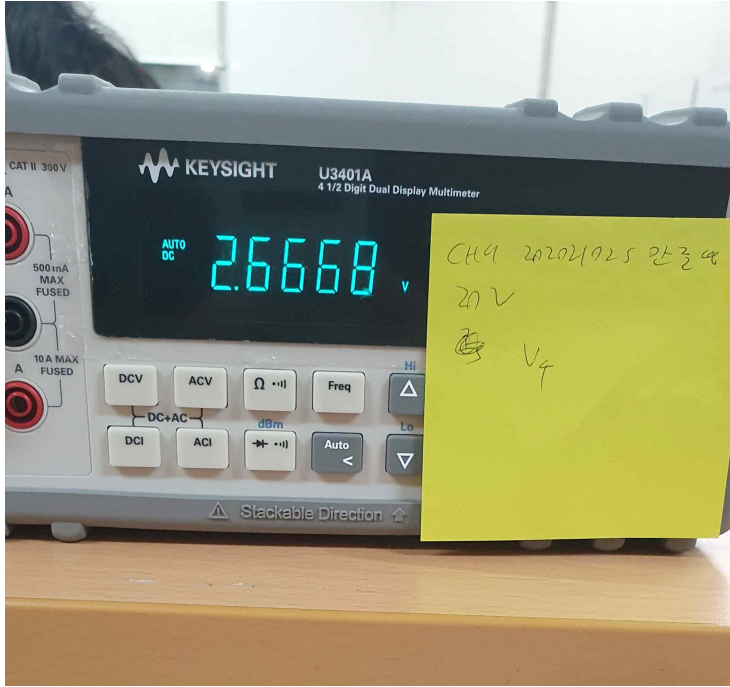


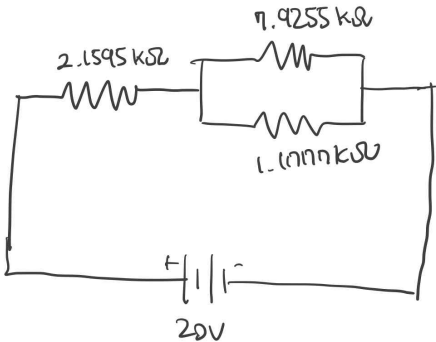
FIG. 9.6

2. 결과분석

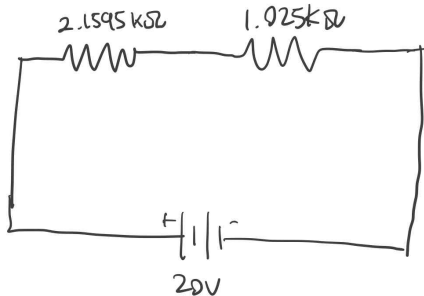
$R_{1\text{measured}} = 2.1595\text{ k}\Omega,$ $R_{2\text{measured}} = 1.1777\text{ k}\Omega,$ $R_{3\text{measured}} = 4.6530\text{ k}\Omega,$ $R_{4\text{measured}} = 3.2725\text{ k}\Omega$

	Calculated	Measured	% Difference
V_4	2.6579 V	2.6668 V	0.3349%
I_S		6.295 mA	
R_T	3177 Ω	3.1868 k Ω	0.3085%

우선 회로에서, 4.6530k Ω 과 3.2725k Ω 은 직렬로 연결되어 있다. 따라서 7.9255k Ω 의 한 저항으로 취급하여 아래 그림과 같은 회로로 치환 가능하다.



여기서, 7.9255k Ω 과 1.1777k Ω 은 병렬로 연결되어 있으므로, $\frac{7.9255 \times 1.1777}{7.9255 + 1.1777} (k\Omega) = 1.025k\Omega$ 의 한 저항을 취급하고 아래와 같은 회로로 치환이 가능하다.



따라서 최종적으로, 2.1595k Ω 과 1.025k Ω 이 직렬로 연결되어 있으므로, $2.1595 + 1.025 = 3.1845k\Omega$ 의 한 합성저항 값을 구할 수 있다. 3.1845k Ω 에 흐르는 전류는 옴의 법칙에 의해 $\frac{20}{3184.5} (A) = 6.280 \text{ mA}$ 이다. 직렬로 연결된 저항에는 같은 전류가 흐르므로 1.025k Ω 에도 6.280 mA가 흐른다. 또한 VDR에 의하여 $20 \times \frac{1.025}{3.1845} = 6.437 \text{ V}$ 가 걸린다. 병렬연결된 저항에는 같은 전압이 걸리므로, 7.9255k Ω 에 걸리는 전압은 6.437 V이다. 다시 한번 VDR을 적용하면, $V_4 = 6.437 \times \frac{3.2725}{7.9255} = 2.6579 \text{ V}$ 이다.

DMM으로 측정한 V_4 는 2.6668 V였다. 측정 저항값을 이용하여 계산한 V_4 값인 2.6579 V와의 상대오차는 0.3349%로 매우 작은 오차가 발생했다. 따라서 V_4 를 계산한 과정과 같이 저항의 직렬&병렬 혼합 연결 회로를 해석해도 된다는 것을 실험으로 확인하였다. 또한, DMM을 이용한 R_T 의 측정값은 3.1868k Ω 이다. 측정 저항값을 이용하여 계산한 R_T 의 계산값은 3.1845k Ω 이다. R_T 의 측정값과 계산값과의 상대오차는 0.0722%에 불과하였다. 따라서 R_T 의 계산값을 구하는 과정처럼 병렬과 직렬 혼합 회로를 해석하여도 된다는 것을 확인할 수 있었다.

또한 옴의 법칙과 측정 전류값을 이용해 $R_T = \frac{E}{I_S} = \frac{20}{6.295 \times 10^{-3}}$ 으로 계산하여 얻은 3177 Ω 과, DMM으로 측정하여 얻은 R_T 측정값인 3.1868k Ω 과의 상대오차는 0.3085%에 불과하여, $R_T = \frac{E}{I_S}$ 가 참이라는 것을 실험을 통해 확인할 수 있었다.

3. 이론과 결과 사이의 오차 비교 및 분석

V_4 의 계산값과 측정값의 상대오차는 $|\frac{2.6579 - 2.6668}{2.6579}| \times 100\%$ 로, 0.3349%로 계산되었다. 굉장히 작은 오차가 발생하였다. 이 실험에서는 조교님의 조언으로 저항의 간격을 추가 도선으로 연결함으로써 간격을 충분히 두고 진행하였다. 그럼에도 약간의 오차가 발생한 이유는 DMM의 내부저항, 도선의 저항, 손 떨림이나 Power supply의 한계(유효숫자)에서 비롯되었다고 생각한다. 하지만 오차의 크기가 충분히 작으므로, '2.결과분석'에서 회로를 분석한 것처럼 직렬 병렬 혼합 회로를 분석하여도 무방하다고 결론 내릴 수 있다.

또한, V_4 계산과 같은 방식으로 회로를 분석하여 측정 저항값을 이용해 계산한 R_T 인 3.1845k Ω 과 DMM으로 측정한 값인 3.1868 k Ω 과의 상대오차가 0.0722%로, 거의 일치한다고 볼 수 있는 것 또한 저항의 직렬&병렬 혼합 회로의 분석 방법이 옳았다는 것을 뒷받침한다.

다음으로, $R_T = \frac{E}{I_S}$ 를 이용하여 계산한 3177 Ω 과 DMM을 이용해 측정한 측정값 3.1868 k Ω 과의 상대오차는 $|\frac{3177 - 3186.8}{3177}| \times 100\% = 0.3085\%$ 이다. 작은 오차가 발생하였으므로, $R_T = \frac{E}{I_S}$ 가 타당하다고 결론 내릴 수 있다. 약간의 오차가 발생한 원인은 도선의 저항, DMM의 내부저항, 브레드보드와의 접촉 불량과 손떨림, power supply의 값 표기 한계에 있다고 본다.

4. 고찰

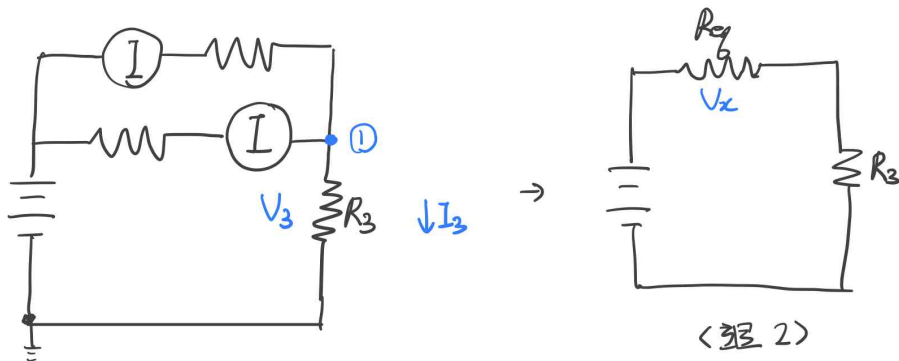
-part3와 비슷한 실험이었다. 처음엔 part3에서처럼 저항의 간격을 좁게 하여서 DMM 연결을 잘못했는지 값이 측정되지 않았다. 조교님께 도움을 구해서 도움을 받고, 저항의 간격을 넓게 하여서 무사히 측정을 할 수 있었다. 측정한 모든 값이 계산값과의 상대오차가 충분히 작으므로, 저항의 직렬 & 병렬 연결 혼합 회로를 분석하는 방법이 타당함을 실험을 통해 확인할 수 있었다.

5. 연습문제

Exercise 1.

아래 그림의 점 1에서 KCL을 적용하면, $1mA + 2mA - I_3 = 0$ 이다. (I_3 는 R_3 에 흐르는 전류) 따라서 I_3 는 3mA이다. R_3 에서 옴의 법칙을 적용하면, $V_3 = I_3 R_3 = 3 \times 10^{-3} \times 2000 = 6V$ 이다. 병렬 연결된 부분을 등가저항으로 치환한 <회로 2>에서, KVL을 적용하면 $V_x = 14 - 6 = 8V$ 이다. 병렬로 연결된 저항에 걸리는 전압은 같으므로 V_1 은 8V이다. R_1 에서 옴의 법칙을 적용하면, $R_1 = \frac{V_1}{I_1} = \frac{8(V)}{1 \times 10^{-3}} = 8k\Omega$ 이다. 마찬가지로 V_2 또한 8V이므로 옴의 법칙을 이용하여 $R_2 = \frac{8}{2 \times 10^{-3}} = 4k\Omega$ 이다.

$$V_1 = 8V, R_1 = 8k\Omega, R_2 = 4k\Omega$$

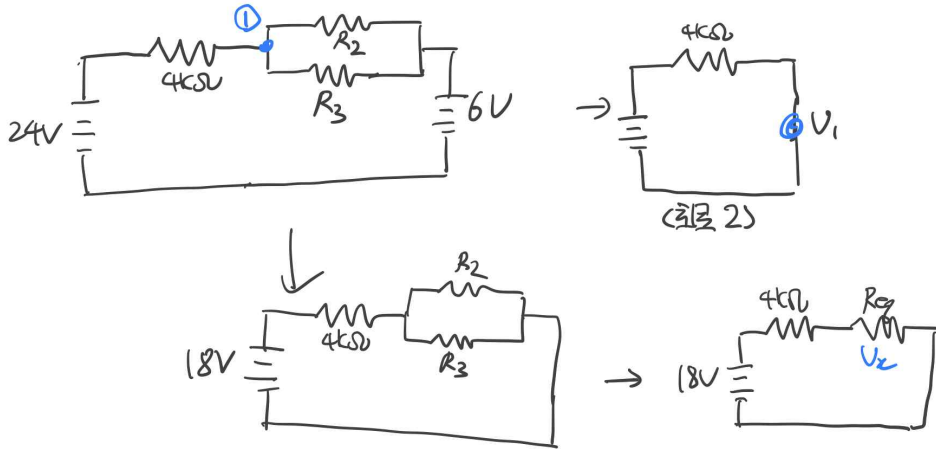


Exercise 2.

$4k\Omega$ 에 $4mA$ 가 흐르므로, $4k\Omega$ 에 걸리는 전압은 옴의 법칙에 따라 $4000 \times 4 \times 10^{-3}$ 이다. <회로 2>와 같이 회로를 치환하고 KVL을 적용하면, $16 + V_1 - 24 = 0$ 이다. 따라서 V_1 은 $8V$ 이다. 한편 회로에 반대 방향의 전압원이 있으므로, 두 값을 더하여($24 + (-6)$) $18V$ 의 하나의 전압원으로 취급할 수 있다. 또한 R_2, R_3 는 병렬로 연결되어 있으므로, R_{eq} 의 합성저항으로 취급할 수 있다. 그리고 나서 다시 KVL을 적용하면, $16 + V_x - 18 = 0$ 이다. 따라서 V_x 는 $2V$ 이다. 병렬로 연결된 저항에는 같은 전압이 걸리므로 R_2, R_3 에 걸리는 전압 또한 $2V$ 이다. 지점 1에서 KCL을 적용하면, R_2 에 흐르는 전류를 I_2 라고 하면, $4mA - I_2 - 1mA = 0$ 이므로 I_2 는 $3mA$ 이다. 다음으로 R_2, R_3 에 각각 옴의 법칙을 적용하면,

$$R_2 = \frac{V_2}{I_2} = \frac{2}{3 \times 10^{-3}} = 666.7 \Omega, R_3 = \frac{V_3}{I_3} = \frac{2}{1 \times 10^{-3}} = 2k\Omega \text{이다.}$$

$$V_1 = 8V, R_2 = 666.7\Omega, R_3 = 2k\Omega$$



6. 참고문헌

INTRODUCTORY CIRCUIT ANALYSIS / 12판 / Robert L. Boylestad, Gabriel Kousourou / 2015 / Pearson / 118~120p