

실험 결과 보고서

(5주차)

1. 실험 제목 : Circuit Analysis Methods

2. 실험 목적

가. 저항 회로의 루프 및 노드 방정식을 작성한다.

나. 작성한 노드 방정식의 유효성을 측정을 통해 입증한다.

3. 실험 절차

가. 회로도

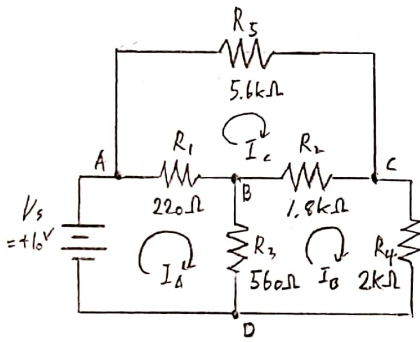


그림 1. 실험(1) 회로도

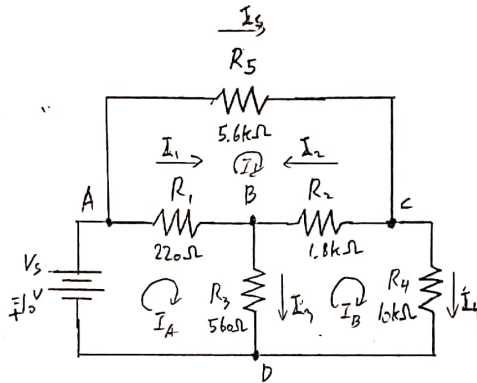


그림 2. 실험(2) 회로도

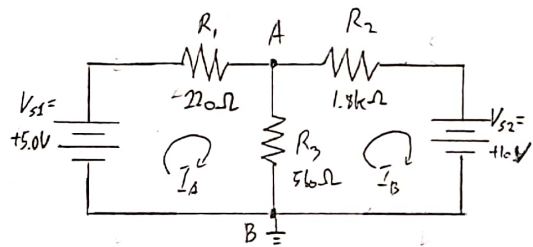


그림 3. 실험(3) 회로도

나. 실험 절차 및 장비 셋팅 (공통)

1) 그림 1~3과 같이 회로를 구성한다.

2) 각 회로에서 Loop Equation과 Node Equation을 작성하여 둘의 결과 값을 비교한다 (cross check)

3) 실제 회로에서 각 저항에 걸리는 전압을 측정해보고 2)에서 계산한 값과 비교한다.

다. 사용 기구 및 부품

1) 저항 6종 : 220Ω, 1.8kΩ, 560Ω, 2kΩ, 5.6kΩ, 6kΩ

2) 파워서플라이 및 DMM

3) 브레드 보드

마. 팀원 역할 분담 내역

1) : Loop & Node Equation 작성, 확인

2) : 회로 구성, 파워서플라이, 측정.

3) : 1

4. 실험 결과

가. 실험 결과표

1) 실험 (1)

Table 1			Table 2		Table 3		
Resistor	Listed Value	Measured Value		Computed Current		Computed	Measured
R_1	220Ω	216Ω	I_A	$13.772mA$	V_1	$3.030V$	$3.04V$
R_2	$1.8k\Omega$	$1.749k\Omega$	I_B	$2.292mA$	V_2	$2.385V$	$2.4V$
R_3	560Ω	555Ω	I_C	$0.967mA$	V_3	$6.970V$	$7.03V$
R_4	$2k\Omega$	$1.95k\Omega$	I_1	$13.772mA$	V_4	$4.584V$	$4.61V$
R_5	$5.6k\Omega$	$5.53k\Omega$	I_2	$1.325mA$	V_5	$5.415V$	$5.46V$
			I_3	$12.447mA$			
			I_4	$2.292mA$			
			I_5	$0.967mA$			

그림 4. 실험(1) 결과표

2) 실험 (2)

Table 1			Table 2		Table 3		
Resistor	Listed Value	Measured Value		Computed Current		Computed	Measured
R_1	220Ω	216Ω	I_A	$13.472mA$	V_1	$2.842V$	$2.85V$
R_2	$1.8k\Omega$	$1.749k\Omega$	I_B	$0.641mA$	V_2	$0.250V$	$0.258V$
R_3	560Ω	555Ω	I_C	$0.552mA$	V_3	$7.157V$	$7.23V$
R_4	$10k\Omega$	$9.81k\Omega$	I_1	$12.92mA$	V_4	$6.91V$	$6.96V$
R_5	$5.6k\Omega$	$5.53k\Omega$	I_2	$-0.139mA$	V_5	$3.091V$	$3.11V$
			I_3	$12.781mA$			
			I_4	$0.691mA$			
			I_5	$0.552mA$			

그림 5. 실험(2) 결과표

3) 실험 (3)

Table 1			Table 2		Table 3		
Resistor	Listed Value	Measured Value		Computed Current		Computed	Measured
R_1	220Ω	216Ω	I_A	$4.06mA$	V_1	$0.893V$	$0.832V$
R_2	$1.8k\Omega$	$1.749k\Omega$	I_B	$-3.27mA$	V_2	$5.886V$	$9.31V$
R_3	560Ω	555Ω	I_1	$4.06mA$	V_3	$4.105V$	$0.838V$
			I_2	$-3.27mA$			
			I_3	$4.33mA$			

그림 6. 실험(3) 결과표

나. 회로 사진

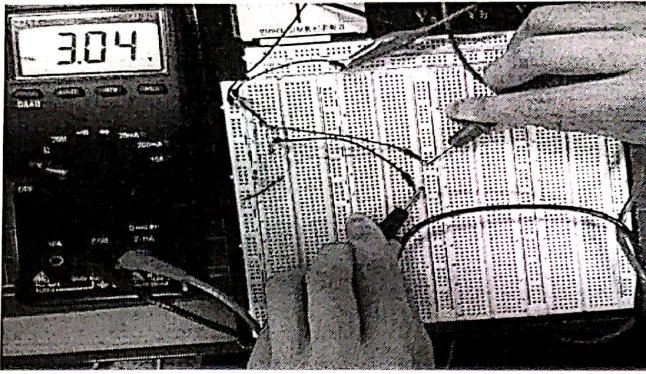


그림 7. 실험(1) V_1 측정 [3.04V]

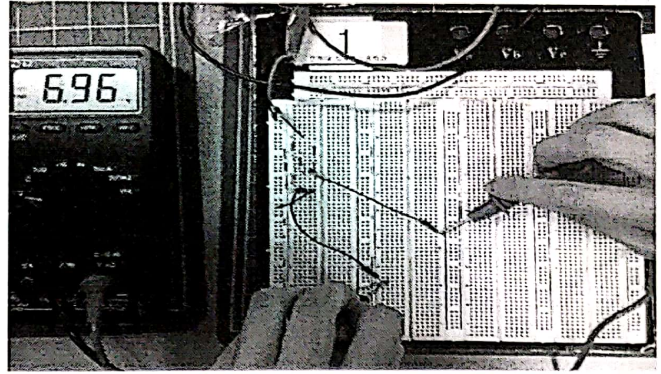


그림 8. 실험(2) V_1 측정 [6.96V]

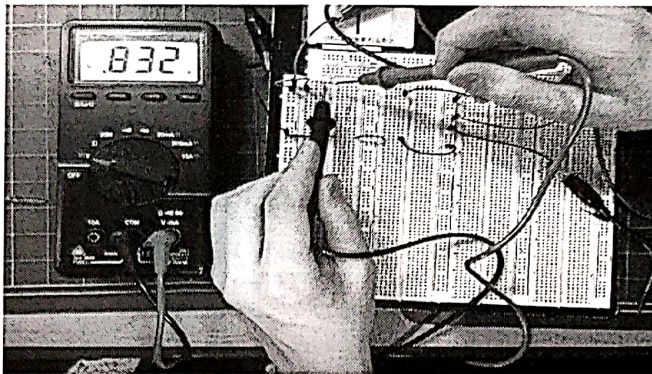


그림 9. 실험(3) V_1 측정 [0.832V]

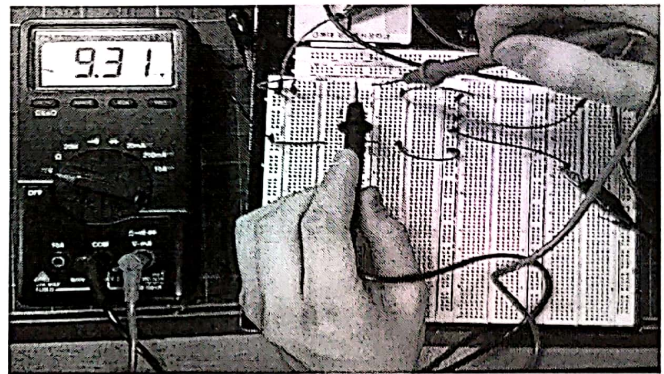


그림 10. 실험(3) V_2 측정 [9.31V]

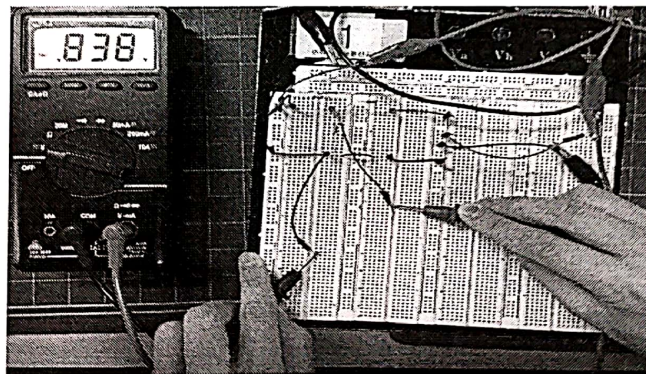


그림 11. 실험(3) V_3 측정 [0.838V]

다. EVALUATION AND REVIEW QUESTIONS:

- 3. Suppose the loop currents in this experiment had been drawn in the opposite direction(counterclockwise). What effect does this have on the current in each resistor?

loop current는 loop equation을 위한 가상의 존재이며, 방향이 반대라해도 방향은 혼동하지 않고 일관되게만 계산해주면 정반대일때 값의 부호만 달라진다. 따라서 저항에는 영향을 전혀 미치지 않으며 전류값은 양수로 생각하여 물리 법칙을 이용해 저항값을 계산하면 된다.

라. 결과도 항목 계산 과정.

1) 실험 (1)의 Loop Equation

$$I_A: V_s = R_1(I_A - I_C) + R_3(I_A - I_B)$$

$$I_B: 0 = R_3(I_B - I_A) + R_2(I_B - I_C) + R_4 \cdot I_B$$

$$I_C: 0 = R_1(I_C - I_A) + R_5 \cdot I_C + R_2(I_C - I_B) //$$

$$\begin{cases} 10 = 220(I_A - I_C) + 560(I_A - I_B) = 780I_A - 560I_B - 220I_C \\ 0 = 560(I_B - I_A) + 1800(I_B - I_C) + 2000I_B = -560I_A + 4360I_B - 1800I_C \\ 0 = 220(I_C - I_A) + 5600I_C + 1800(I_C - I_B) = -220I_A - 1800I_B + 7620I_C \end{cases}$$

$$\therefore I_A = 14.739 \text{ mA}, I_B = 2.292 \text{ mA}, I_C = 0.967 \text{ mA} //$$

$$\begin{cases} I_1 = I_A - I_C = 13.772 \text{ mA} //, I_2 = I_B - I_C = 1.325 \text{ mA} //, I_3 = I_A - I_B = 12.447 \text{ mA} // \\ I_4 = I_B = 2.292 \text{ mA} //, I_5 = I_C = 0.967 \text{ mA} // \end{cases}$$

$$V_1 = I_1 \cdot R_1 = 3.030 \text{ V} //, V_2 = 2.385 \text{ V} //, V_3 = 6.970 \text{ V} //, V_4 = 4.584 \text{ V} //, V_5 = 5.415 \text{ V} //$$

2) 실험 (1)의 Node Equation

$$\begin{cases} V_B: I_1 + I_2 = I_3, \frac{V_A - V_B}{R_1} + \frac{V_C - V_B}{R_2} = \frac{V_B}{R_3}, \frac{10 - V_B}{220} + \frac{V_C - V_B}{1800} = \frac{V_B}{560} \\ V_C: I_5 = I_2 + I_4, \frac{V_A - V_C}{R_5} = \frac{V_C - V_B}{R_2} + \frac{V_C - 0}{R_4}, \frac{10 - V_C}{5600} = \frac{V_C - V_B}{1800} + \frac{V_C}{2000} \end{cases}$$

$$V_A: V_A = V_s = 10 \text{ V}, V_B = 6.970 \text{ V}, V_C = 4.585 \text{ V}$$

$$\begin{cases} V_1 = V_A - V_B = 3.030 \text{ V} //, V_2 = V_B - V_C = 2.385 \text{ V} //, V_3 = V_B = 6.970 \text{ V} //, V_4 = V_C = 4.585 \text{ V} // \\ V_5 = V_A - V_C = 5.415 \text{ V} // \end{cases}$$

* $I_1 \sim I_5$ 는 저항이 연결한 상태에서 Loop Eq.과 Node Eq.에서 계산한 $V_1 \sim V_5$ 값이 같은지

$I_1 \sim I_5$ 또한 loop Eq.과 같은 값을 가질라고 볼 수 있다. (\because 옴의 법칙 이용)

3) 실험(2)의 Loop Equation.

$$\begin{cases} \bar{I}_A: 10 = 220(\bar{I}_A - \bar{I}_C) + 560(\bar{I}_A - \bar{I}_B) = 780\bar{I}_A - 560\bar{I}_B - 220\bar{I}_C \\ \bar{I}_B: 0 = 560(\bar{I}_B - \bar{I}_A) + 1800(\bar{I}_B - \bar{I}_C) + 10000\bar{I}_B = -560\bar{I}_A + 12360\bar{I}_B - 1800\bar{I}_C \\ \bar{I}_C: 0 = 220(\bar{I}_C - \bar{I}_A) + 5600\bar{I}_C + 1800(\bar{I}_C - \bar{I}_B) = -220\bar{I}_A - 1800\bar{I}_B + 7620\bar{I}_C \end{cases}$$

$$\therefore \bar{I}_A = 13.4172 \text{ mA}, \bar{I}_B = 0.691 \text{ mA}, \bar{I}_C = 0.552 \text{ mA}$$

$$\bar{I}_1 = \bar{I}_A - \bar{I}_C = 12.8652 \text{ mA}, \bar{I}_2 = \bar{I}_C - \bar{I}_B = 0.139 \text{ mA}, \bar{I}_3 = \bar{I}_A - \bar{I}_B = 12.7262 \text{ mA}, \bar{I}_4 = \bar{I}_B = 0.691 \text{ mA}, \bar{I}_5 = \bar{I}_C = 0.552 \text{ mA}$$

$$V_1 = \bar{I}_1 \cdot R_1 = 2.842 \text{ V}, V_2 = 0.250 \text{ V}, V_3 = 7.157 \text{ V}, V_4 = 6.91 \text{ V}, V_5 = 3.091 \text{ V}$$

4) 실험(2)의 Node Equation

$$V_B: \frac{10 - V_B}{220} + \frac{V_C - V_B}{1800} = \frac{V_B}{560}$$

$$V_C: \frac{10 - V_C}{5600} = \frac{V_C - V_B}{1800} + \frac{V_C}{10000}$$

$$V_A = V_A = V_S = 10 \text{ V}, V_B = 7.158 \text{ V}, V_C = 6.908 \text{ V}$$

$$V_1 = V_A - V_B = 2.842 \text{ V}, V_2 = V_B - V_C = 0.25 \text{ V}, V_3 = V_B = 7.158 \text{ V}, V_4 = V_C = 6.908 \text{ V}, V_5 = V_A - V_C = 3.092 \text{ V}$$

* 실험(1)과 마찬가지로 Loop Eq.과 Node Eq.에서 계산한 V_1, V_5 값이 서로 같으므로 \bar{I}_1, \bar{I}_5 또한 같다. (\therefore 용이함)

5) 실험(3)의 Loop Equation

$$\begin{cases} \bar{I}_A: 5 = 220\bar{I}_A + 560(\bar{I}_A - \bar{I}_B) = 780\bar{I}_A - 560\bar{I}_B \\ \bar{I}_B: -10 = 560(\bar{I}_B - \bar{I}_A) + 1800\bar{I}_B = -560\bar{I}_A + 2360\bar{I}_B \end{cases} \Rightarrow \bar{I}_A = 4.06 \text{ mA} = \bar{I}_1, \bar{I}_3 = \bar{I}_A - \bar{I}_B = 7.33 \text{ mA}$$

$$V_1 = \bar{I}_1 \cdot R_1 = 0.893 \text{ V}, V_2 = 5.886 \text{ V}, V_3 = 4.105 \text{ V}$$

6) 실험(3)의 Node Equation.

$$\begin{cases} V_A: \bar{I}_1 + \bar{I}_2 = \bar{I}_3, \frac{5 - V_A}{220} + \frac{10 - V_A}{1800} = \frac{V_A - V_B}{560} \Rightarrow V_A = 4.107 \text{ V}, V_1 = 5 - 4.107 = 0.893 \text{ V} \\ V_B: V_B = 0 (\because \text{ground voltage} = 0 \text{ V}), V_B = 0 \text{ V}, V_2 = 10 - 4.107 = 5.893 \text{ V} \\ V_3 = 4.107 - 0 = 4.107 \text{ V} \end{cases}$$

$$\bar{I}_1: \frac{V_1}{R_1} = 4.059 \text{ mA}$$

$$\bar{I}_2: 3.273 \text{ mA}$$

$$\bar{I}_3: 7.334 \text{ mA}$$

\therefore loop equation 과 node equation 정리 값은 동일하다

마. 과할 땀 이룩 감 풍이.

1) 우선 회로 구성을 실험 (1) & (2)는 리드선은 최대한 이동하지 않고 주어진 회로도를 구성했다. 리드선을 사용하지 않고 구성하여 구성을 편했으나, 측정시에는 회로 요소 사이의 비접촉 공간으로 중심스러움 수 밖에 없었다.

또한, 실험 (1)에서 (2)로 넘어갈 때 R_4 를 교체해야 했는데 주어진 회로도와 구현 회로다. 형태가 차이가 나타나니 R_4 를 찾는데 시간이 소요됐다.

2) 이러한 문제점으로 인해 실험 (3)에서는 주어진 회로도와 최대한 비슷한 형태로 구현하였다.

구성은 빈계로써 모르지만, 구성하는 동안 잘못 구성한 것이 있다면 확실히 가시적으로 보여 수정이 가능했고

측정시에도 더욱 간편했다. 이후 실험에서는 최대한 주어진 회로도와 비슷한 형태로 구현하는 것이 중요 것 같다.

3) 실험 (1) ~ (3)에서 각각 KVL을 이용한 Loop Equation과 KCL을 이용한 Node Equation을 작성하였으며

두 방정식이 절리 값을 비교했다. 두 값을 거의 일치했으며, 간혹 소수점 2번째 자리에서 차이가 나는 것을

확인할 수 있었는데 이는 계산과정을 몇번 재확인지가 서로 달라 발생하는 반올림 오차로 생각된다.

4) Node Equation과 Loop Equation의 절리 값을 동일하나, 회로에서 요구하는 값이 무엇인지를 생각하고

둘 중에서 하나를 클라 활용하면 더욱 효과적인 것이다.

우선 KVL로 작성된 Loop Eq.는 외지수들이 전류값이므로 '전류'를 구할 때 더 편리하고,

KCL로 작성된 Node Eq.는 외지수들이 전압값이므로 '전압'을 구할 때 더 유리했다.

5) 계산값과 측정값이 차이로 보이는 이유는 우선 계산값에서는 저항의 표기값을 이용해 계산한 점과

피셔서플리에서의 전압 측정의 오차 등이 있다. 하지만 둘의 추세는 비슷했다.