

# 실험결과 보고서

(4주차)

## 1. 실험제목 : Series-Parallel Combination Circuits & Series Circuits

### 2. 실험목적

#### 가. Series Circuits

- 1) 옴의 법칙을 이용하여 직렬회로에서의 전류 및 전압을 구한다.
- 2) KVL을 직렬 회로에 적용한다.

#### 나. Series-Parallel Combination Circuits

- 1) 등가 회로 개념을 이용하여 직렬-병렬 회로 분석을 간소화한다.
- 2) 직렬-병렬 혼합 회로에서 전류와 전압을 계산하고 측정값과 비교한다.

### 3. 실험절차

#### 가. 회로도

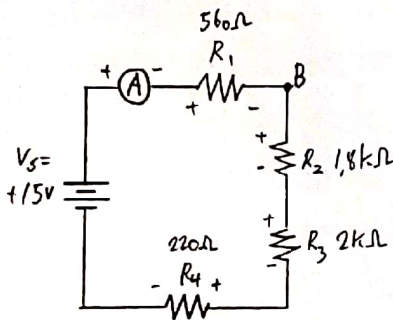


그림 1. 직렬 회로 실험 회로도

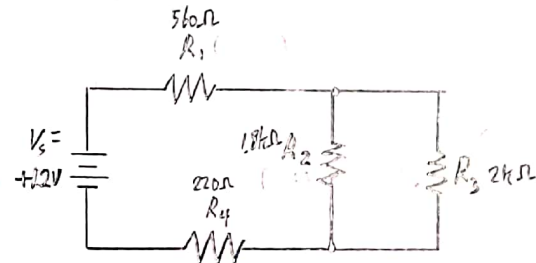


그림 2. 직렬-병렬 회로 실험 회로도

#### 나. 실험절차 및 장비 셋팅. (직렬회로)

- 1) 그림 1의 회로도나 같이 회로를 구성한다 (PS판제외).  $R_1, R_2, R_3, R_4$  는 각각  $560\Omega, 1.8k\Omega, 2k\Omega, 220\Omega$  이다.
- 2)  $R_1, R_4$  의 개별 저항값을 측정하고 후 전체 저항  $R_t$  를 계산한다
- 3)  $R_t$  를 회로에서 직접 측정하고 후 계산값과 비교한다.
- 4) 파워서플라이를 연결하고 15V를 출력시킨 후 전체 전류  $I_t$  를 측정한다.
- 5)  $V_{ab}, V_{bc}, V_{cd}, V_{de}$  를 옴의 법칙을 이용하여 계산하고 후 실제 측정값과 비교한다.
- 6) 5)의 결과를 통해  $\sum V_{rise} = \sum V_{drop}$  이 되는 것을 보인다.
- 7) node B를 개방하였을 때  $V_{open}$  을 측정하고 후 KVL이 성립하는 것을 증명한다.

## 다. 실험 절차 및 장비 셋팅 (직렬-병렬 혼합 회로)

- 1) 파워서플라이단 저오믹 체크로 그림 2와 같이 회로도를 구성한다. 저항은 3-4-11과 동일하다.
- 2) 각 저항을 측정할 후  $R_2$ 와  $R_3$ 는 합성저항 공식을 이용해 등가 저항을 계산해본다.
- 3) 총 저항  $R_T$ 를 계산 및 측정할 후 파워서플라이를 연결한 후  $V_1, V_{23}, V_4, V_5$ 를 측정 및 기록한다.
- 4) 전압 분배 법칙을 이용해  $V_1, V_{23}, V_4$ 를, 옴의 법칙을 이용해  $I_T, V_1, V_{23}, V_4$ 를 계산한다.
- 5)  $V_{23}$ 를 이용하여  $I_2, I_3$ 를 계산하고 그 값이  $I_T$ 와 같음을 보인다.

## 곤나. 사용 기구 및 부품

- 1) 저항 4종 :  $560\Omega, 1.8k\Omega, 2k\Omega, 220\Omega$
- 2) 파워서플라이 및 DMM
- 3) 브레드보드

## 마. 팀원 역할 분담 내역

- 1) 김성준 : 회로 구성, 측정
- 2) 이준성호 : 파워서플라이, DMM, 촬영
- 3) 공동 : 계산

## 4. 실험 결과

### 가. 실험 결과표

Component	표기값	측정값
$R_1$	$560\Omega$	$520\Omega$
$R_2$	$1.8k\Omega$	$1.752k\Omega$
$R_3$	$2k\Omega$	$1.962k\Omega$
$R_4$	$220\Omega$	$220\Omega$
$R_T$	$4.58k\Omega$	$3.98k\Omega$

그림 3. 직렬회로 Table 1

	계산값	측정값
$I_T$	$3.275mA$	$3.8mA$
$V_{AB}$	$1.834V$	$0.213V$
$V_{BC}$	$5.895V$	$6.69V$
$V_{CD}$	$6.550V$	$7.48V$
$V_{DE}$	$0.721V$	$0.842V$
$V_T$	$15V$	$15.23V$

그림 4. 직렬회로 Table 2

Step No.	Kirchhoff's Voltage Law (Measured Values)
7	$\sum V_{fix} = V_{AB} + V_{BC} + V_{CD} + V_{DE} = 15.225V$ $\sum V_{drop} = V_T = 15.23V, \therefore \sum V_{fix} \approx \sum V_{drop}$
9	$V = I \cdot R_{TH} \quad I = 0 \Rightarrow$ 전압 개방 : 0 $V_{open} = 15.22V \approx V_T \therefore KVL$ 성립

그림 5. 직렬회로 Table 3

Component	표기값	측정값
$R_1$	$560\Omega$	$540\Omega$
$R_2$	$1.8k\Omega$	$1.752k\Omega$
$R_3$	$2k\Omega$	$1.962k\Omega$
$R_4$	$220\Omega$	$220\Omega$
$R_{23}$	$947\Omega$	

그림 6. 직렬-병렬 회로 Table 1

$$I_1 + I_3 \approx I_T$$

	7-1 산정값		측정값
	Voltage Divider	Ohm's Law	
$R_T$	$1.727k\Omega$	X	$1.198k\Omega$
$I_T$	////	$6.948mA$	////
$V_1$	$3.891V$	$3.891V$	$0.566V$
$V_{2,3}$	$6.580V$	$6.580V$	$9.39V$
$V_4$	$1.529V$	$1.529V$	$2.22V$
$I_2$	////	$3.656mA$	////
$I_3$	////	$3.29mA$	////
$V_5$	$12.0V$	$12.0V$	$12.18V$

그림 7. 직렬-병렬 회로 Table 2



나. 회로 사진

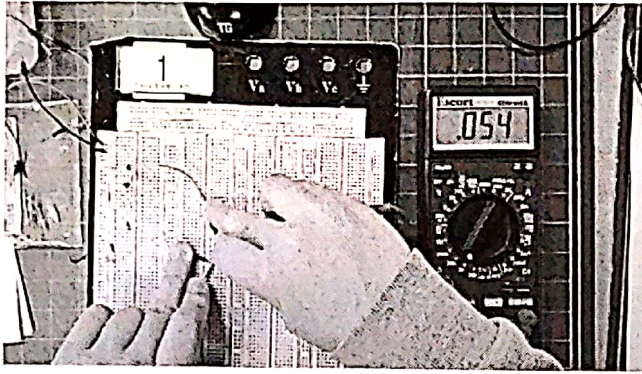


그림 8. 직렬회로  $R_1$  측정 [0.54k $\Omega$ ]

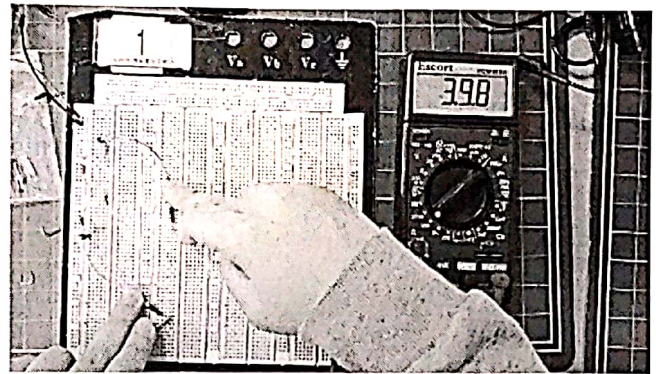


그림 9. 직렬회로  $R_T$  측정 [3.98k $\Omega$ ]

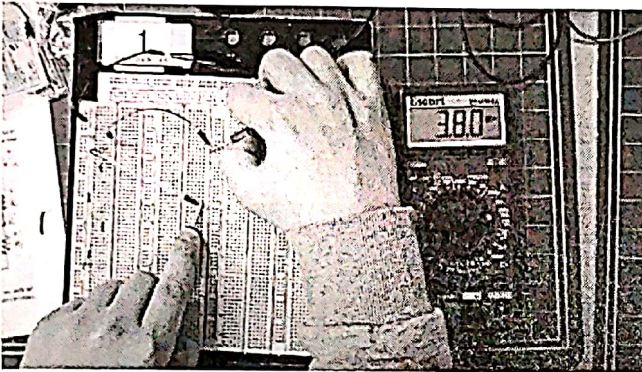


그림 10. 직렬 회로  $I_T$  측정 [3.8mA]

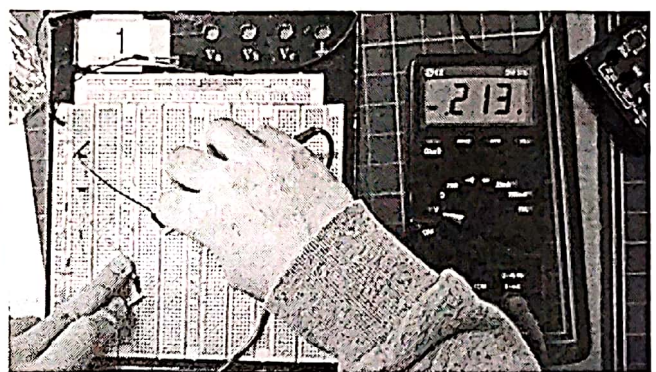


그림 11. 직렬 회로  $V_{AB}$  측정 [0.213V]

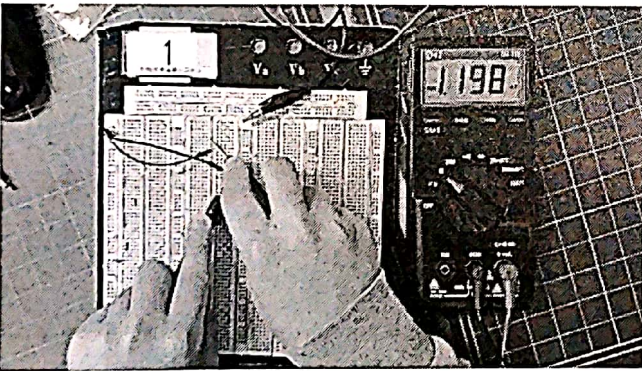


그림 12. 직렬-병렬 회로  $R_T$  측정 [1.198k $\Omega$ ]

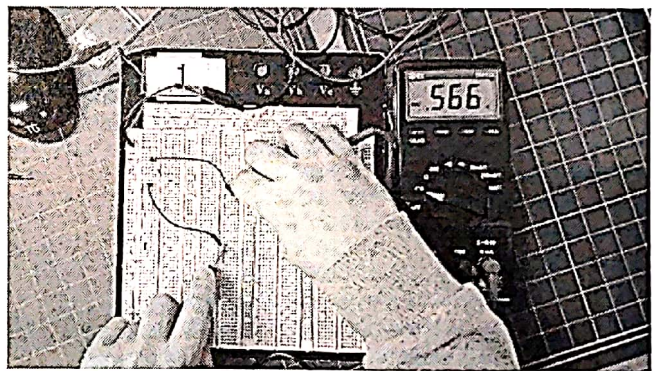


그림 13. 직렬-병렬 회로  $V_1$  측정 [0.566V]



그림 14. 직렬-병렬 회로  $V_{2,3}$  측정 [9.39V]

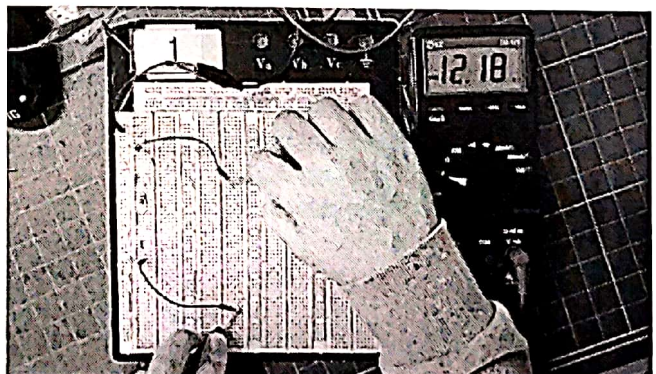


그림 15. 직렬-병렬 회로  $V_S$  측정 [12.18V]



## EVALUATION AND REVIEW QUESTIONS:

1. Why doesn't the starting point for summing the voltages around a closed loop make any difference?

closed loop에서 어느 지점에서 전압 강하가 존재하든 위치가 상관없이 KVL에 의해 전압의 총합은 0이 되기 때문에 계산 시작 지점을 어디로 두든 상관 없다

2. Kirchhoff's voltage law applies to any closed path, even one without current. How did the result of step 9 show that this is true?

node b를 고르면  $V = I \times R$ 에서, 전류가 0이므로 저항과 관계없이 전압 강하는 0이 된다

따라서 출력 전압 (15.22V) 이 그대로 출력되며 이는 곧 KVL의 성립함을 의미한다.

3. Based on the result you observed in step 9, what voltage would you expect in a 120 V circuit across an open (blown) fuse?

위에 언급한 바와 같이 출력 전압인 120V가 그대로 출력될 것이다.

4. Use Kirchhoff's voltage law to find  $V_X$  in Figure 7.

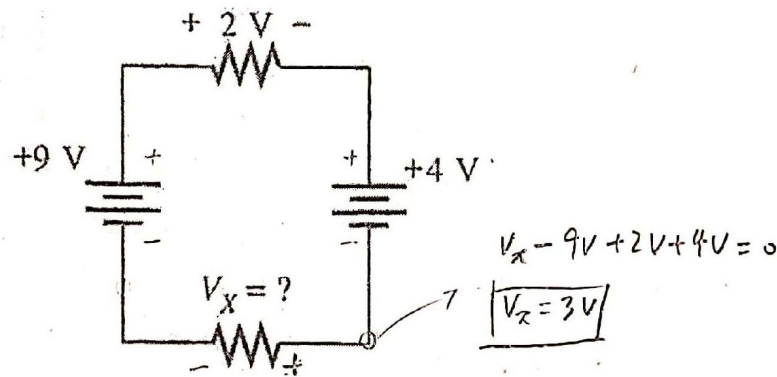


Figure 7

5. A  $10\ \Omega$  resistor is in series with a bulb and a 12 V source.

(a) If 8 V is across the bulb, what voltage is across the resistor? 4V  $12V - 8V = 4V$

(b) What is the current in the circuit? 0.4A  $\frac{4V}{10\ \Omega} = 0.4A$

(c) What is the resistance of the bulb? 20  $\Omega$   $\frac{8V}{0.4A} = 20\ \Omega$

6. A student wishes to limit the current to an LED (light-emitting diode) to 10.0 mA. The source voltage is +5 V and the diode drops 1.8 V.

(a) What value resistance is required? 320  $\Omega$

(b) What power is dissipated in the resistor? 0.032W

$$\frac{5V - 1.8V}{0.01A} = R = 320\ \Omega$$

$$P = V \cdot I = 3.2V \times 0.01A = 0.032W$$

## EVALUATION AND REVIEW QUESTIONS:

1. The voltage divider rule was developed for a series circuit, yet it was applied to the circuit in Figure 2.

(a) Explain.

(b) Could the voltage divider rule be applied to the circuit in Figure 3? Explain your answer.

(a) 항상 저항 계산으로 병렬로 연결된 저항들은 각각을 각기하여 적용 가능하다.

(b)  $R_1, R_2$  쪽과  $R_3, R_4$  쪽에 걸리는 전압이 병렬이기 때문에 좋고,  $R_1, R_2$ ,  $R_3, R_4$  분 분기만 또 직접 연결하기  
2. As a check on your solution of the circuit in Figure 3, apply Kirchhoff's voltage law to each of two separate paths around the circuit. Show the application of the law.

실제 전압 양함

3. Show the application of Kirchhoff's current law to the junction of  $R_2$  and  $R_4$  of the circuit in Figure 3.

실제 전압 양함

4. In the circuit of Figure 3, assume you found that  $I_T$  was the same as the current in  $R_3$  and  $R_4$ .

(a) What are the possible problems?

(b) How would you isolate the specific problem?

실제 전압 양함

5. The circuit in Figure 6 has three equal resistors.

(a) If the voltmeter reads 48.0 V, find the voltage drop across  $R_1$ .  $V_1 = 98V$

(b) What is the source voltage?  $V_s = \frac{146V}{48+98}$

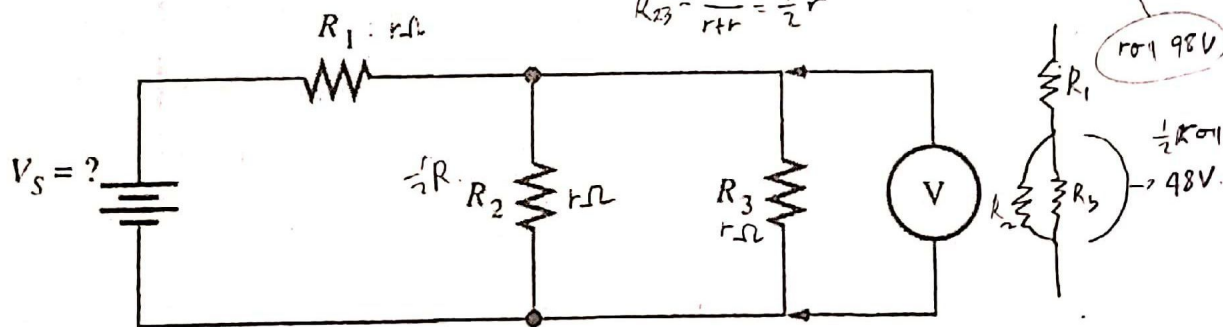


Figure 6

6. What basic rules determine if two resistors in a series-parallel combination circuit are connected in series or in parallel?

voltage divider rule 및 분배 법칙, KCL, KVL 이 적용된다.

다. 고찰 및 이론값 풀이.

1) 직렬 회로 실험에서 전체 저항  $R_T$ 를 측정한 결과  $3.98k\Omega$ 이 나왔는데, 이는 저항  $R_1, R_4$ 의 표기값은 모두 저항 값인  $4.58k\Omega$ 과  $R_1, R_4$ 의 측정값 모두 저항 값인  $4.474k\Omega$ , 두 저항 값의 비공정성을 때를 지어 보였다. 처음에는 배선의 문제가 아닐까 생각되어 교체도 해봤으나 딱 같았고 브레드보드도 칸을 옮겨 재배치해봤으나 역시 변함없었다. 그래서 측정이 옳다고 결론 지었다.

2) 직렬-병렬 혼합 회로 실험에서 Voltage Divider 계산식 이용을 위해 병렬로 연결된  $R_2$ 와  $R_3$ 를

합성저항 ( $R_o$ ) 식:  $R_o = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$  를 이용해  $R_{23} = 947\Omega$ 의 직렬 저항으로 치환했다.

본래 실험에서는 계산된 합성저항 값과 동일한 하나의 저항으로 교체하여 회로를 구성되게 되었는데, 조건에 맞는 저항은 없었는지 알아보았으나 저항  $R_2, R_3$ 를  $947\Omega$ 을 가지는 하나의 저항이 없다고 생각하여 실험을 진행했다.

3) 직렬-병렬 혼합 회로 실험에서  $V_1$ 과  $V_{2,3}, V_4$ 를 각각 Voltage Divider와 용이 방위를 이용해 계산한 값이 서로 일치하는 것을 확인할 수 있었다. 이는 Voltage Divider 식을 잘 살펴보면

모든 그런것인지 알 수 있다.  $V_1 = \frac{R_1}{R_o} \times V_{2,3} = \frac{R_1}{R_1 + R_{23} + R_4} \times V_{2,3} = R_2 \cdot I_{2,3}$   
따라서 두 결과 값이 같다.

4) 정리하자면, 직렬 회로 실험에서는 closed 와 open 회로 모두 KVL이 성립함을 확인할 수 있다

직렬-병렬 혼합 회로 실험에서는 등가 회로 제법을 이용해 복잡한 회로를 간소화 할 수 있었으며

$I_{2,3} = I_T$ 를 확인하여 KCL이 성립함을 확인할 수 있었다.