예비/실험 보고서
(3주차)

1. 실험제목 : 키르히호프 법칙과 Series & Parallel Circuits

2. 실험 목적.

가. 키르히호프 법칙.

- 직·병렬 회로에서의 키르히호프의 법칙을 실험을 통해 확인한다.

나. Series & Parallel Circuits

1) 옴의 법칙을 이용하여 직렬회로와 병렬회로에서 전류와 저항을 구한다.

2) 키르히호프의 법칙을 직렬회로와 병렬회로에 적용한다.

3. 실험 이론

가. 키르히호프의 전류 법칙 (Kirchhoff's Current Law)

1) 회로에서 접합점을 '세개 또는 그 이상의 도체가 만나는 점'이라고 할 때, '어느 접합점에서 전류의 대수적 합은 0'이라는 법칙을 말한다.

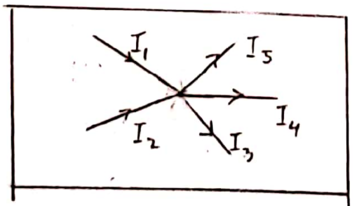

그림 1. 키르히호프의 전류 법칙
[$I_1 + I_2 = I_3 + I_4 + I_5$]

2) 그림 1에 1)을 적용하면 다음과 같은 식이 유도된다.

$$\Sigma I = 0, \quad \Sigma i_{in} - \Sigma i_{out} = 0, \quad I_1 + I_2 - (I_3 + I_4 + I_5) = 0$$

수식 1. 키르히호프의 전류 법칙.

나. 키르히호프의 전압 법칙 (Kirchhoff's Voltage Law)

1) 어떤 회로에서 '임의의 닫힌 회로의 경로'를 고리(loop)라고 할 때, '기전력과 관계되는 것과 저항의 전위차 등을 포함하여, 어느 고리에서 전위차의 대수적 합은 0이다' 라는 법칙을 말한다. 이를 식으로 표현하면 다음과 같다.

$$\sum_{n} v_n = 0$$

수식2. 키르히호프의 전압 법칙

2) 키르히호프의 전압 법칙을 다른 방식으로 해석하면, '고리에서 전압 상승의 합은 전압 강하의 합과 같다' 로 해석할 수 있다. 이를 수식으로 표현하면 다음과 같다.

$$\sum V_{rise} = \sum V_{drop}$$

수식3. 키르히호프의 전압법칙 (2)

다. 직렬 저항

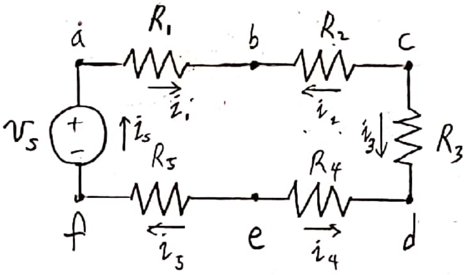

그림2. 직렬 회로.

1) 두 소자를 한 마디에 일렬로 연결하는 것을 직렬이라하며, 직렬로 연결된 소자들은 모두 같은 전류가 흐른다. 그림2에서 저항들은 직렬로 연결되어 있으며 다음 식이 성립한다.

$$i_s = i_1 = -i_2 = i_3 = -i_4 = i_5$$

수식4. 각 저항의 전류 사이 관계식.

2) i_s 방향을 강하로 정의하고 수식3을 이용해 그림 2를 해석하면, 다음과 같은 식이 성립한다.

$$i_s R_1 + i_s R_2 + i_s R_3 + i_s R_4 + i_s R_5 = V_s$$

$$V_s = i_s (R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5)$$

수식5. KVL을 이용한 그림2 해석.

3) 수식5에서 $R_1+R_2+R_3+R_4+R_5$는 하나의 저항(R_{eq})으로 대체될 수 있으며, 만약 k개의 저항들이 직렬로 연결되있을 경우 다음 식이 성립한다.

$$R_{eq} = \sum_{i=1}^{k} R_i = R_1 + R_2 + \cdots + R_k$$

수식6. 직렬 회로에서의 저항 관계식

라. 병렬 저항.

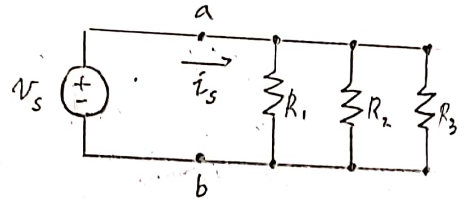

그림 3. 병렬 회로.

1) 두 소자가 한 마디 쌍에 연결하는 것을 병렬이라 하며, 병렬로 연결된 각 저항은 같은 전압을 가진다. 병렬 저항도 마찬가지로 그림3의 R_1, R_2, R_3에 흐르는 전류를 각각 i_1, i_2, i_3라고 할 때 KCL에 의해 다음식이 성립한다.

$$i_s = i_1 + i_2 + i_3$$

수식 7. 병렬회로에서의 전류

2) 병렬로 연결된 각 저항은 같은 전압이 걸리므로, 다음식이 성립한다.

$$i_1 R_1 = i_2 R_2 = i_3 R_3 = v_s ,$$

$$i_1 = \frac{v_s}{R_1},\ i_2 = \frac{v_s}{R_2},\ i_3 = \frac{v_s}{R_3}$$

수식 8. 그림3에서의 각 저항의 전류값

3) 수식8을 수식7에 대입하면 다음식이 성립한다.

$$i_s = v_s \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right),$$

$$\frac{i_s}{v_s} = \frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

수식 9. 그림 3에서의 저항간의 관계식.

4) 이때 병렬로 연결된 k개 저항들의 식은 다음과 같이 표현된다.

$$\frac{1}{R_{eq}} = \sum_{i=1}^{k} \frac{1}{R_i} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \cdots + \frac{1}{R_k}$$

수식 10. 병렬회로에서의 저항 관계식.

- 참고문헌 -

[1] James W. Nilsson · Susan A. Riedel (2019) 「회로이론」. (장우혁 외 9인, 옮김). pp.64-66. 서울 : 한티미디어. (원서출판 2015)

[2] 권민정 외 18인, "대학물리학", pp.381-382, 청문각, 2016