

RC시간상수 측정실험

1. 목적

직류전원에 의해 축전기에 전하가 충전 또는 방전되는 양상을 관찰하여 RC 회로의 전기적 특성을 대표하는 시간상수를 측정한다.

2. 이론

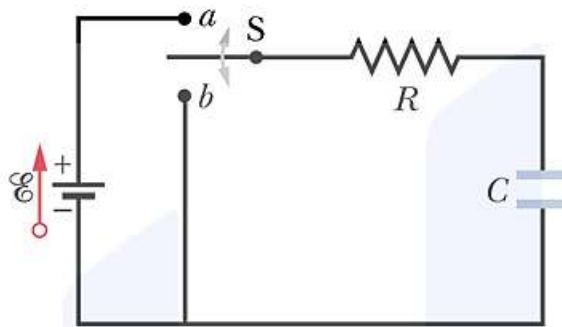


그림 1 RC 회로

기전력이 연결된 회로에 축전기 C 와 저항 R 을 직렬로 연결한 RC 회로에 키르히호프 제2규칙을 적용하면

$$R \frac{dQ}{dt} + \frac{1}{C} Q = \varepsilon \quad (1)$$

이 된다. 여기서 $Q(t)$ 는 축전기에 대전된 전하량이고, $i(t) = dQ/dt$ 는 저항을 통해 흐르는 전류이다. 기전력 ε 의 전지로 충전할 경우(충전과정)와 완전 충전 후(축전기 양단 전위차가 ε 일 때) 전지 없이 방전시킬 경우(방전과정) 축전기 양단 전위차 $V(t)$ 의 시간에 따른 변화는 각기 다음과 같다.

$$V_{\text{charge}}(t) = \frac{Q(t)}{C} = \varepsilon(1 - e^{-t/\tau}) \quad (2)$$

$$V_{\text{discharge}}(t) = \frac{Q(t)}{C} = \varepsilon e^{-t/\tau} \quad (3)$$

여기서 $\tau = RC$ 는 RC 회로의 시간상수이다.

3. 실험장치 및 기구

(1) PASCO RLC 회로 (Model CI-6512)

- . 저항 (100Ω, 1W; 33Ω, 5W; 10Ω, 10W)
- . 축전기 (100 μF, 16V; 330 μF, 16V)
- . 유도기 (8.2 mH @ 1 kHz, 6.5 Ω 최대 DC 저항)
- . 전원 공급기 (PASCO CI-6502, CI-6552)

(2) Banana plug (PASCO SE-9750, SE-9751)

(3) PASCO 750 인터페이스

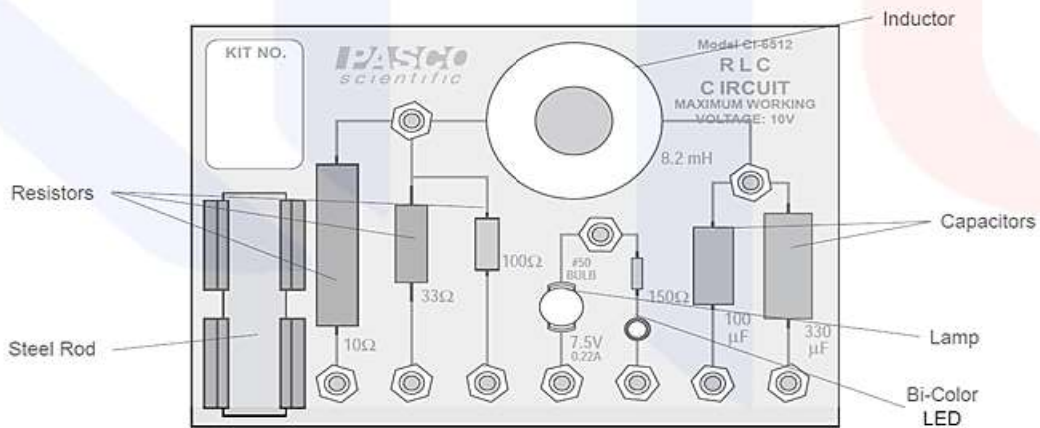
(4) 멀티미터



PASCO RLC 회로



인터페이스



PASCO RLC 회로

4. 실험방법

(1) 인터페이스, PASCO RLC 회로를 사용하여 [그림 1]의 회로를 구성한다. 이 때 저항은 10Ω , 축전기는 $100\mu\text{F}$ 을 연결한다.

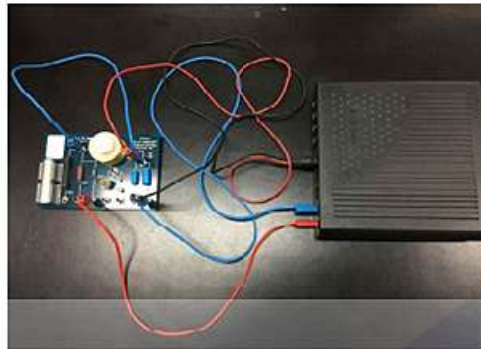


그림 2 RC 회로

(2) Data Studio에서 [그림 3]에서 가장 오른쪽 동그라미부분을 클릭하면 다음과 같이 Signal Generator가 나온다. 여기서 Signal 종류를 DC Voltage로 바꾸어주고, DC Voltage 값은 5V로 입력하고, Auto는 해제한다.

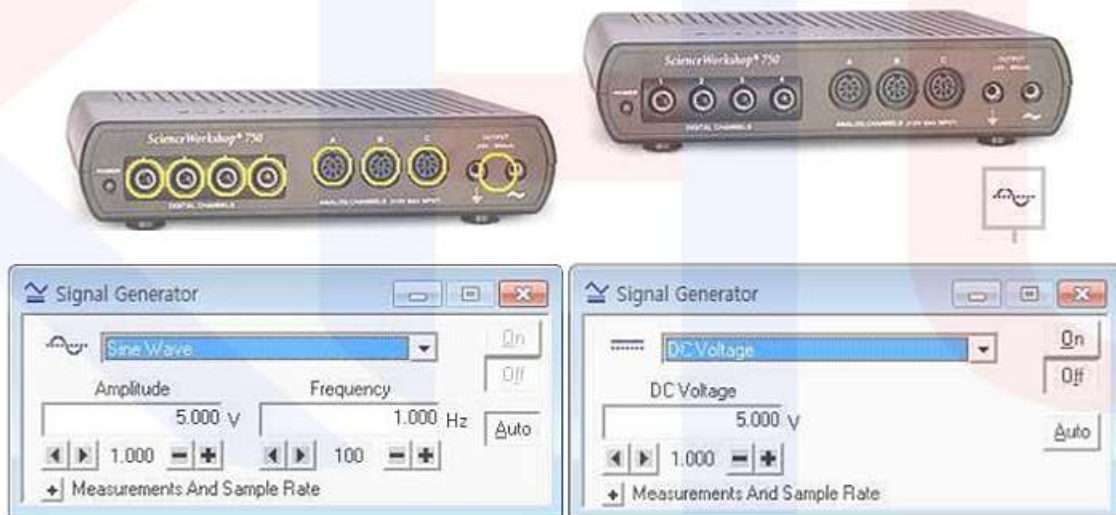


그림 3 인터페이스 Signal 설정

(3) 인터페이스와 연결한 Voltage Sensor를 인터페이스 포트 A, B, C 중 하나와 연결된 부분을 찾아 [그림 4]와 같이 설정하고 Sample rate를 5000Hz로 선택한다. Voltage Sensor 부분에 Graph와 Table을 끌고와서 연다.

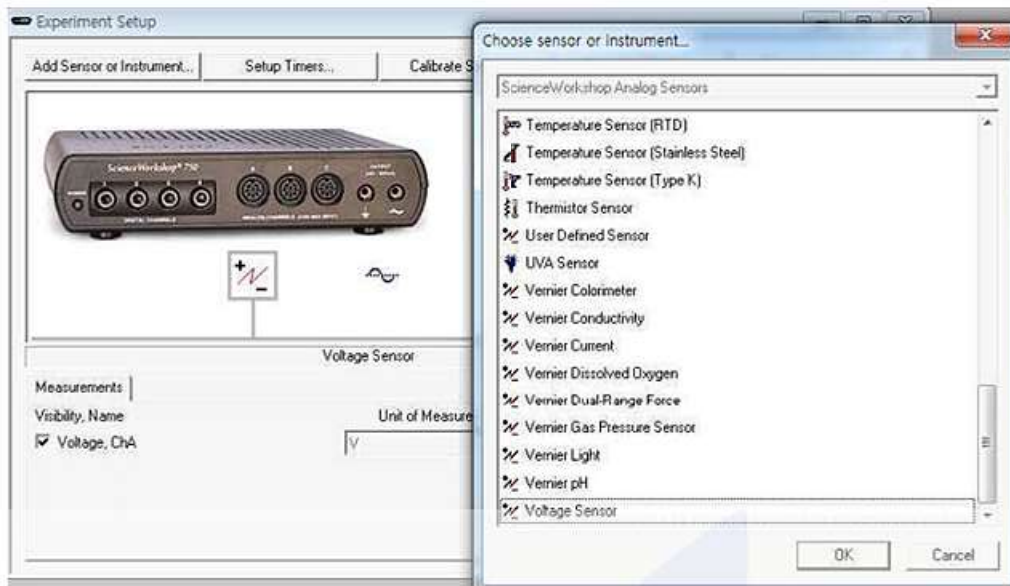


그림 4 인터페이스 Voltage Seonsor 설정

(4) Data Studio에서 Start 버튼을 누르고, Signal Generator의 On 버튼을 눌러 전압을 인가한다. 충분히 시간이 흐른 후에 Off 버튼을 눌러 전압을 차단한다. 이를 통해 [그림 5]와 같은 Graph와 Table을 얻는다. [그림 5]에서 왼쪽 점선은 전압을 인가한 시점이고 오른쪽 점선은 전압을 차단한 시점이다.

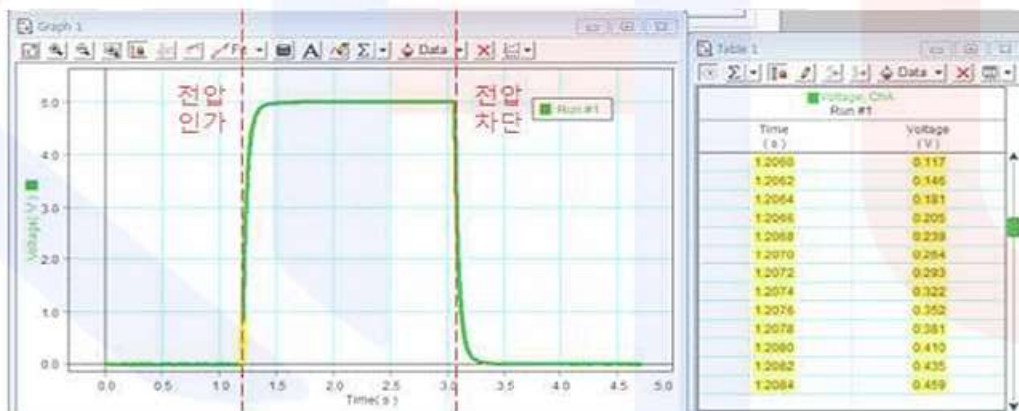


그림 5 실험 Graph와 Table

(5) Table에서 전압을 인가한 순간부터 전압이 $3.16\text{V}(5\text{V} \times (1 - e^{-\tau/\tau}) = 3.16\text{V})$ 가 될 때까지 걸린 시간을 기록한다. 또한, 전압을 차단한 순간부터 전압이 $1.84\text{V}(5\text{V} \times e^{-\tau/\tau} = 1.84\text{V})$ 가 될 때까지 걸린 시간을 기록한다. 이때, Graph에서 드래그하여 곡선의 일부를 선택하면 Table에서 그 위치를 쉽게 찾을 수 있다. [그림 5]에서 노란 부분이 드래그를 하여 선택한 구간이다.

(6) 과정 (4)~(5)를 저항값(10Ω , 33Ω , 100Ω)과 전기용량 값($100\mu\text{F}$, $330\mu\text{F}$)을 바꾸어가며 반복하고, 각 경우 RC 시간상수값이 어떻게 변화하는지 관찰한다.