멀티미터 및 오실로스코프 작동법

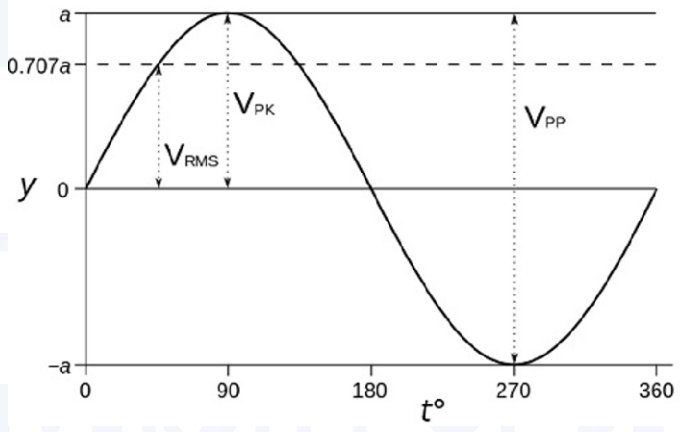
1. 실험 목적

전자기학 실험에 쓰이게 될 함수발생기와 오실로스코프, 멀티미터 등의 측정 장비를 사용하는 방법과 측정법을 숙지한다.

2. 이론

2.1. 교류전압

전압이란 전기 회로에서 두 지점 간의 전위차를 의미하고, 교류란 시간에 따라 주기적으로 변하는 전류를 의미한다. 교류전압이란 시간에 따라 주기적으로 변하는 전압을 의미한다. 교류전압의 종류로는 정현파(sine wave), 구형파(square wave), 삼각파(triangle wave) 등이 있다. 멀티미터 또는 오실로스코프는 눈에 보이지 않는 전기 신호를 사람이 측정할 수 있도록 해주지만, 이 둘이 측정하는 값은 서로 다를 수도 있다.



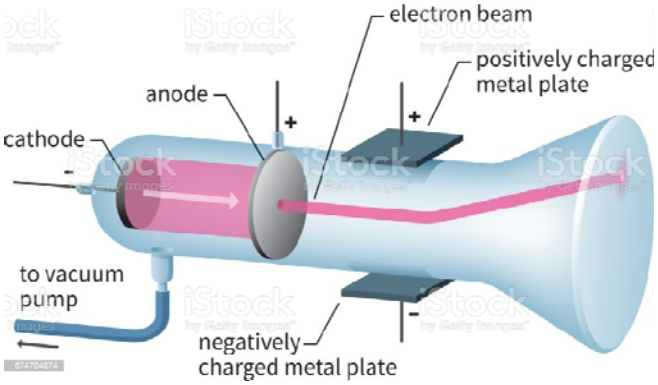
[그림 1] 정현파의 파형

[그림 1]과 같은 교류전압의 그래프에서 다음 세 종류의 전압을 읽어낼 수 있다.

- V_{pk} : Peak Voltage로, 교류전압에서 양의 최댓값을 의미
- V_{p-p} : 양-음 최댓값의 차이
- V_{rms} : Root mean square(RMS) 전압

이 때 V_{p-p} 전압이 바로 오실로스코프의 측정값이고, V_{rms}가 멀티미터의 측정값이다. 따라서 오실로스코프와 멀티미터의 측정값은 다르지만, 파형의 종류에 따라 둘 사이에 일정한 변환관계는 성립한다. 예를 들어 정현파에서 V_{rms}는 [그림 1]에 표시된 것처럼 진폭의 0.707배에 해당한다.

2.2. 오실로스코프



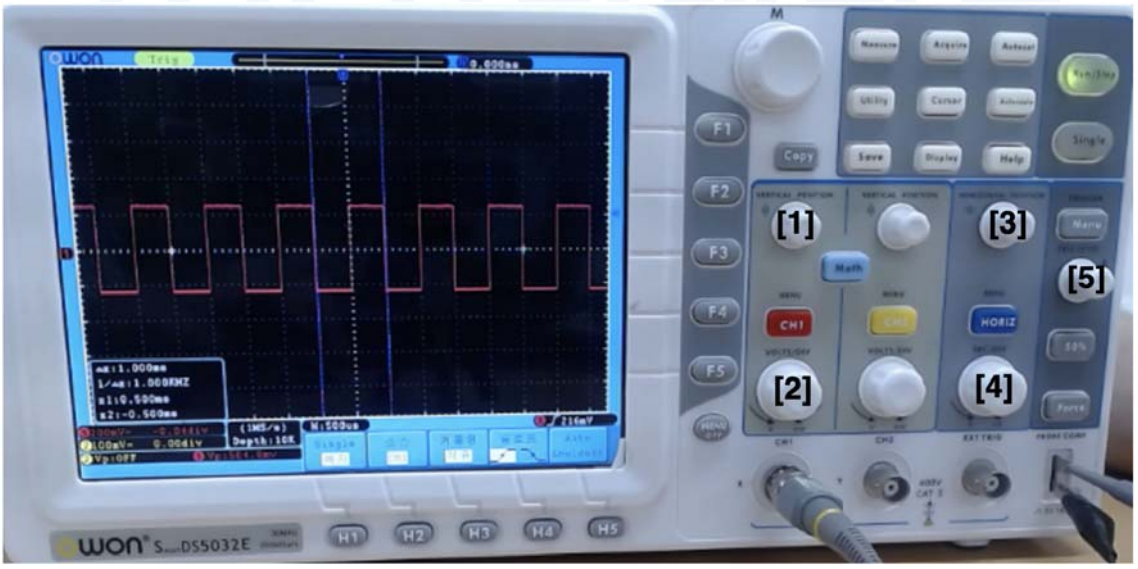
[그림 2] 오실로스코프의 음극선관 구조

오실로스코프의 동작 원리는 다음과 같다. 먼저 그림 상의 왼쪽에 있는 전자총으로부터 전자 빔이 흰색 화살표를 따라 발사된다. 이 때 오실로스코프에 교류 전압이 걸려 있다면, 전자빔의 이동 경로 위/아래에 있는 평행판 축전기에 의해 전자빔의 경로가 휘면서 오른쪽 형광판에서 빛을 방출하여 오실로스코프의 디스플레이 화면에서 파형을 관측할 수 있다.

이러한 아날로그 방식의 오실로스코프는 수집한 신호를 저장하기 어렵고 단발적인 신호를 포착하기 어렵다는 단점을 가지고 있어서, 최근에는 변환회로를 통해 이러한 신호를 디지털로 변환하는 디지털 오실로스코프가 널리 사용된다.

3. 실험 장치

3.1. 오실로스코프

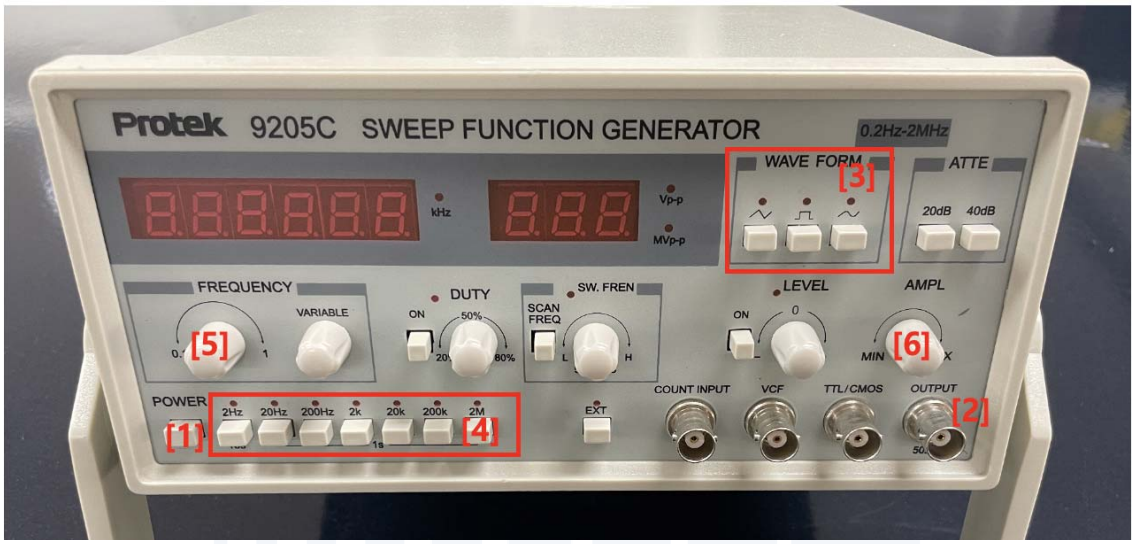


[그림 3] 오실로스코프의 전면부

[1] Vertical Position : 파형을 수직 방향(전압 방향)으로 이동
[2] VOLTS/DIV : 수직축(전압)의 스케일 조정

[3] Horizontal Position : 파형을 수평 방향(시간 방향)으로 이동
[4] TIME/DIV : 가로축(시간)의 스케일 조정
[5] Trigger : 트리거 진폭을 설정하면 그 이상의 신호만 수집

3.2. 함수 발생기



[그림 4] 오실로스코프의 전면부

[1] 전원 스위치(Power)
[2] 출력(OUTPUT) : 파형 선택 단자로 선택된 파형의 출력 연결부
[3] 파형선택 단자 : 정현파, 삼각파, 구형파 단자 중 1개를 누르면 원하는 파형을 조정
[4] 주파수 범위 선택 단자 : 7개의 범위 중 1개를 선택하면 원하는 주파수 범위를 선택

주파수 범위	원하는 출력파형
1	0.02Hz ~ 2Hz
10	2Hz ~ 20Hz
100	20Hz ~ 200Hz
1k	200Hz ~ 2kHz
10k	2kHz ~ 20kHz
100k	20kHz ~ 200kHz
1M	200kHz ~ 2MHz

[5] 주파수 다이얼 : 다이얼을 조정하면, 주파수 범위 검파기가 정해진 범위 내에서 출력 주파수를 결정
[6] 진폭(AMPLITUDE) : 단자를 조정하여 출력신호의 진폭을 조절

3.3. 디지털 멀티미터

[그림 5] 멀티미터 사진

[1] 흑색 테스트 리드를 COM 단자에 삽입
[2] 적색 테스트 리드를 측정하려는 물리량에 따라 나머지 세 단자 중 하나에 삽입
[3] 로터리 스위치를 OFF 상태에서 측정하려는 물리량의 단위에 맞추어 돌린다.
[4] 파란색 버튼을 누르면 측정하고자 하는 물리량을 바꿀 수 있다.

3.4. 케이블

프로브	BNC 케이블(동축 케이블)	테스트 리드

5. 실험 방법

5.1. 오실로스코프의 신호감쇠(Attenuation)

1) 오실로스코프의 전원을 켠 후 프로브를 연결한다. 이 때, 프로브를 X10으로 맞춘다.
2) 프로브의 한 쪽 끝은 CH 1(채널 1) 단자에, 나머지 끝은 PROB COMP에 연결한 후 집게는 접지 단자에 연결한다.
3) 화면에 구형파의 모양이 잘 나오지 않는다면 드라이버를 이용해 프로브 끝의 조절나사를 돌려 구형파가 나오도록 한다.
4) CH 1 버튼을 누르면 나오는 하단 메뉴에서 '프로브'를 'X10'으로 놓는다.
   * 입력된 신호가 1/10로 감쇠되었다는 것을 오실로스코프에게 알려주어서 원래 신호를 회복하도록 해주는 작업
4) 이 때 V_{p-p}값이 0.5V가 아니라 정상적으로 5V가 나오는 것을 확인한다.
   * 오실로스코프에 허용 전압 이상의 강한 전압이 가해지면 스코프가 손상될 가능성이 있기 때문에, 프로브로 입력 전압을 감소시킨다. 그러나 이번 실험에서는 오실로스코프가 감당할 수 있는 정도의 전압만 가하므로, 이후 오실로스코프의 영점조절을 할 때 말고는 프로브 대신 BNC 케이블(동축 케이블)을 직접 이용하기로 한다.

5.2. 정현파의 측정

5.2.1. 정현파의 주기와 주파수 측정

1) 함수 발생기(Function Generator)와 오실로스코프를 BNC 케이블로 연결하고 주파수를 조절하여 1kHz의 정현파가 되도록 한다.
2) 함수 발생기의 전압을 조절하여 오실로스코프에서 진폭이 1V가 되도록 한다.
3) 전압 진폭을 1V로 계속 고정하고, 주파수를 변화시키며 오실로스코프 화면에 나타난 파형을 관측하고 진폭과 주기를 측정한다.
4) 측정된 주기로부터 주파수를 계산하여 [표 1]을 완성한다.

5.2.2. 정현파의 전압 측정

1) 함수 발생기의 주파수 출력을 1kHz로 놓고 오실로스코프에서 진폭이 1V인지 확인한다.
3) 멀티미터를 교류 전압 측정 모드로 놓고 함수 발생기에서 나오는 신호의 전압을 측정하여 [표 2]에 기록한다.
4) BNC 케이블을 다시 오실로스코프에 연결하고 함수 발생기의 전압조절(Amplitude) 다이얼을 조정하여 신호 발생기의 출력 신호 전압을 2V로 조정한다.
5) 위의 절차 (3)에 따라 함수 발생기의 출력 전압을 멀티미터로 측정한다.
6) 위의 단계를 반복적으로 수행하여 함수 발생기의 출력 전압을 변화시키면서 오실로스코프에서 관찰되는 진폭과 교류전압계로 측정한 전압을 [표 2]에 기록한다.
7) 오실로스코프에서 관찰되는 진폭과 교류전압계로 측정한 전압이 일치하는지 확인하고, 일치하지 않는 경우 둘 사이의 관계를 고찰한다.

5.3. 구형파(square wave)의 주기와 폭 측정

1) 함수 발생기의 출력을 오실로스코프의 입력단자와 연결하고, 화면을 보면서 V_{p-p}가 1V

이고 1kHz의 주파수를 갖는 구형파를 발생하도록 설정한다.

* 함수 발생기의 "Duty" 버튼은 duty cycle을 의미하며, (신호의 양의 시간폭)/(주기)에 해당한다. 이번 실험에서는 duty cycle이 50%인 대칭 구형파를 사용할 수 있도록 버튼을 돌려준다.

2) 멀티미터를 교류 전압 측정 모드로 놓고 신호 발생기에서 나오는 신호의 전압을 측정하여 표에 기록한다.

서울시립대학교
UNIVERSITY OF SEOUL

6. 측정 결과

학과/분반		실험 일시	
실험 조		작성자	

6.1. 오실로스코프의 초기 설정(영점조절)

표 1.

(촬영한 파형 사진 첨부)

VOLTS/DIV		V_{p-p}	
TIME/DIV		주기	

6.2. 정현파의 측정

6.2.1. 정현파의 주기와 주파수 측정 (진폭 1V)

(촬영한 파형 사진 첨부)

** 함수발생기에서 출력한 주파수와 오실로스코프에서 측정한 주파수가 일치하는지 관찰

** 1MHz 주파수의 정현파를 대표로 촬영하여 첨부

표 2.

함수발생기 출력주파수	1kHz	50kHz	100kHz	500kHz	1MHz
TIME/DIV					
주기(s)					
주파수(Hz)					

6.2.2. 정현파의 전압 측정

표 3.

오실로스코프 측정 진폭(V_0)	1V	2V	3V	4V	5V
멀티미터 전압 (V_m)					

* 멀티미터 측정 전압과 오실로스코프의 측정 전압 진폭의 차이를 고찰

6.3. 구형파의 주기 측정($V_{p-p} = 1\,V$)

표 4.

함수발생기 출력 주파수	1kHz	50kHz	100kHz	500kHz	1MHz
TIME/DIV					
주기(s)					

서울시립대학교
UNIVERSITY OF SEOUL

7. 고찰 사항

1. 오실로스코프에서는 교류 전압이 시간에 따라 변화하는 것을 볼 수 있다. 본 실험에서는 정현파와 구형파, 두 종류의 파형에 대한 실험을 진행하는 데, 정현파와 구형파에 대해 알아보고 이 둘의 특성을 찾아보라.

2. 6.2.2. 정현파의 전압측정실험 결과에서 오실로스코프에서 관찰되는 신호의 진폭(즉, 최대전압)은 멀티미터로 측정한 교류전압과 일치하는가? 일치하지 않는다면 그 이유는 무엇인가? 또한 둘 사이에는 일정한 관계가 성립하는가?

3. 오실로스코프로 전기회로를 측정하면 어떤 장점이 있을까? 전기회로 또는 다른 여러 분야에서 오실로스코프가 가지는 중요성과 다양한 활용성에 대해 생각해보자.

서울시립대학교
UNIVERSITY OF SEOUL