

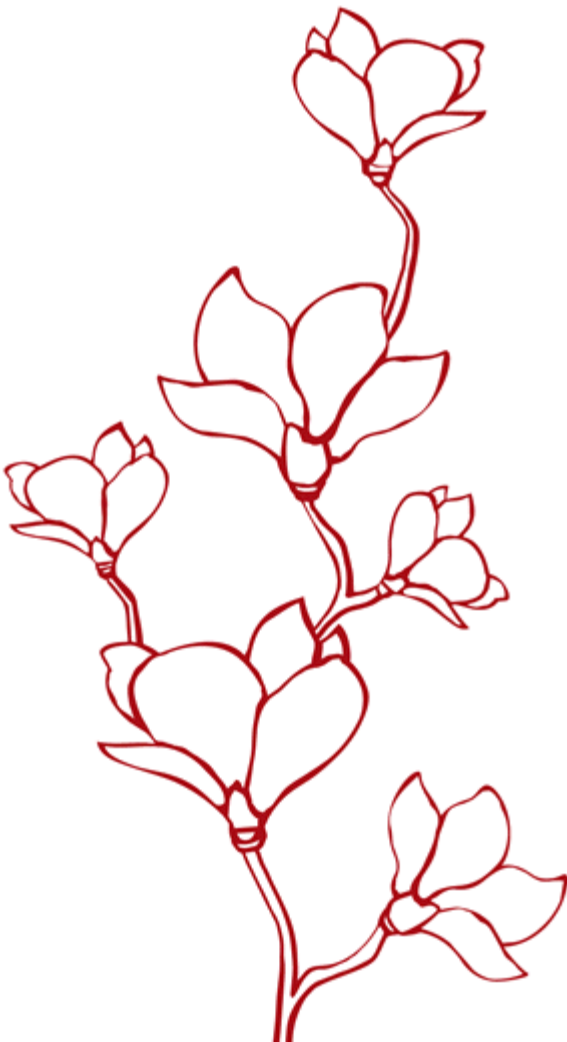
Equipments

생체의공실험 (BME20800)

예비 및 결과 보고서



KYUNG HEE
UNIVERSITY



담당 교수	이상민 교수님
담당 조교	오지현 조교님, 한승주 조교님
제출일	2020. 11. 19. 목.
소속	경희대학교 전자정보대학 생체의공학과
학번	2019103877
이름	이규린

1. 실험 주제

Equipments

2. 실험 방법

가. 신호 간 연산

- When using an oscilloscope, describe how to add or subtract two signals and display the output result
- Why do we need a trigger signal when using an oscilloscope?

나. 100Hz, 5Vpp sine wave

- Create a 100Hz, 5Vpp sine wave using the function generator
- Calculate the average, maximum and RMS values of this signal
- Measure the output voltage using a multimeter
- What does the measured value refer to

다. 100Hz, 5Vpp triangular wave

- Create a 100Hz, 5Vpp triangular wave using a function generator
- Repeat above

라. oscilloscope probe & built-in frequency generator 연결

- Connect the oscilloscope probe to the built-in frequency generator (test terminal)
- Observe and photograph the waveform
- Measure peak, frequency and period

마. 15Vpp, 17.5kHz, sine wave

- Setup function generator
- 15Vpp, 17.5kHz, sine wave
- Observe and photograph the wave form
- Measure peak, frequency and period

바. 5Vpp, 2kHz, triangle wave

- Setup function generator
- 5Vpp, 2kHz, triangle wave
- Observe and photograph the waveform
- Measure peak, frequency and period

3. 실험 과정, 결과 및 해석

가. 신호 간 연산

- 1) When using an oscilloscope, describe how to add or subtract two signals and display the output result.



오실로스코프로 두 신호를 add 혹은 subtract하는 방법은 Ch1과 Ch2에 각각 원하는 두 신호를 연결해주고, 오실로스코프 중에 MATH라고 표시되어 있는 분홍색 버튼을 눌러준다. 비록 우리 실험실에서 두 개의 function generator를 이용해 두 채널이 실제로 두 signal을 넣어서 연산하는 과정은 볼 수 없었지만, math 버튼을 눌렀을 때에 add 기능, subtract 기능 등이 있음은 확인하였다. 이후의 실험에서 math 기능 중 subtract 기능을 사용하는 경우가 있기도 하고, 이번 실험에서는 실제 동작 모습은 생략하도록 한다.

2) Why do we need a trigger signal when using an oscilloscope?

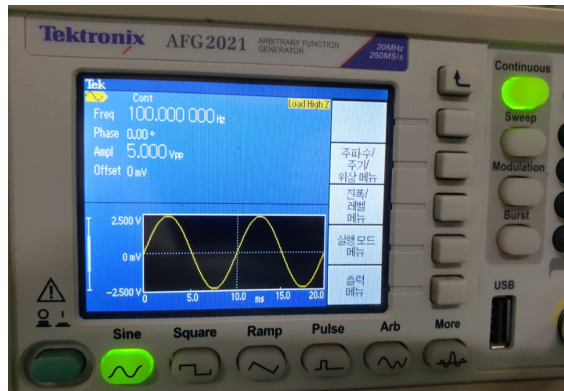
오실로스코프에서의 trigger signal이란, 그 signal의 전압의 trigger level에 따라(보통 특정 파형의 edge에서 triggering을 시작한다) 그 트리거 전압을 넘는, 혹은 넘지 않는 지점부터 오실로스코프가 display 출력을 시작하는 것을 말한다. 이러한 triggering 기능의 존재 이유는 반복적인 파형을 안정적으로 표시할 수 있게 하거나 화면상에서 움직임이 없게 하여 편리한 관찰을 위함이다. trigger level이 올바르게 설정되지 않으면 불안정하게, 혹은 빈 화면이 display된다.

triggering 방식에는 여러 가지가 있는데, 가장 기본적인 것은 edge 방식이다. Edge 방식에는 positive edge(positive slope)와 falling edge(negative slope)가 있다. Positive edge trigger는 파형이 상승할 때 triggering point를 잡는 방식이고 falling edge는 파형이 하강할 때 triggering point를 잡는 방식이다.

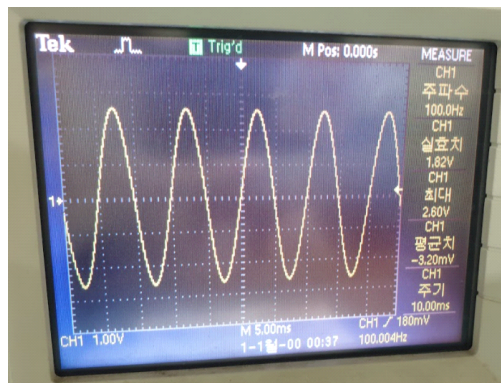
이러한 trigger에는 Normal, Single, Auto, Stop 모드가 있는데, 먼저 Normal 모드는 트리거 소스가 특정 조건을 만족시킬 때마다 계속 업데이트를 해주고, Single 모드는 트리거 소스가 특정 조건을 만족시키는 경우 업데이트를 하고 그 이후에는 조건을 만족시키더라도 업데이트를 하지 않는다. Auto 버튼을 누르면 output 파형을 연속적으로 보여주되, trigger 소스가 사용자가 지정한 조건을 만족시킬 때를 기준으로 한다. Stop 버튼은 현재 화면을 정지시키는 경우로, Normal 모드나 Auto 모드에서 사용하면 화면을 정지시킨 후에 파형을 저장하거나 프린트하거나 분석할 수 있게 한다. 특정 신호의 변화를 특정한 상태에서 관찰하고 싶을 때에는 flag 신호를 두어, flag가 바뀌는 순간에 트리거링을 하면 특정 상태에서의 신호 변화를 관찰할 수 있게 된다.

나. 100Hz, 5Vpp sine wave

1) Create a 100Hz, 5Vpp sine wave using the function generator.

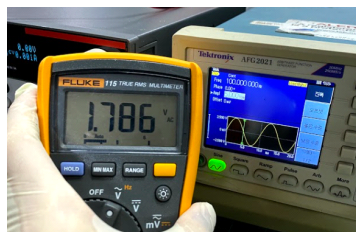


2) Calculate the average, maximum and RMS values of this signal.



average	maximum	RMS
-3.20mV	2.6V	1.82V

3) Measure the output voltage using a multimeter.



4) What does the measured value refer to?

측정방법	오실로스코프			멀티미터
	average	peak	RMS	
이론값	0V	2.5V	1.7678V	
실험값	-3.20mV	2.6V	1.82V	1.786V
오차율		4%	2.95%	1.03%

① 오실로스코프로 측정한 average, maximum, RMS

오실로스코프에서 peak, 즉 maximum은 입력된 signal 파형의 display된 화면 안에서의 maximum 값이고, average 값은 그 파형의 V값에 대한 평균을 나타낸 것이다. 그리고 실효치 (실효값, effective value), 즉 RMS(root - mean - square)는 한 주기 내의 그 모든 함수 값들을 전부 제곱하여 더해주고, 그 함수 주기로 나누어, 즉 평균 취한 것을 다시 제곱근을 취해준 값이다. RMS를 파형의 특성 중

하나로 사용하는 이유는 average, peak만으로는 파형 특성을 모두 나타낼 수 없기 때문에, 특히 교류 전압에서는 전압의 크기는 같고 부호가 다른 신호는 서로 상쇄되기 때문에 평균값을 제대로 구할 수 없기 때문에 평균값 대신 그 파형의 특성을 나타내는 값으로 사용된다. 실제로 우리가 오실로스코프로 측정한 signal의 average 값은 -3.20mV로, input voltage가 5Vpp인 sine wave라 양과 음의 값이 상쇄되어 0V와 비슷하게 평균값이 나왔다. 이론상으로는 sin파이기 때문에 average 값이 0이 되어야 하지만 실제로는 측정시 analog적 요소가 있는 기기이기 때문에 noise 등 영향에 의해 0에 가까운 값이 나타나게 되었다.

② sine wave의 RMS

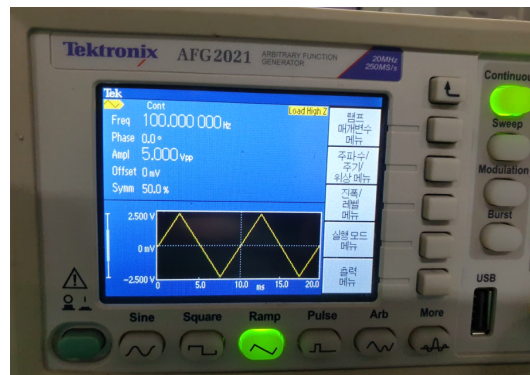
sin 파의 RMS 값은 $\frac{\text{진폭}}{\sqrt{2}}$ 과 같다. 우리가 설정한 100Hz, 5Vpp sine wave에서 진폭은 2.5V인데, $2.5/\sqrt{2} = 1.7678 \text{ V}$ 가 이 sin 파의 RMS 이론값으로 측정값 1.82V는 이와 비슷하게 나왔음을 알 수 있다. 오차율 2.95%로 적은 편이다.

③ 멀티미터로 측정한 RMS

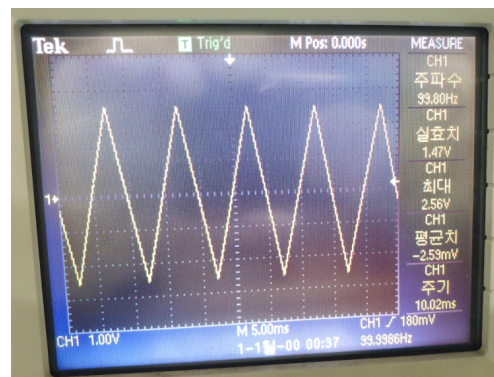
멀티미터를 이용해 그라운드와 노드 사이의 전압을 구할 수 있다. 멀티미터는 파형을 알아서 고려하여 RMS의 값으로 결과를 출력하는데, 우리가 멀티미터로 측정한 값은 1.786V로 오차율은 1.03%, 즉 이론값 1.7687V와 비슷하게 측정됨을 확인할 수 있다.

다. 100Hz, 5Vpp triangular wave

1) Create a 100Hz, 5Vpp triangular wave using a function generator

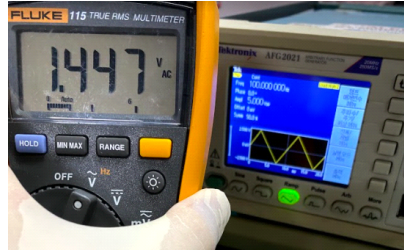


2) Calculate the average, maximum and RMS values of this signal.



average	maximum	RMS
-2.53mV	2.56V	1.47V

3) Measure the output voltage using a multimeter.



4) 결과 해석

측정방법	오실로스코프		멀티미터	
	average	peak	RMS	
이론값	0V	2.5V	1.4434V	
실험값	-2.53mV	2.56V	1.47V	1.447V
오차율		2.4%	1.84%	0.25%

① 오실로스코프로 측정한 average, maximum, RMS

마찬가지로 오실로스코프에서 measure 기능으로 average, peak, RMS를 구할 수 있다. 측정 결과 average는 -2.53mV로, input voltage가 5Vpp인 triangular wave라 양과 음의 값이 상쇄되어 0V와 비슷하게 평균값이 나왔다. 이론상으로는 triangular 파이기 때문에 average 값이 0이 되어야 하지만 실제로는 측정 시 analog적 요소가 있는 기기이기 때문에 noise 등 영향에 의해 0에 가까운 값이 나타나게 되었다.

② triangular wave의 RMS

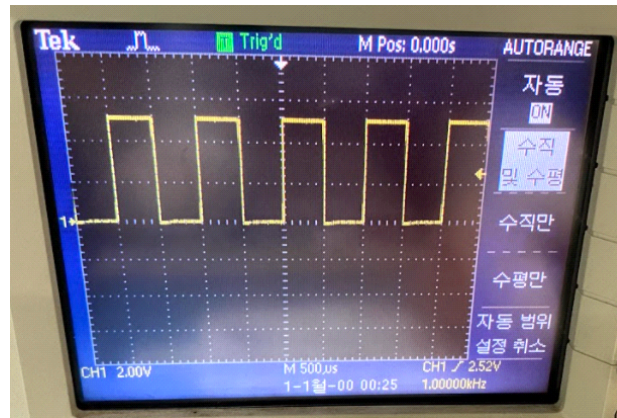
triangular 파의 RMS 값은 $\frac{\text{진폭}}{\sqrt{3}}$ 과 같다. 우리가 설정한 100Hz, 5Vpp triangular wave에서 진폭은 2.5V인데, $2.5/\sqrt{3} = 1.4434 \text{ V}$ 가 이 삼각 파의 RMS 이론값으로 오실로스코프의 측정값 1.47V는 이와 비슷하게 나왔음을 알 수 있다. 오차율 1.84%로 적은 편이다.

③ 멀티미터로 측정한 RMS

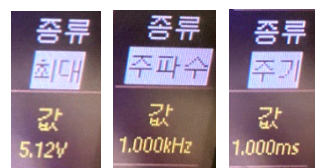
멀티미터로 측정한 RMS 값은 1.447V로 오차율은 0.25%, 즉 이론값 1.4434V와 비슷하게 측정되었음을 확인할 수 있다.

라. oscilloscope probe & built-in frequency generator 연결

- 1) Connect the oscilloscope probe to the built-in frequency generator (test terminal)
- 2) Observe and photograph the waveform



3) Measure peak, frequency and period



peak	frequency	period
5.12V	1kHz	1ms

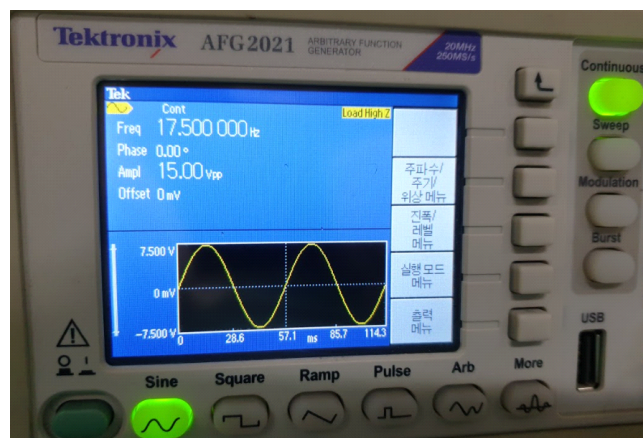
4) 결과 해석

probe를 사용하기 전 probe를 oscilloscope와 전기적 특성이 맞도록 설정한다. 오실로스코프의 probe 보정 단자에 probe를 연결하였다. 이를 통해 probe가 제대로 작동하고 있는지 알 수 있는데, 사각파가 제대로 뜨고 있으므로 이 probe는 제대로 작동하고 있다. 사각파인 이유는 probe comp에서 사각파가 나오도록 설정되어 있기 때문이다. probe에 문제가 있다면 사각파의 파형이 변형되어 나타나므로 문제 원인 파악이 가능하다.

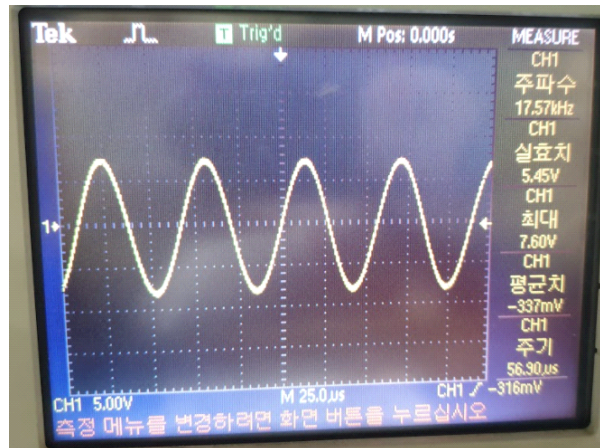
또한, Built-in frequency generator의 peak-to-peak value는 5V, frequency는 1kHz인 것과 비교하면 오차율은 각각 2.4%, 0%로 프로브의 세팅이 상당히 정밀하게 되어 있음을 알 수 있다. 측정된 주파수는 1kHz, 측정된 주기는 1ms로, 주파수와 주기는 역수 관계($f = \frac{1}{T}$)임을 실험적으로 확인할 수 있다.

마. 15Vpp, 17.5kHz, sine wave

1) Setup function generator 15Vpp, 17.5kHz, sine wave



- 2) Observe and photograph the wave form
- 3) Measure peak, frequency and period



peak	frequency	period
7.60V	17.57Hz	56.9us

4) 결과 해석

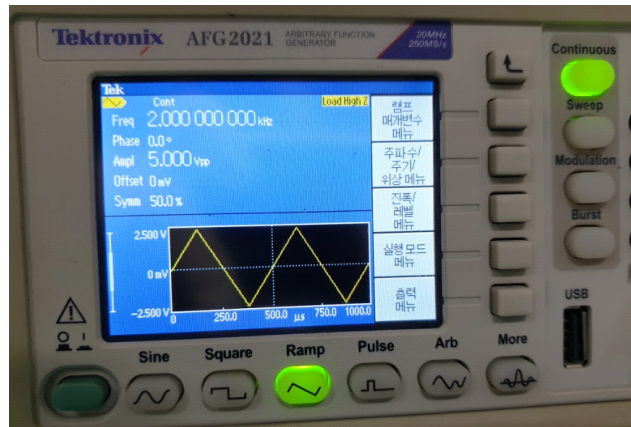
function generator에서 15Vpp, 17.5kHz, sine wave를 설정해준 후 오실로스코프를 이용해 파형을 분석한 결과, 표의 결과와 같았다.

	peak	frequency	period
이론값	7.5V	17.5kHz	57.14us
실험값	7.60V	17.57Hz	56.9us
오차율	1.3%	0.4%	0.4%

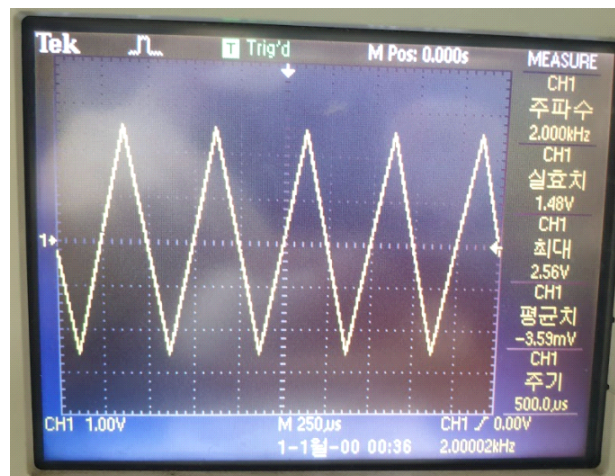
주파수는 진동하는 신호의 단위당 진동 횟수이고, 주기는 신호가 시간적 반복성을 띄는 경향이다. 이론값의 경우, 15Vpp의 sine wave가 function generator에서 만들어졌으므로 peak 값은 이 Vpp 값의 절반인 7.5V가 되어야 한다. 그리고 frequency는 설정해준 17.5kHz와 동일하게 나와야 하고, period도 이에 따라 frequency 값을 역수 취해 주면 57.14us라는 값이 나와야 한다. 실제 측정값과 이론값을 비교해본 결과, 표의 오차율 항목 값처럼 약 1% 전후로, 이론과 매우 비슷하게 측정되었음을 확인할 수 있다.

바. 5Vpp, 2kHz, triangle wave

- 1) Setup function generator 5Vpp, 2kHz, triangle wave



- 2) Observe and photograph the waveform
- 3) Measure peak, frequency and period



peak	frequency	period
2.56V	2kHz	500us

4) 결과 해석

	peak	frequency	period
이론값	2.5V	2kHz	500us
실험값	2.56V	2kHz	500us
오차율	2.4%	0%	0%

측정 결과, 이론값의 peak, frequency, period 값과 실험값의 그것들과는 매우 비슷하게 측정이 되었다.

4. 결과 검토, 분석 및 결론

오실로스코프를 이용하여 시간에 따른 입력전압의 변화를 관찰할 수 있고, 이것의 measure 기능을 사용해 실험자가 원하는 범위의 측정이 가능하다. 또, 오실로스코프의 math 기능으로 신호간 연산(add, subtract 등)이 가능하다. 오실로스코프 사용 시 신호를 안정적으로 display 시켜 관찰하기 위해 triggering 기능 중 Auto 모드 등을 사용할 수 있다.

function generator를 통해 원하는 주파수, 진폭, 파형의 신호를 발생시킬 수 있고, 이를 오실로스코프를 통해 average, peak, frequency, period, RMS를, 멀티미터를 통해 RMS 값을 측정할 수 있다. sine파인지, 삼각파인지에 따라 그것의 RMS값은 $\frac{\text{진폭}}{\sqrt{2}}$ 이고 $\frac{\text{진폭}}{\sqrt{3}}$ 이기 때문에 이론적인 값과 비교할 수 있다. 이 RMS는 전자 분야에서 교류 전압 분석 시 의미 있게 사용되는 값이므로 앞으로 많이 측정을 하게 될 것이다.

오실로스코프의 probe와 built-in frequency generator를 연결하여 probe가 제대로 작동하고 있는지 확인할 수 있다. DC power supply, function generator 등을 이용하여 회로에 전압을 인가할 수 있고, 오실로스코프, 멀티미터 등의 다양한 계측기기를 사용하여 분석을 하여 회로의 특성을 파악할 수 있다.

5. 배운 점 및 느낀 점

앞으로 하게 될 많은 실험들에 앞서 기본적인 장비를 다루어보는 실험이었다. 1학년 때 물리학 및 실험2 과목에서 오실로스코프나 멀티미터를 사용한 적이 있기는 하나 제대로 잘 모르고 사용한 것이었기 때문에 아쉬움이 조금 있었는데 이번 학기의 생체의공실험 이번 실험 시간을 통해 제대로 된 기본을 배우게 된 것 같아 뿌듯하다.