

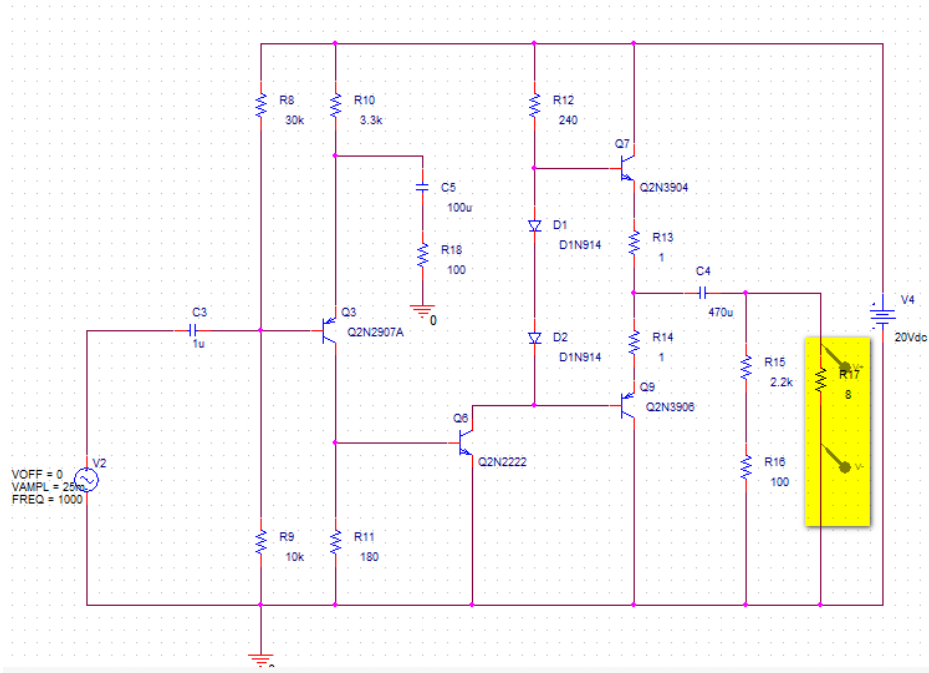
# 피드백 증폭기



1. Pspice Simulation
2. Breadboard Result
3. Circuit result
4. Creativity and improvement

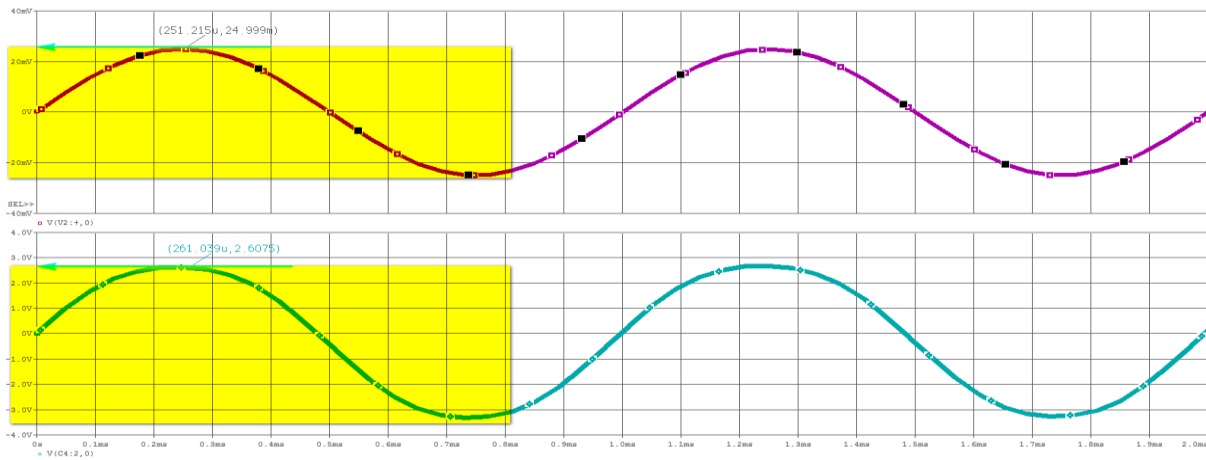
# 1. Pspice Simulation.

a. Pspice 를 이용하여 피드백이 없는 증폭기 회로를 구성하시오.



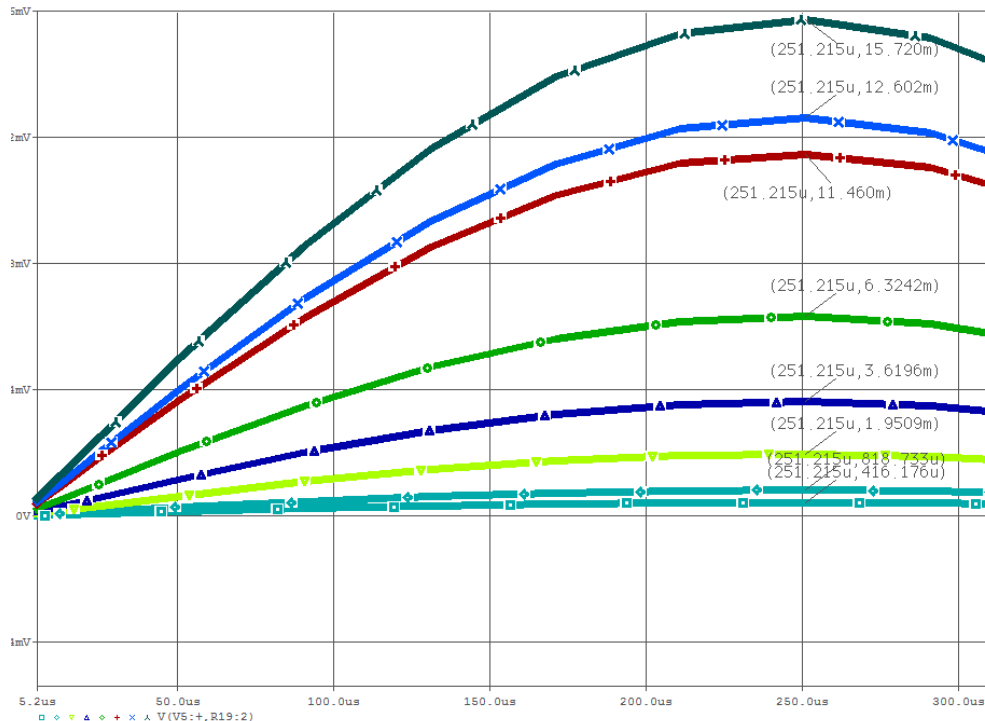
b. 다음 절차를 따라 이득, 입력저항, 주파수응답(대역폭)을 구하시오.

i. 1Khz, 25mVpp 정현파를 입력, 8ohm 양단의 전압을 측정해 이득을 구하라.



입력전압(Vpp)	24.999mV
출력전압(Vpp)	2.6075V
이득(dB)	$20 \log(V_{out}/V_{in}) = 40.36603$

ii. 입력단에 R6 을 연결하고 저항값을 변화시키면서 입력저항을 찾아라.



R6	100	200	500	1k	2k	5k	6K	10k
Vin_pp (mV)	25	25	25	25	25	25	25	25
Vout_pp (mV)	2.619	2.6032	2.562	2.4953	2.3666	2.0259	12.602	1.6118

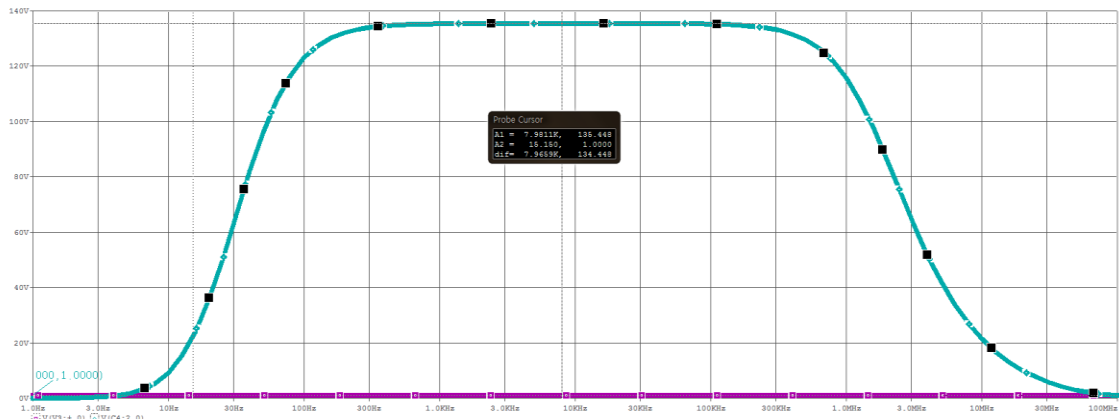
입력단의 저항이 6Kohm 일 때 출력전압이 12.602 로 약 0.50408 배이다. 그러므로 입력저항은 약 6Kohm 이라고 할 수 있다.

iii. 입력신호에 1Vpp 정현파를 가하고 주파수를 변화시켜 증폭기 이득을 측정하라. 또한 저주파 차단주파수 및 대역폭을 구하시오.

주파수에 대한 응답을 위해 아래와 같이 measurement setting 을 변경하여 저주파 차단주파수(Highpass Cut off frequency), 고주파 차단주파수(Lowpass Cut off frequency), Bandwidth 를 손쉽게 구할 수 있었다.



### <주파수 응답>



### <주파수응답에 대한 분석결과>

... ..

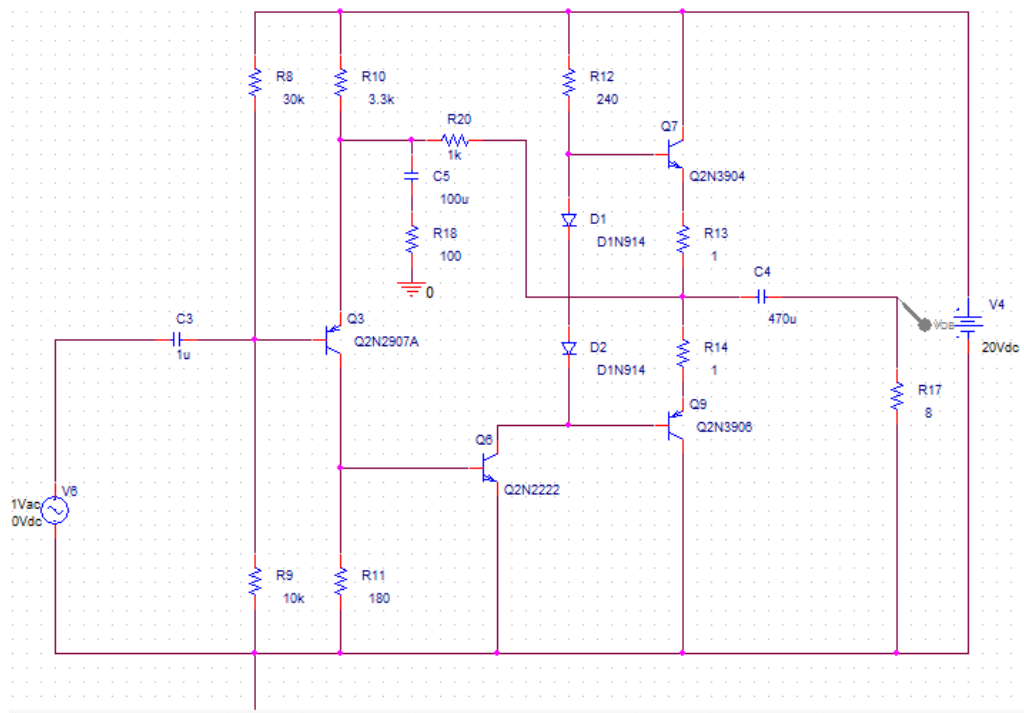
	Evaluate	Measurement	Value
	<input checked="" type="checkbox"/>	Cutoff_Highpass_3dB(V(C4:2))	49.77928
	<input checked="" type="checkbox"/>	Cutoff_Lowpass_3dB(V(C4:2))	1.64310meg
▶	<input checked="" type="checkbox"/>	Bandwidth_Bandpass_3dB(V(C4:2))	1.64305meg

Bandpass 대역폭은 저주파 차단주파수에서 고주파 차단주파수까지의 주파수영역이지만, 고주파 차단주파수와 저주파 차단주파수의 차이가 너무 커서 고주파 차단주파수가 대역폭이라고 할 수 있다.

c. Pspice Simulation 결과와 예비과제에서 구한 이론값을 비교하시오.

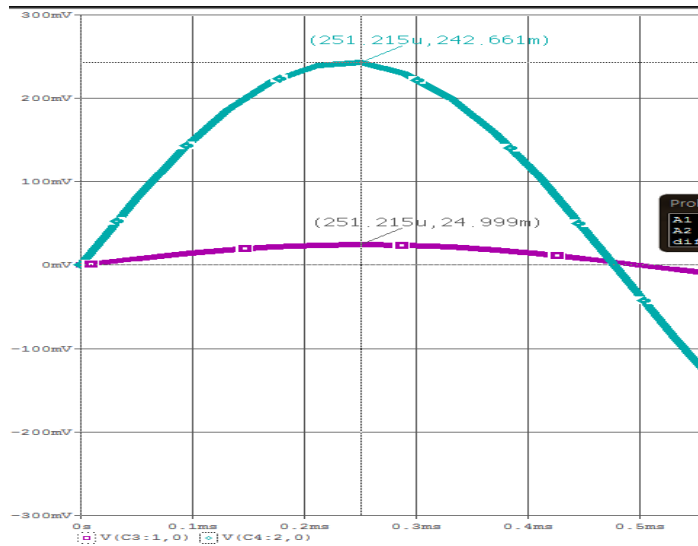
항목	시뮬레이션 결과값
통과대역이득	135.446
입력저항	6Kohm
저주파 차단주파수	49.77928
대역폭	1.64305 MHz

d. Pspice 를 이용하여 피드백증폭기 회로를 구성하시오.



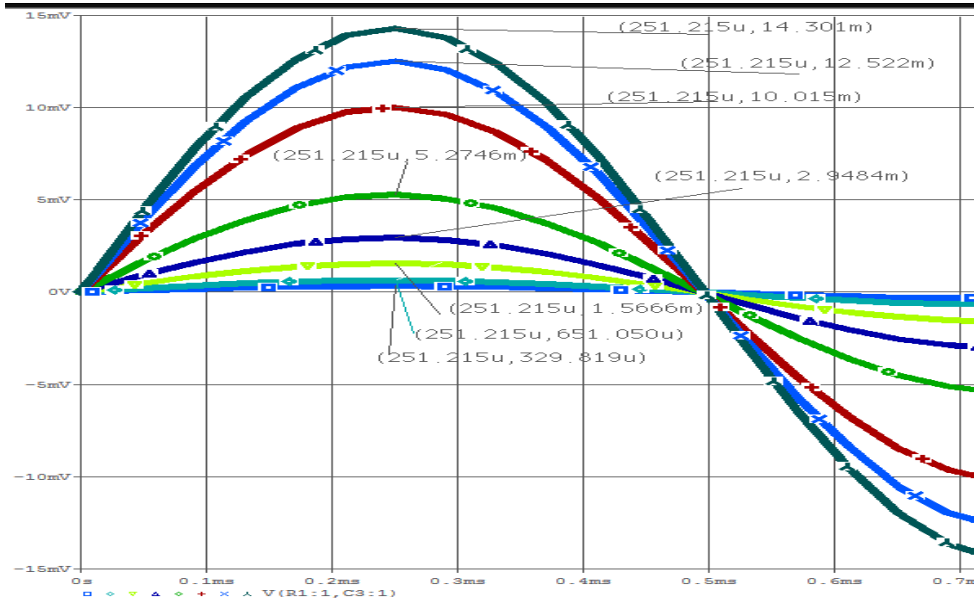
e. 증폭기의 이득, 입력저항, 주파수응답을 구하시오.

i. 1kHz, 25mVpp 정현파를 입력하여 전압이득을 구하시오.



입력전압(Vpp)	24.999mV
출력전압(Vpp)	242.661mV
이득(dB)	$20 \log(V_{out}/V_{in}) = 19.74155$

ii. 입력저항을 구하시오.

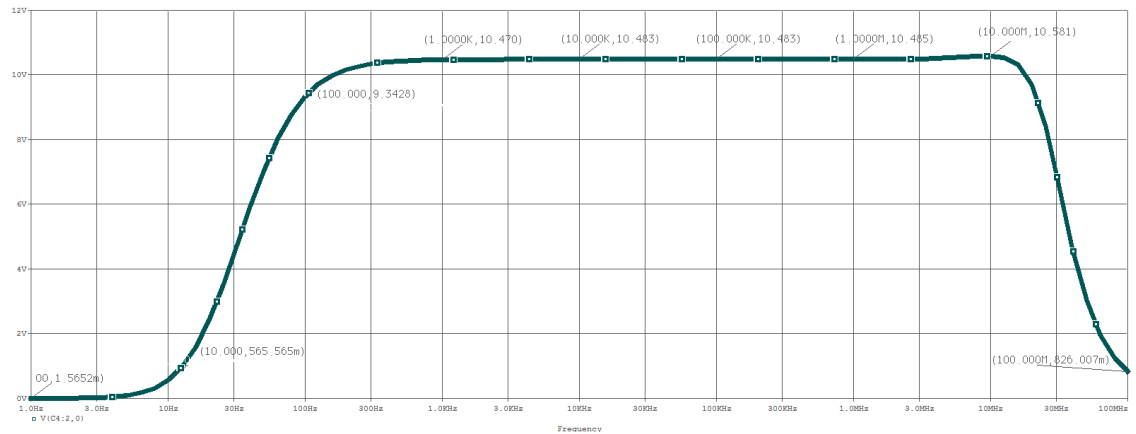


100,200,500,1k,2k,5k,7.5k,10kohm 의 저항에 대한 출력전압을 측정한 결과이다.

저항값이 7.5kOhm 일 때 출력전압이 12.522mV 로 입력전압의 절반이었다. 따라서 입력저항은 약 7.5kOhm 이라 할 수 있다.

iii. 입력신호에 1Vpp 정현파를 가하고 주파수응답을 구하시오.

1. 주파수 응답은 피드백이 없는 회로와 같이 차단주파수를 측정함.



2. 차단주파수 분석

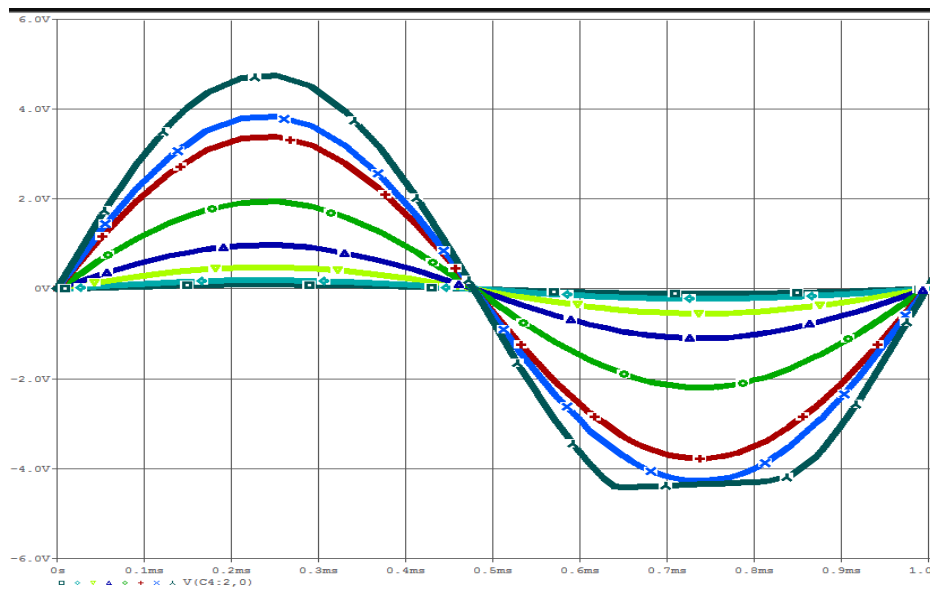
	Evaluate	Measurement	Value
	<input checked="" type="checkbox"/>	Bandwidth_Bandpass_3dB(V(C4:2))	28.10963meg
	<input checked="" type="checkbox"/>	Cutoff_Highpass_3dB(V(C4:2))	56.04037
	<input checked="" type="checkbox"/>	Cutoff_Lowpass_3dB(V(C4:2))	28.10968meg

f. 시뮬레이션 결과

항목	시뮬레이션 결과값
통과대역이득	19.74155
입력저항	7.5 Kohm
저주파 차단주파수	56 Hz
대역폭	28.11 Mhz

g. 왜곡이 일어나지 않는 최대출력전압을 구하라.

출력전압이 약 4.5V 를 넘어서면 하단부에서 왜곡이 일어났다. 이 때의 입력전압은 약 500mV 였다.



h. 입력신호의 직류바이어스 전압을 0V 로 하여 출력단의 직류바이어스 전압이 전원전압의 절반이 되도록 R5 를 조정해본다.

전원전압을 20V 로 인가하였기 때문에 직류바이어스 전압이 10V 가 되는 저항을 찾아본다.

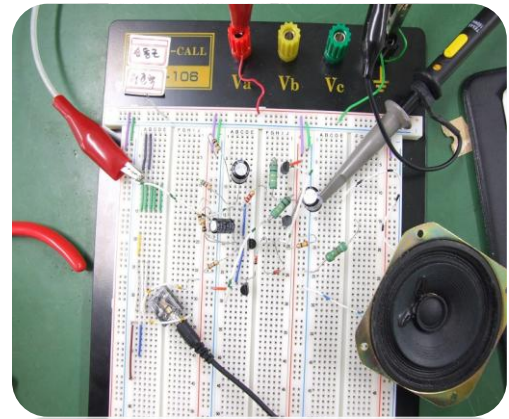
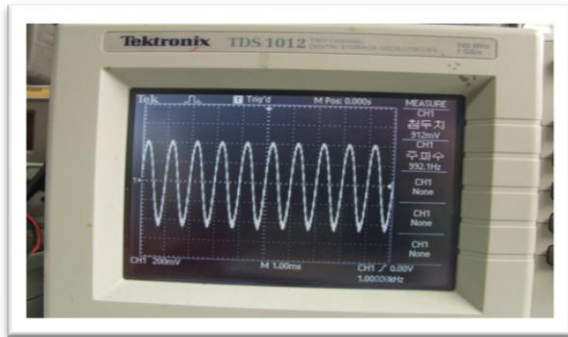
R5 저항(ohm)	23	50	100	200	300	400	500
출력전압(V)	10.054	7.892	6.813	6.249	6.045	5.932	8.857

약 23ohm 에서 10.054V 로 전원전압의 절반이 되는 저항은 23ohm 임을 알 수 있다.

## 2. Breadboard result

### a. Bread Board Result

Bread Board 에 회로를 설치하고 Sinusoidal wave 입력에 대한 출력을 확인했고, MP3 player 에 연결하여 스피커에서 소리가 나오는 것을 확인하였다.

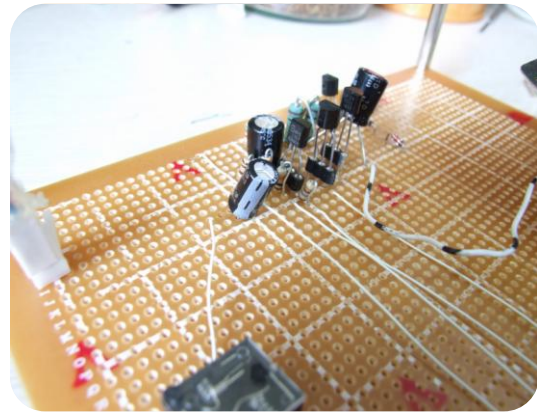
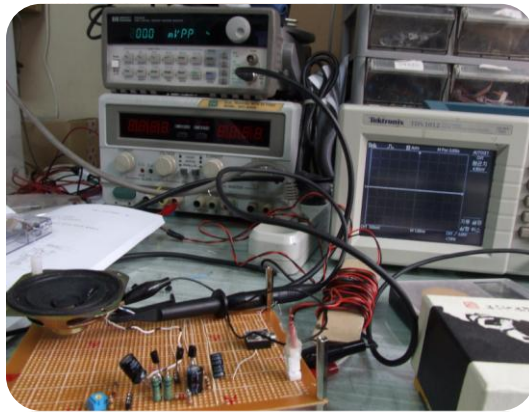


브레드보드 결선모습(상)과

Sinusoidal wave 출력파형(좌)

## 3. Circuit result

### a. 제작기판 사진 및 실험사진.



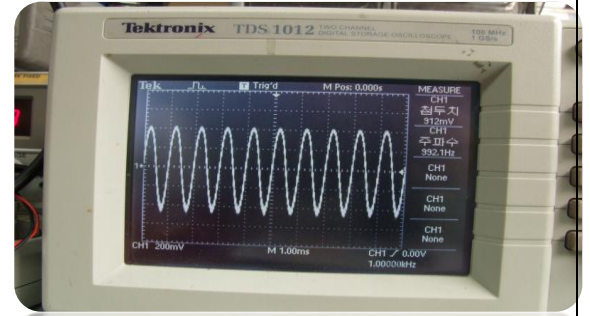
- b. 출력파형에 잡음이 없는지 확인하고, 통과대역의 이득을 측정한다.

입력 : 50mV

출력 : 912mV

$$\text{이득} : 20\log\left(\frac{912}{50}\right) = 25.2205\text{dB}$$

25dB 이상의 이득을 얻을 수 있었다.



- c. 증폭기의 주파수응답, 저주파 차단주파수, 대역폭을 구하시오.

입력주파수	1	10	100	1k	10k	100k	1M	10M	15M
출력전압	50m	84m	1.24	1.5	1.7	2.84	2.88	2.08	1.14
이득	-6.02	-1.94	21.87	23.52	24.61	29.07	29.19	26.36	21.14

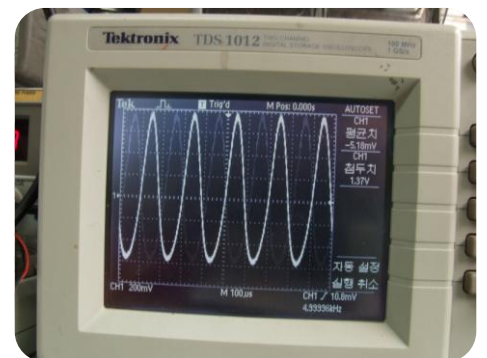
저주파 차단주파수는 약 10~100Hz 사이임을 알 수 있었다. 또한 10MHz 를 지나면서 이득이 줄어들고있음을 확인할 수 있지만, function generator 의 성능상의 한계 때문에 15MHz 이상의 주파수에 대한 테스트를 해 볼 수 없었다. 하지만 10MHz 를 지나며 줄어드는 이득을 생각했을 때 약 10~100Mhz 사이에서 고주파 차단주파수가 존재할 것임을 짐작할 수 있다. 또한 대역폭은 고주파 차단주파수와 저주파 차단주파수의 차이인데, 100MHz 대의 고주파 차단주파수에서 100Hz 대의 저주파차단주파수의 차이는 100MHz 대의 고주파 차단주파수와 같다고 간주할 수 있다.

- d. 왜곡이 일어나지 않는 최대 출력전압을 구한다.

50mV 와 100mV 에서 왜곡이 일어나지 않음을 확인 후 입력전압을 200mV 로 인가한 순간 다이오드가 타면서 더 이상 실험을 진행할 수 없었다.

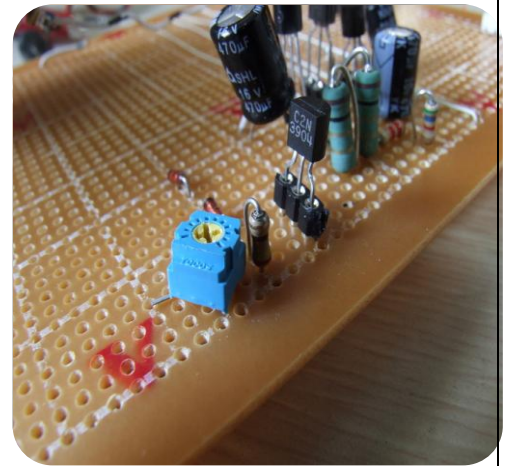
하지만 100mV 를 인가하였을 때 약 1.37V 의 출력이 나오면서 왜곡이 일어나지 않았으니 200mV 로 입력전압을 높이는 동안 왜곡이 잠시 일어남을 확인하였다. 또한 대역폭을 구하는 실험에서 약

3V 까지의 출력전압에서도 왜곡이 일어나지 않음을 확인할 수 있었다.



#### 4. Creativity and Improvement

- a. 3094 Transistor 와 연결되어있는 240ohm 의 저항은 transistor 가 타는 것을 방지하기 위해 설치한 저항인데, 이 저항이 음질에 영향을 미칠 수 있다는 판단에 이 저항과 10kohm 의 가변저항을 병렬로 연결하였다. 이후 **가변저항을 조절하여 가장 깔끔한 소리가 나도록 저항을 조절할 수 있게 되었다.**



- b. 매 실험마다 입력전원 부분이 불안정했기 때문에

power supply 에서 기판으로 바로 연결할 수 있는 전원 공급 connector 를 만들어서 설치하였다. 이후 좀 더 안정적인 입력전원을 인가할 수 있어, 실험이 수월하게 되었다.

