

결 과 보 고 서

과제명: 일렉기타를 위한 멀티이펙터

팀 명:

전남대학교 IDEC 2023 스마트전자회로설계 챌린지

목 차

1. 제작 물품선정

2. 설계, 시뮬레이션, PCB 제작

3. 부품 구매 및 시제품 제작

4. 제작 당시 발생한 문제 사항

5. 결론

1. 제작 물품 선정

일렉기타 이펙터를 주제로 선정하게 된 이유는 전자회로, 회로이론시간에 배운 소자, 트랜지스터 증폭, 필터, 피드백등을 직접 적용해볼수 있는 좋은 주제라 생각하였기에 선정하였다.

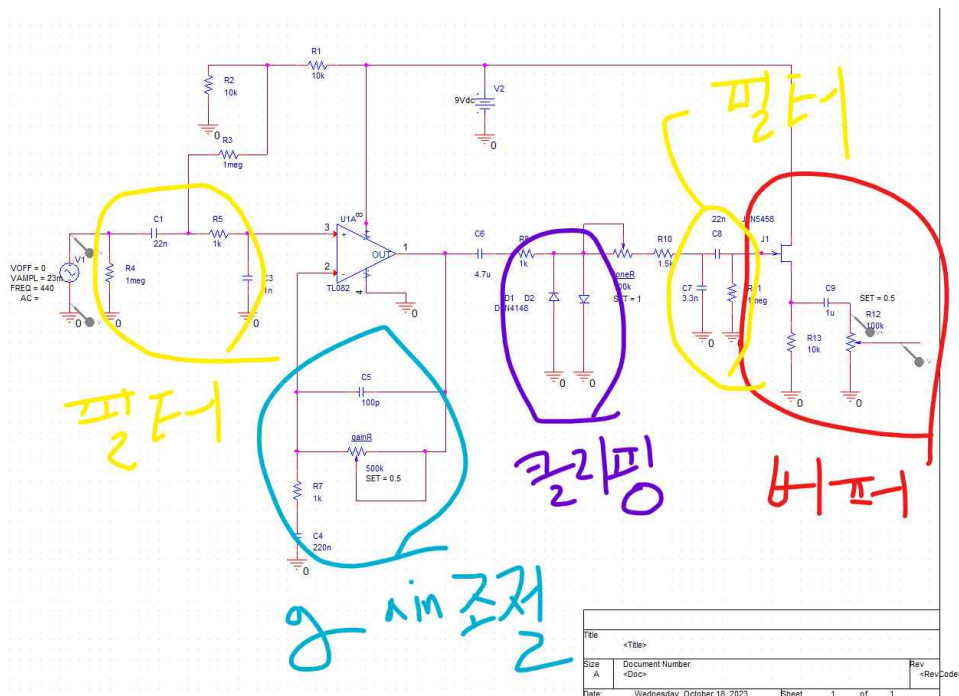
일렉기타를 연주하기 위해서는 일반적으로 기타-이펙터a-이펙터b-....-앰프의 순서로 연결하여 사용한다. 이펙터는 일렉트릭 기타의 음향 신호가 흘러가는 경로에 설치하여 기타 소리에 여러 효과를 주기 위해 사용하는 음향기기 이다. 이때 음향 효과를 위해 의도적으로 신호를 왜곡하거나 특정 음역대를 추출하기 위해 필터를 거치는 등의 시스템을 거친다.

일반적으로 이펙터는 하나의 기기당 하나의 효과를 가지고 있고, 원하는 음향효과를 위해 연주하기 전 여러 이펙터를 연결하는 작업을 거친다. 멀티이펙터는 여러가지 종류의 이펙터를 하나의 기기에 넣어 부피와 무게를 줄이고, 여러 개의 이펙터를 연결해서 사용할 때 높은 확률로 따라오는 노이즈 처리나 연결 순서에 따른 음색 변화 문제등을 줄일 수 있다.

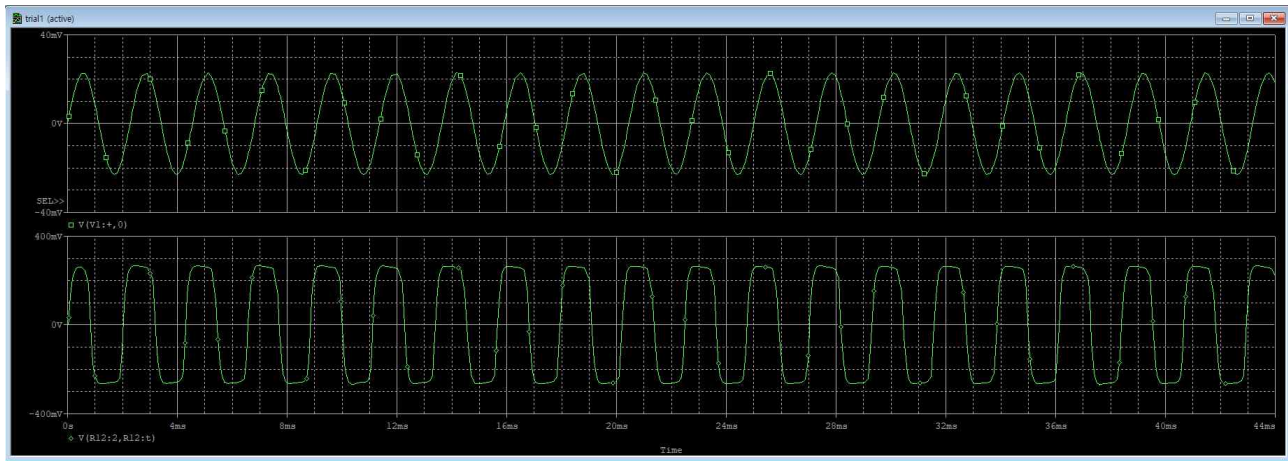
본 팀은 오버드라이브, 디스토션, 퍼즈, 딜레이 이펙터를 설계, 제작하였다. 디스토션과 오버드라이브는 일렉기타 특유의 소리를 만들어주고, 퍼즈의 경우에는 찢어지는 듯한 소리로 바꿔준다.

2. 설계, 시뮬레이션, PCB 제작

디스토션 회로의 설계

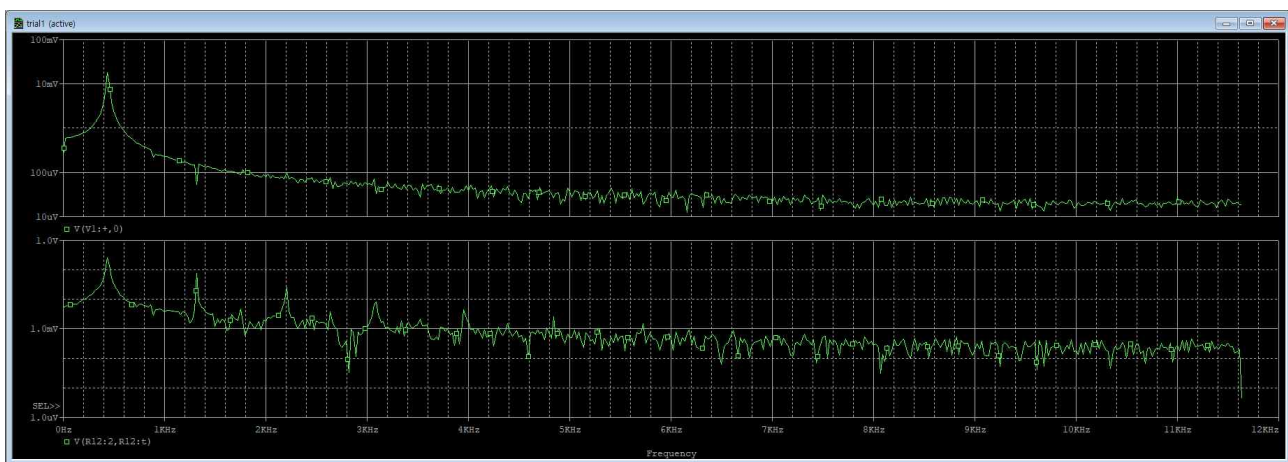


디스토션 회로는 일렉기타에서 입력된 신호를 증폭하고, 증폭된 파형을 클리핑 하여 원래 신호에는 없는 고주파 성분을 추가한다. 입력부분은 dc차단/ac통과를 위한 커패시터와 노이즈와 같은 잡음을 제거하기 위한 rc필터이다. opamp단은 비반전 증폭기로 설계하여 파형을 반전하지 않고, 가변저항을 이용하여 gain을 조절할수 있도록 했다. 클리핑 파트는 증폭된 신호의 파형을 클리핑 하기위해 비반전 증폭기의 출력단에 다이오드 쌍을 달아 다이오드의 작동전압만큼 인위적으로 헤드룸을 줄여주게 된다. 2번째 필터는 앞선 필터와 같이 노이즈의 제거를 위한 부분이다. 출력단의 버퍼는 jfet을 사용한 Source follower 회로로 구성하였다. 출력에도 가변저항을 이용하여 출력전압을 조절할수 있도록 했다.



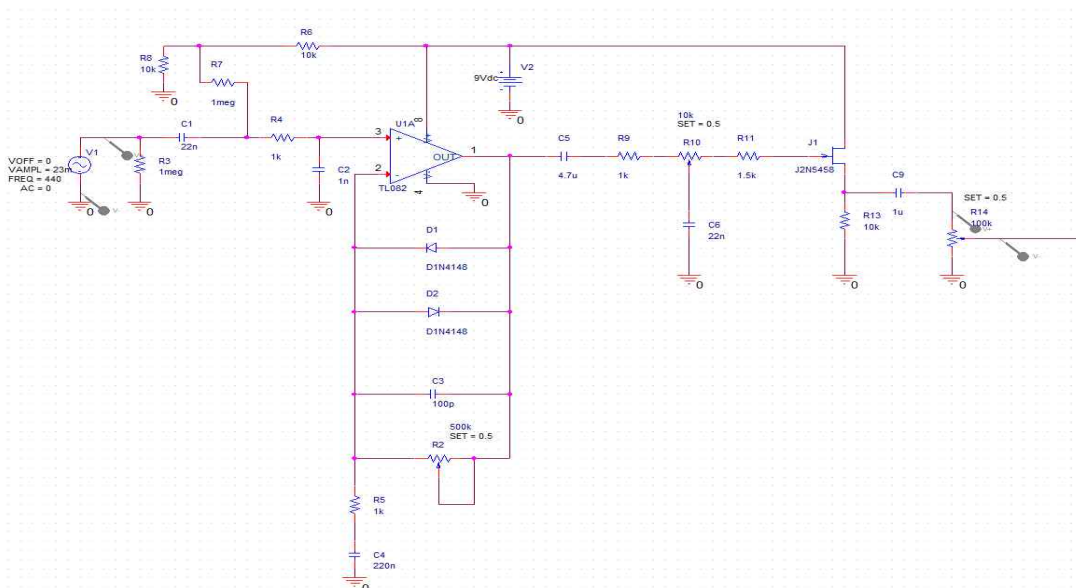
(위 그래프가 input, 아래 그래프가 output)

pspice 시뮬레이션으로 시간 도메인에서 보면 의도한 파형 클리핑이 일어난 것을 확인할 수 있다.



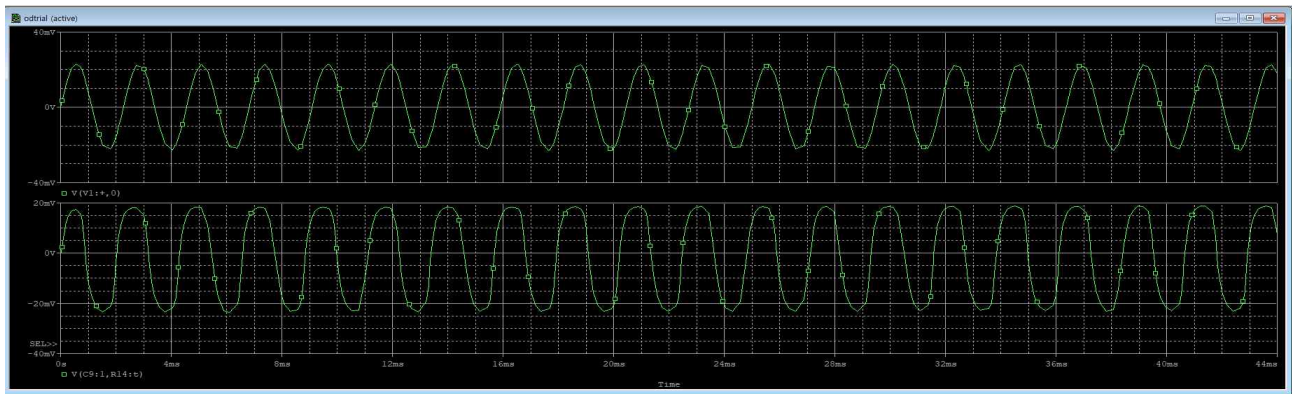
(위 그래프가 input, 아래 그래프가 output)

사람의 가청주파수 영역의 주파수 도메인에서 확인하면 클리핑이 된 부분에서 고주파 성분이 추가되었다.

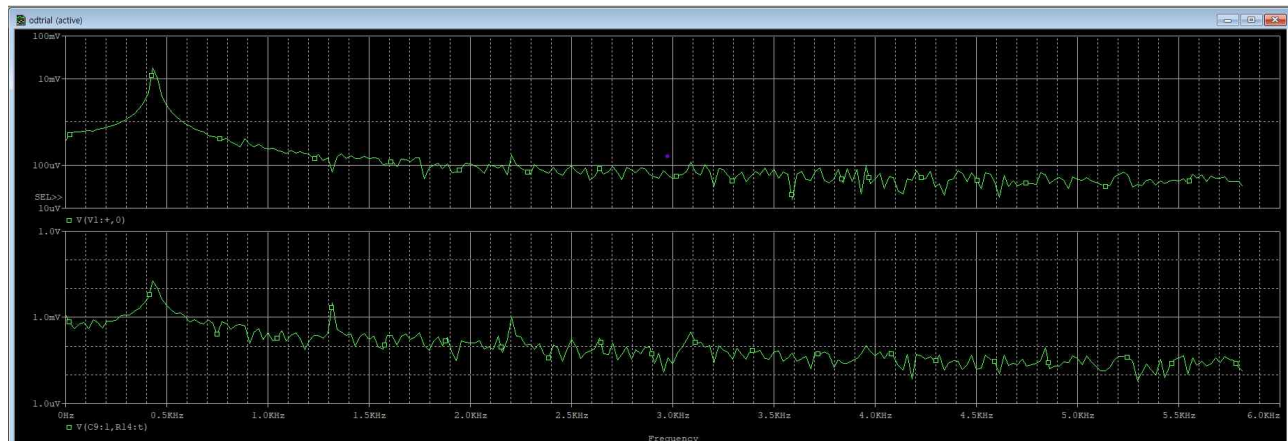


오버드라이브는 디스토션과 비슷하나 출력단에 다이오드로 클리핑을 하는 것이 아닌, 피드백을 통해 파형을 클리핑한다. 그러나 다이오드 내부의 기생저항으로 인해 완전히 클리핑 되지 않고 완만한 형태

로 파형이 바뀌게 된다.

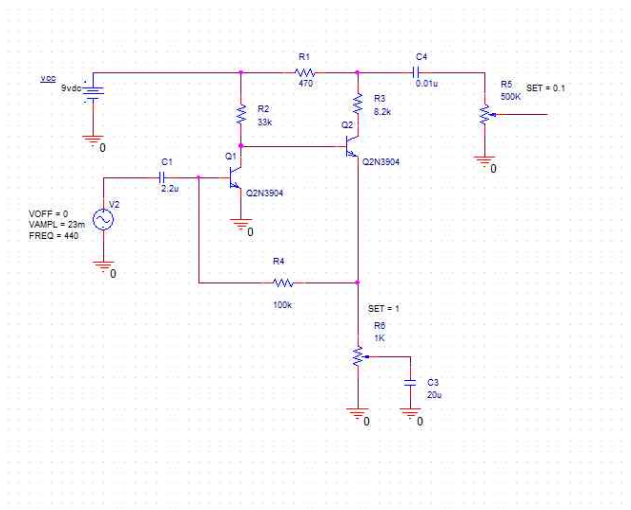


(시간 도메인, 위 그래프가 input, 아래 그래프가 output)

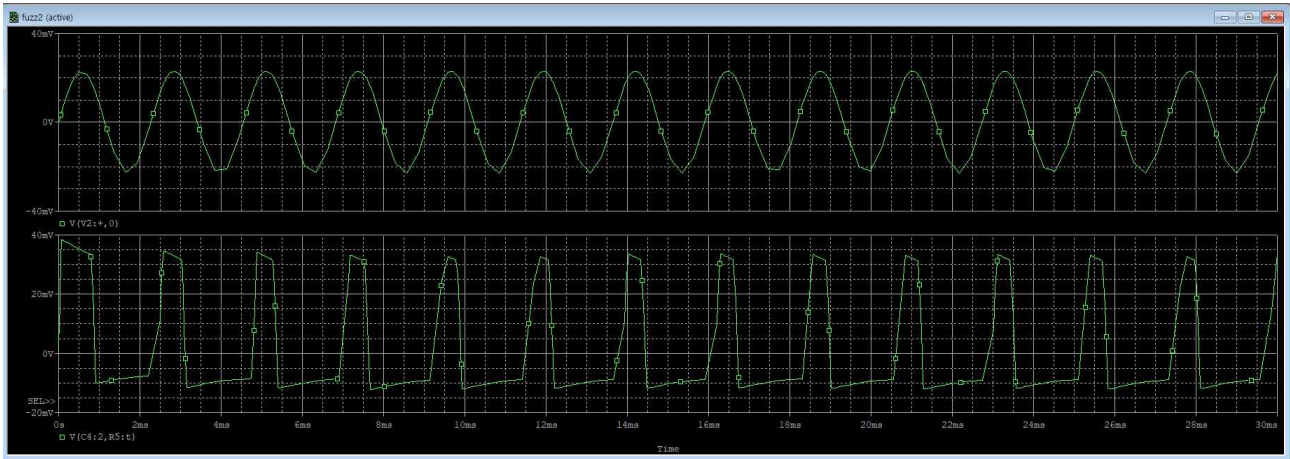


(주파수 도메인, 위 그래프가 input, 아래 그래프가 output)

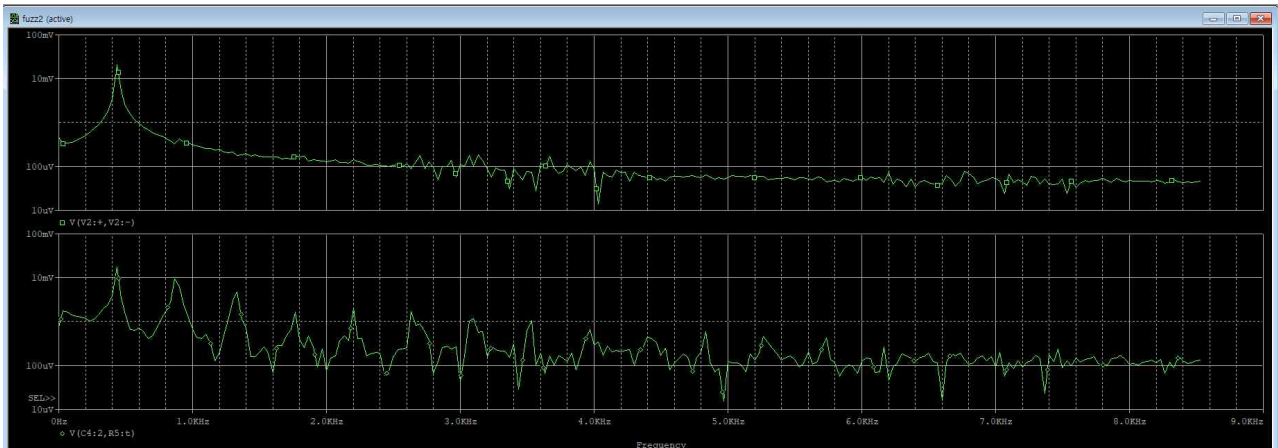
pspice 시뮬레이션을 보면 디스토션에 비해 파형이 상대적으로 완만하고, 고주파 성분이 더 적게 추가 된다



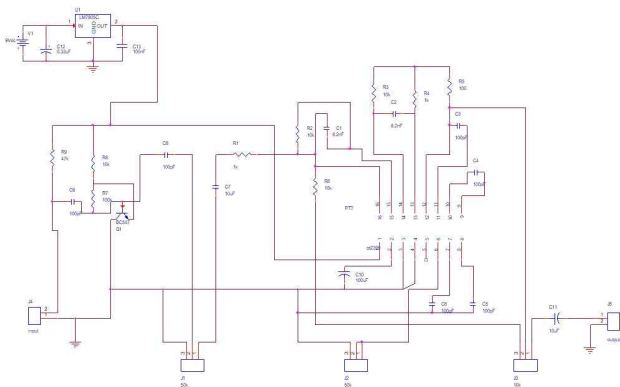
퍼즈회로는 증폭률을 헤드룸 이상으로 높여 펄스에 가깝도록 파형을 왜곡한다. 디스토션이나 오버드라이브 이상으로 파형을 많이 잘라내게 하고, 이를 위해 다이오드를 사용하는 것이 아니라 트랜지스터 2개를 넣어 gain을 증가시켰다. 또한 R9 가변저항을 통해 gain을 조절하고, 출력단의 가변저항으로 출력전압을 조절한다.



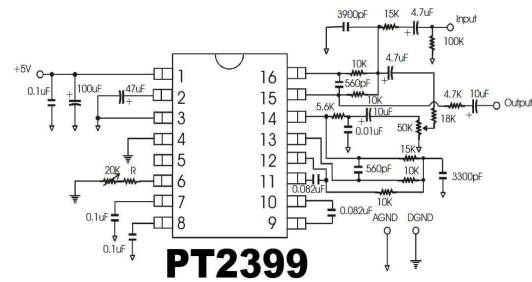
(시간 도메인, 위 그래프가 input, 아래 그래프가 output)
펄스파 형태로 파형이 변형된다



(주파수 도메인, 위 그래프가 input, 아래 그래프가 output)
파형이 펄스파 형태이기 때문에 고주파 영역이 상대적으로 많이 추가된다.

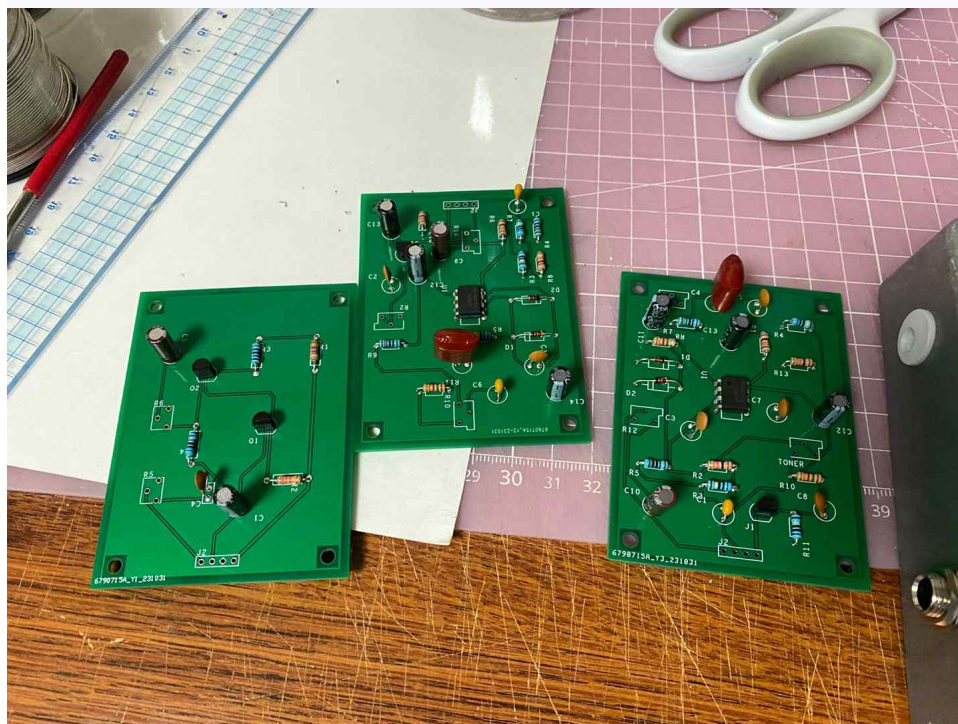
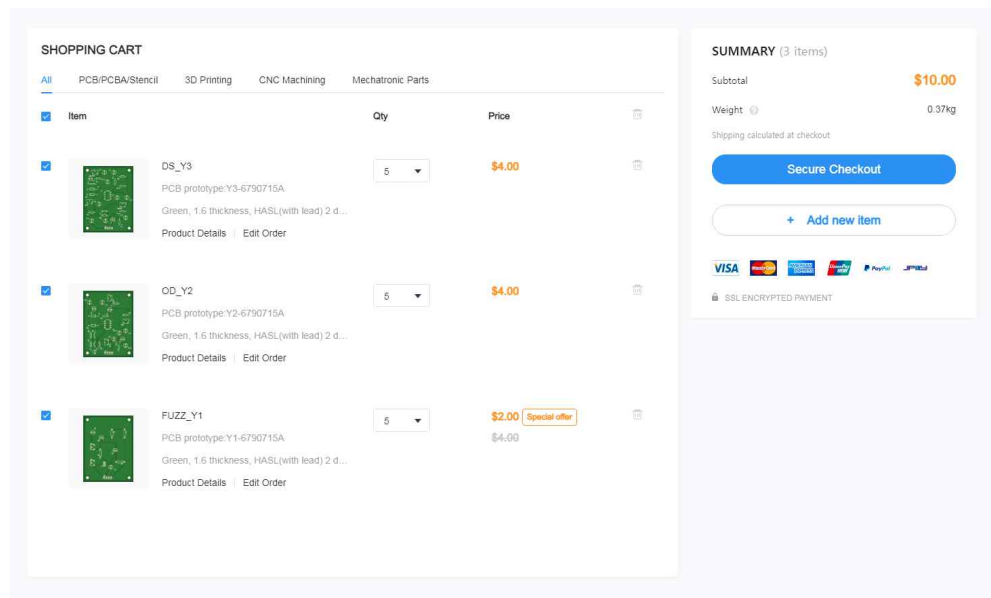


PT2399 ECHO APPLICATION CIRCUIT



딜레이의 경우 상용ic를 사용하여 구현하였다. pt2399는 내부에 LPF, ADC, RAM, DAC가 내장되어 있어 입력된 신호를 샘플링하여 디지털 신호로 잠시 저장한 후, 순차적으로 신호를 출력하는 기능을 한다. 딜레이 회로의 경우 데이터 시트를 바탕으로 6번핀의 저항값의 변화에 따라 딜레이 시간을 조절할수 있도록 회로를 구성하였다.

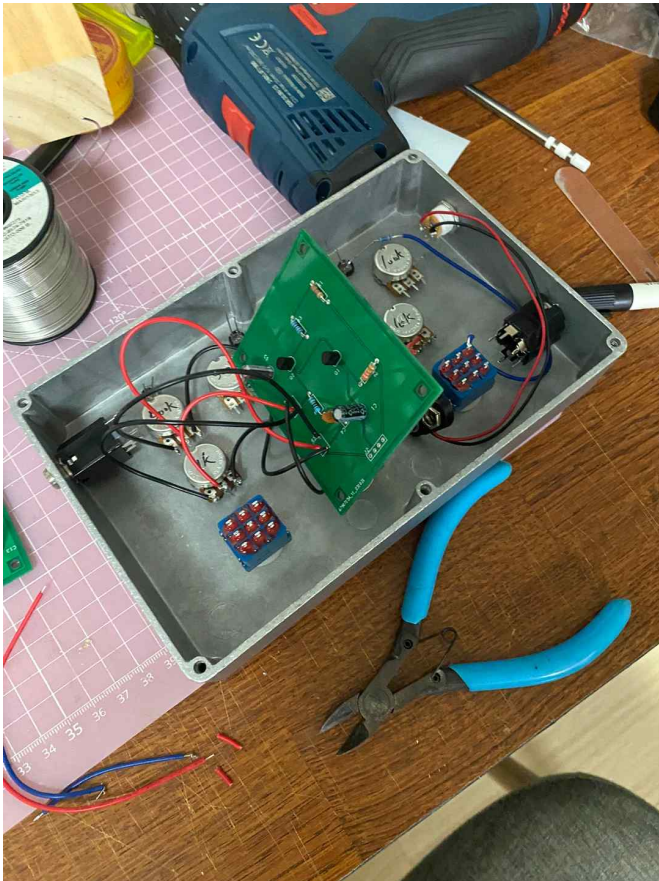
3. 부품 구매 및 시제품 제작



(왼쪽부터 퍼즈, 오버드라이브, 디스토션)



각각의 이펙터 사이의 연결과 가변저항은 외부 선을 이용하여 외부에 배치했다는 풋 스위치를 이용하여 조절할수 있도록 했다.



4. 제작 당시 발생한 문제 사항

제작을 하면서 가장 어려웠던 부분은 설계보단 실제로 제품을 만들기 위해 납땜을 하며 가공을 할 때였다. 현실은 생각보다 더 많은 부품들과 도구들이 필요한 것들이 필요했으며 작업 자체도 실제보다 더 어려웠다. 알루미늄 새시에 구멍을 뚫을 때 알루미늄 가루들이 날아다녔으며 이를 치우는데 시간을 많이 소모했다. 케이스의 크기가 예상보다 작아 기판을 모두 넣기 힘들었다.

또한 퍼즈 이펙터를 설계 할 때, 게르마늄 pnp 트랜지스터를 이용하려 하였으나 시뮬레이션을 할수 없고 소자를 구하기 힘들어 일반적인 실리콘 트랜지스터로 변경하였다. 초기에 pnp 트랜지스터를 이용하여 시뮬레이션을 했으나 원하는 gain이 나오지 않아 특성이 좋은 npn으로 변경하였다.

5. 결론

이펙터 한 개로 모든 드라이브 효과를 사용할 수 있다.

부품 구매할 때 신중하게 구입을 해야하며 특히 케이스같이 한번 가공하면 되돌릴 수 없는 부품들은 내부설계가 끝난 후 구입을 해야 한다는 것을 느꼈다.

시뮬레이터와 pcb제작 툴을 이용하면서 앞으로 공부를 해나갈 때 직접 손으로 만들고 눈으로 보며 이해할 수 있는 바탕이 만들어졌다. 또한 전자회로 강의에서 배웠던 개념들을 적용해볼수 있는 기회가 되었다.