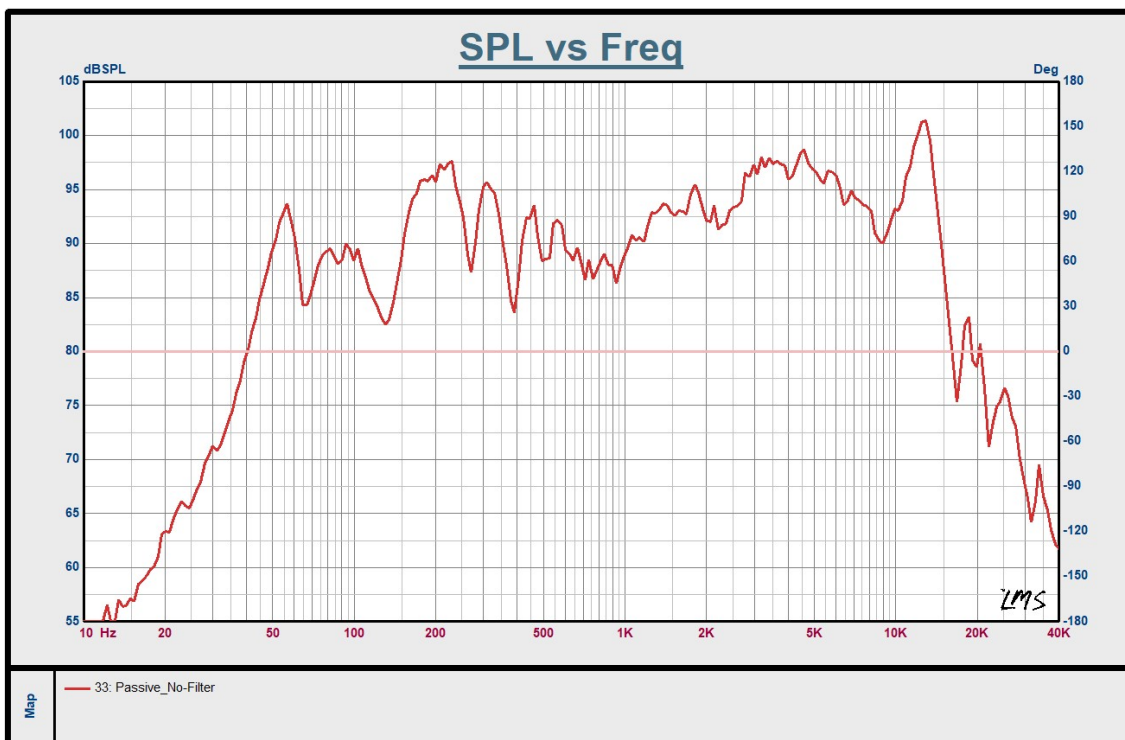


FE108EZ Backload 혼 스피커 DSP 필터 설계

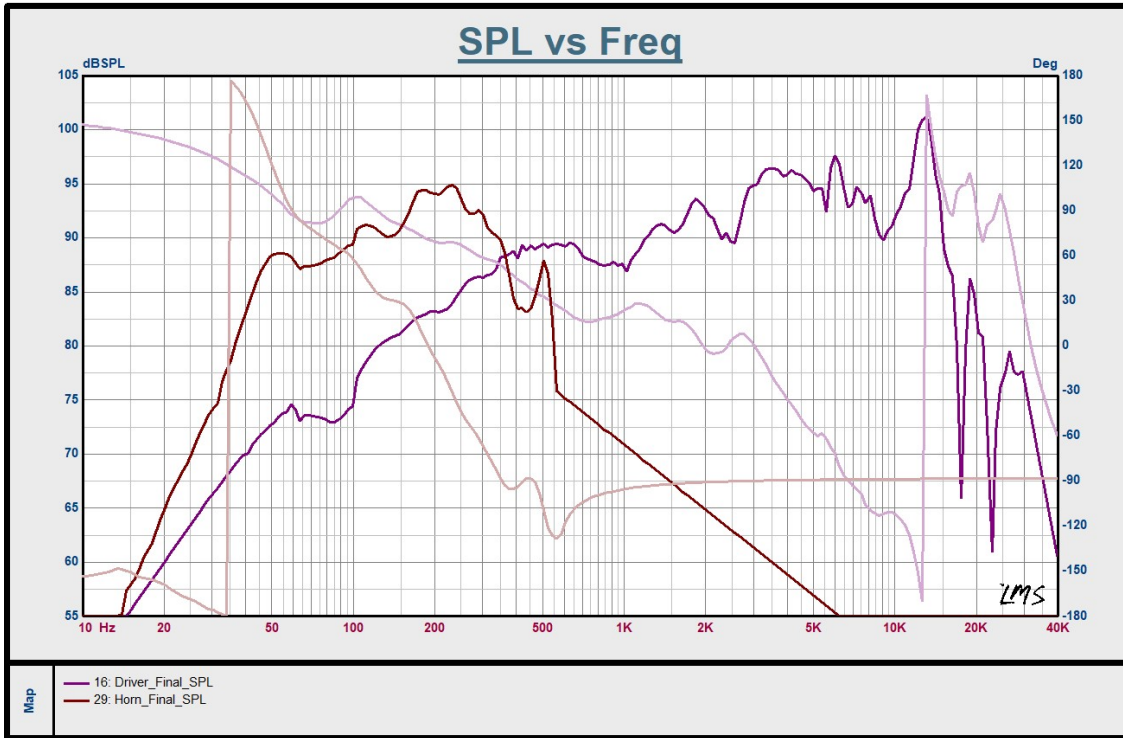


혼 스피커의 전체 음압특성(패시브) 실제 측정치이다.

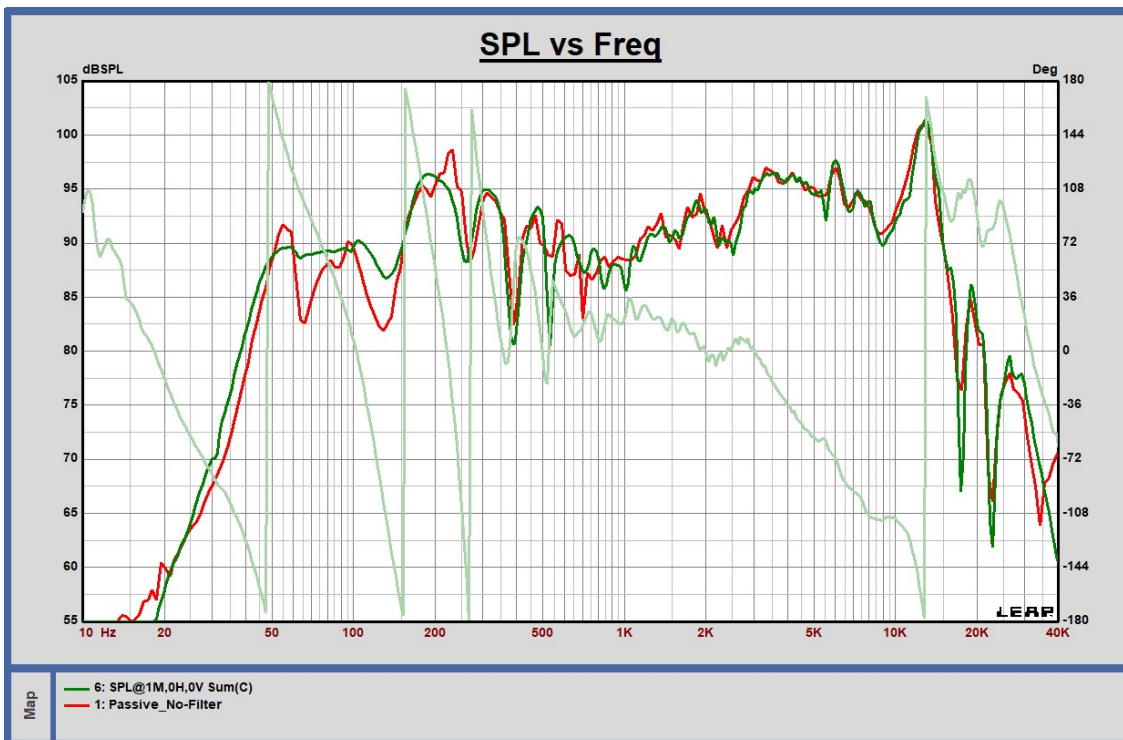
평탄치 않고 혼 부분의 타임 딜레이(2.3m)로 인한 리플(특히 150~400Hz)로 생각되는 특성이 보인다.

위상까지 고려한 필터 설계를 위해서는 본 음압특성의 위상특성을 구해야 한다.

위상특성은 측정이 어렵고 구해내야 한다.



위상 특성을 구하기 위해 우선 유닛부와 혼부의 각각의 음압특성을 구하는 것이 중요하다. 유닛과 혼이 붙어 있어서 서로 영향을 주기에 측정에 어려움은 있다. 위 그림은 각각의 특성을 구하고 minimum phase를 적용한 음압, 위상 특성이다.

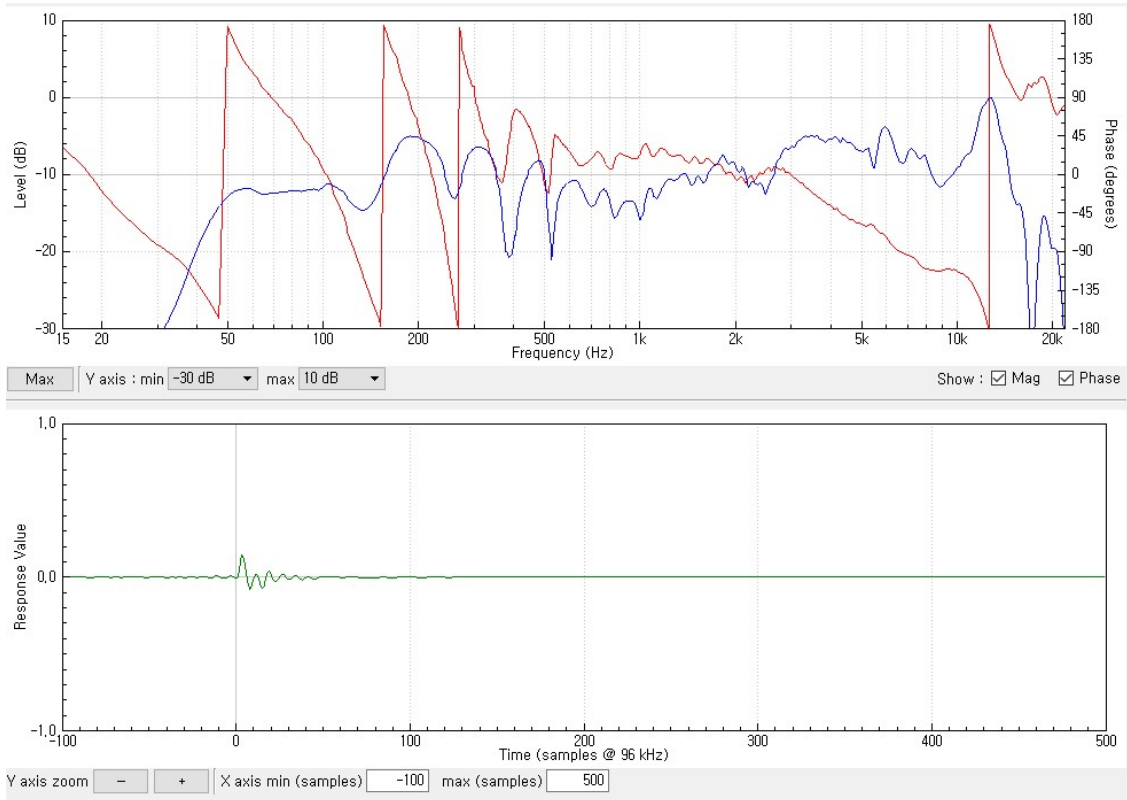


혼의 특성에 2.3m(혼 길이)의 딜레이를 주고 위상을 180도 inverse(유닛 뒷면으로 방사하므로) 한 후 서로 결합한 시뮬레이션 결과가 녹색선이다. 맨 첫 그림인 붉은색의 특성(측정치)과 시뮬레이션의 결과가 매우 유사하게 맞음을 확인하였다. 특히 150~400Hz의 리플이 매우 잘 재현되었음을 알 수 있다. 결국 위상특성을 구할 수 있었다.(연한 녹색)

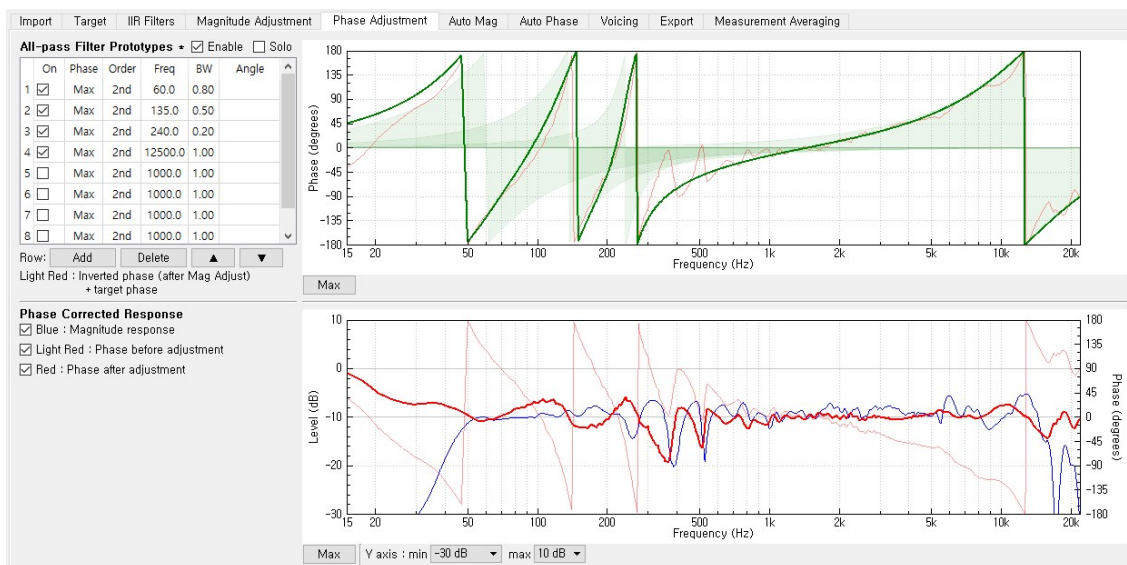
위상은 리니어하지 않고 매우 변화가 많음을 확인하였다.

특히 혼으로 인한 타임 딜레이가 많은 중저역의 위상특성에 변화가 많음을 확인하였다.

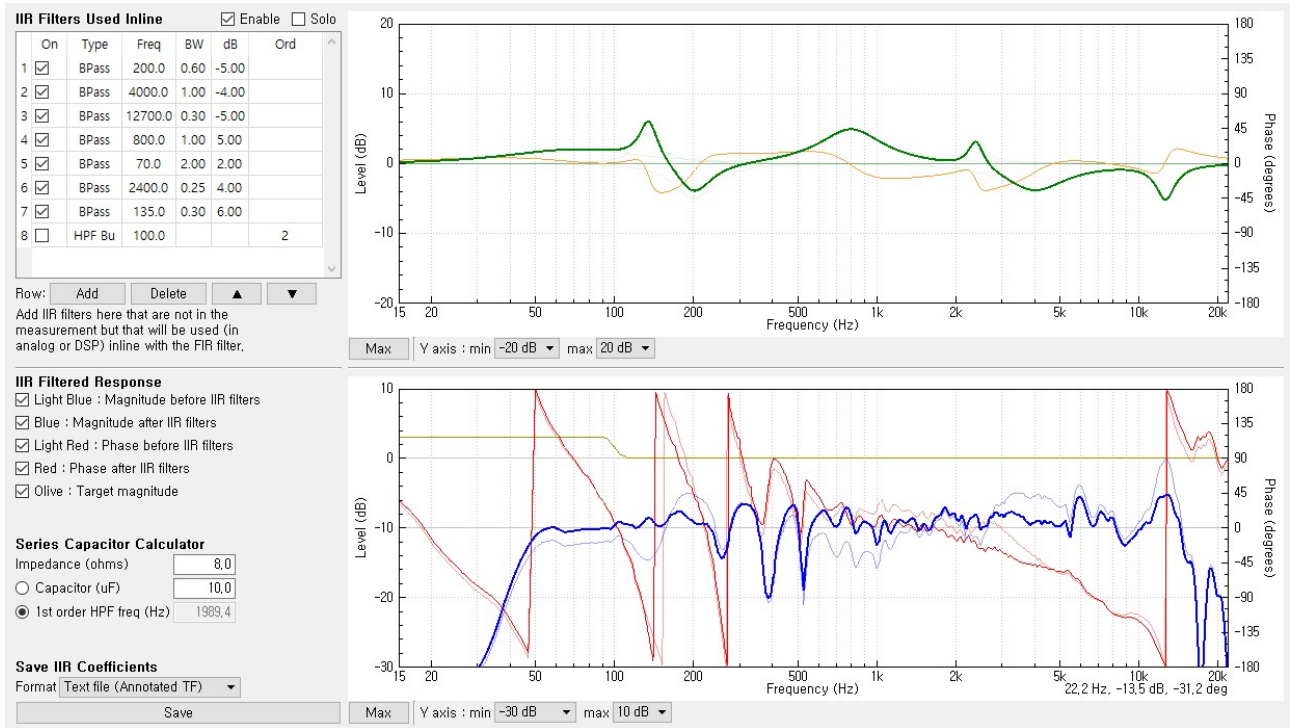
본 설계의 목적은 위의 녹색 그래프의 음압과 위상을 리니어하게 펴는 것이다.



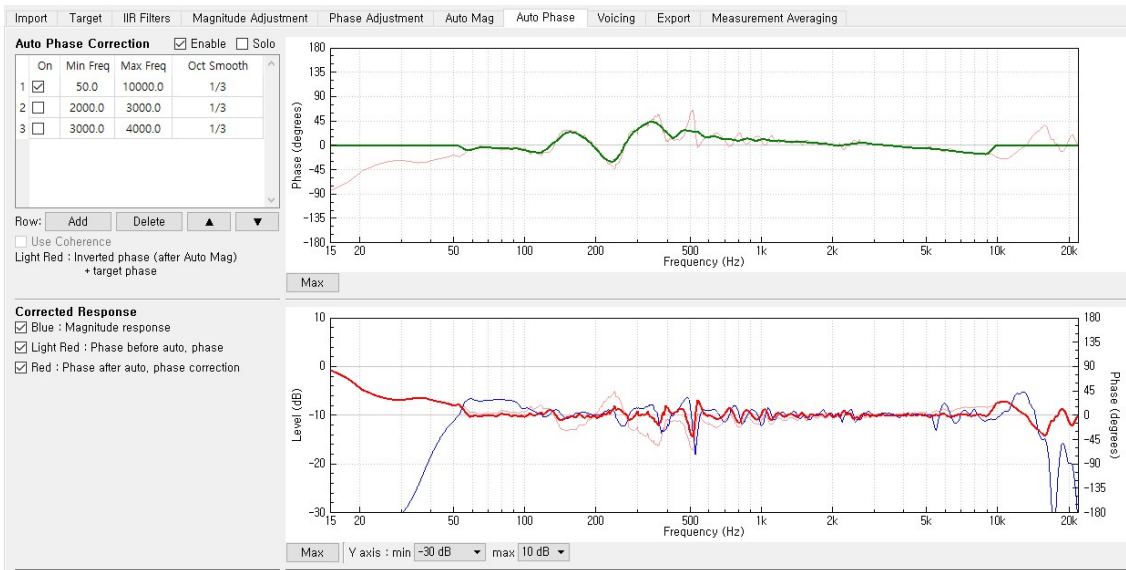
위상을 리니어하기 위한 Fir 필터 설계를 위해 Fir designer 프로그램으로 특성을 import 한 모습이다. 파랑색이 Magnitude, 붉은색이 위상이다.



1차적으로 설계한 결과로 위는 Filter 특성이며 아래는 적용결과이다. 위상에 약간의 리플은 있지만 많이 리니어해 졌음을 알 수 있다.(연한 붉은색에서 짙은 붉은색으로 개선)



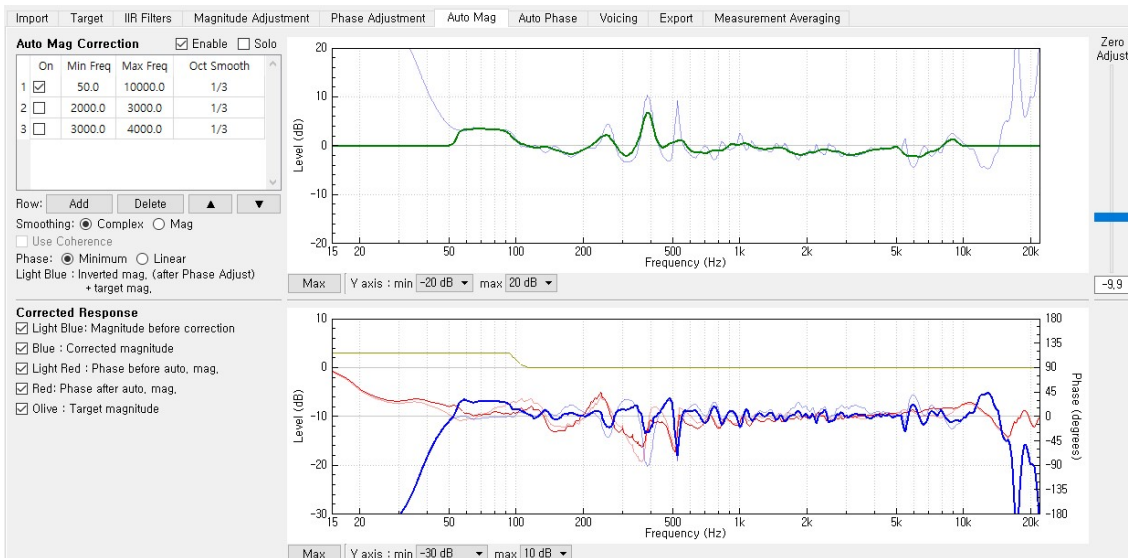
참고로 IIR 필터로 미리 음압특성은 어느정도 리니어하게 수정하였다.



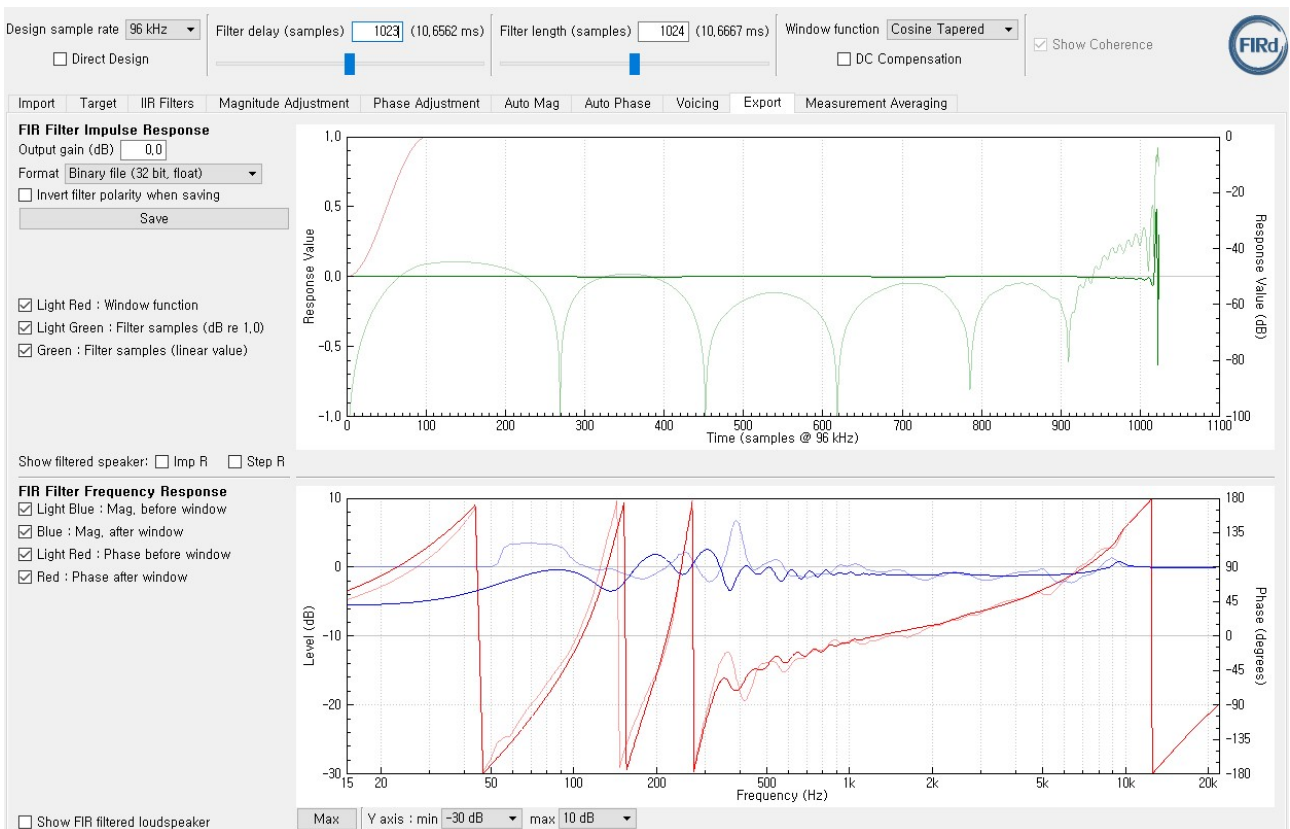
1차적으로 어느정도 리니어해진 특성을 Auto Phase 과정을 거쳐 좀 더 리니어하게 다듬었다.

결국, 위 그림의 파랑색이 최종목표 SPL 특성이며, 붉은색이 최종목표 Phase 특성이다.

매우 리니어해졌음을 알 수 있다.



참고로 Auto Mag 필터로 미리 음압특성을 좀더 리니어하게 수정하였다. (별로 안 중요)

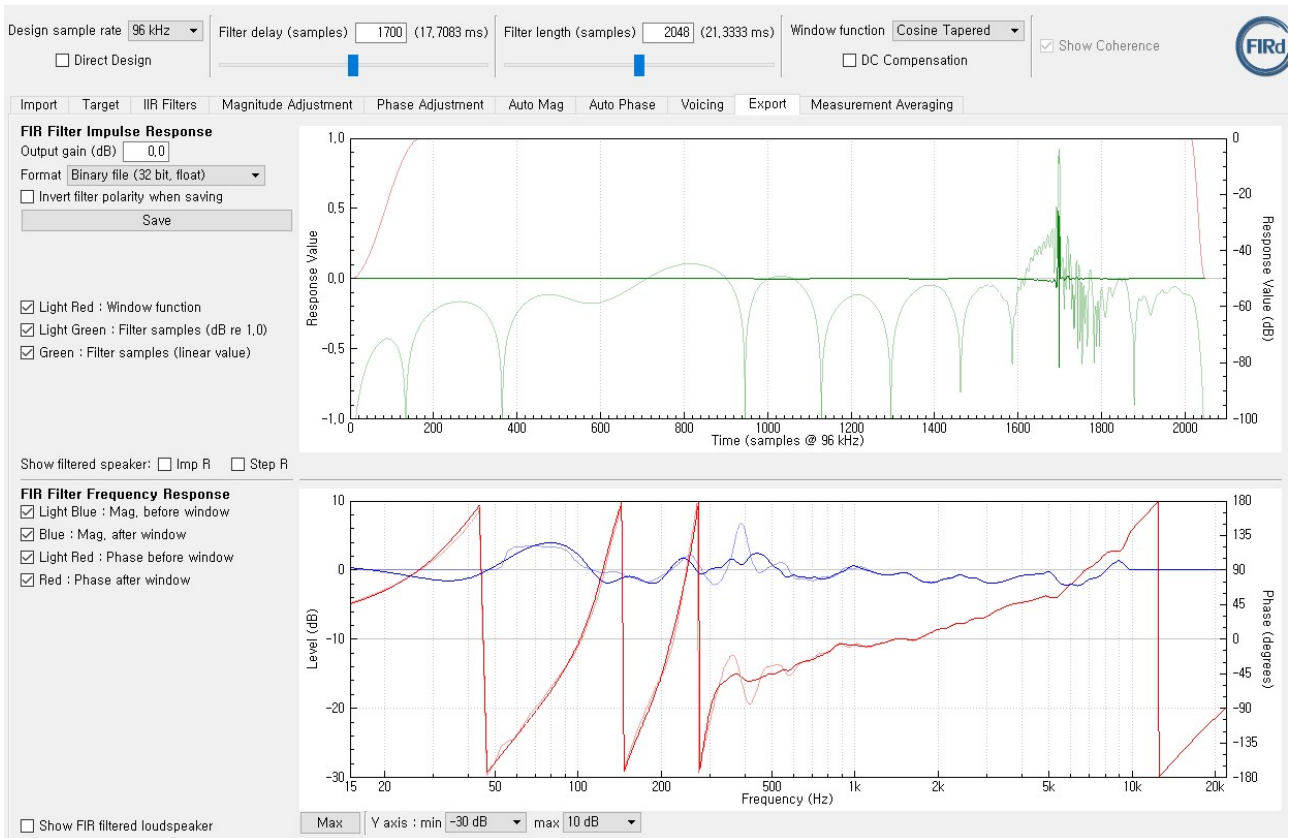


필터를 적용 및 테스트하기 위해 사용한 제품은 miniDSP 2X4HD이다. 96KHz 샘플링이며 1024 tap의 Fir 필터를 입력할 수 있다.

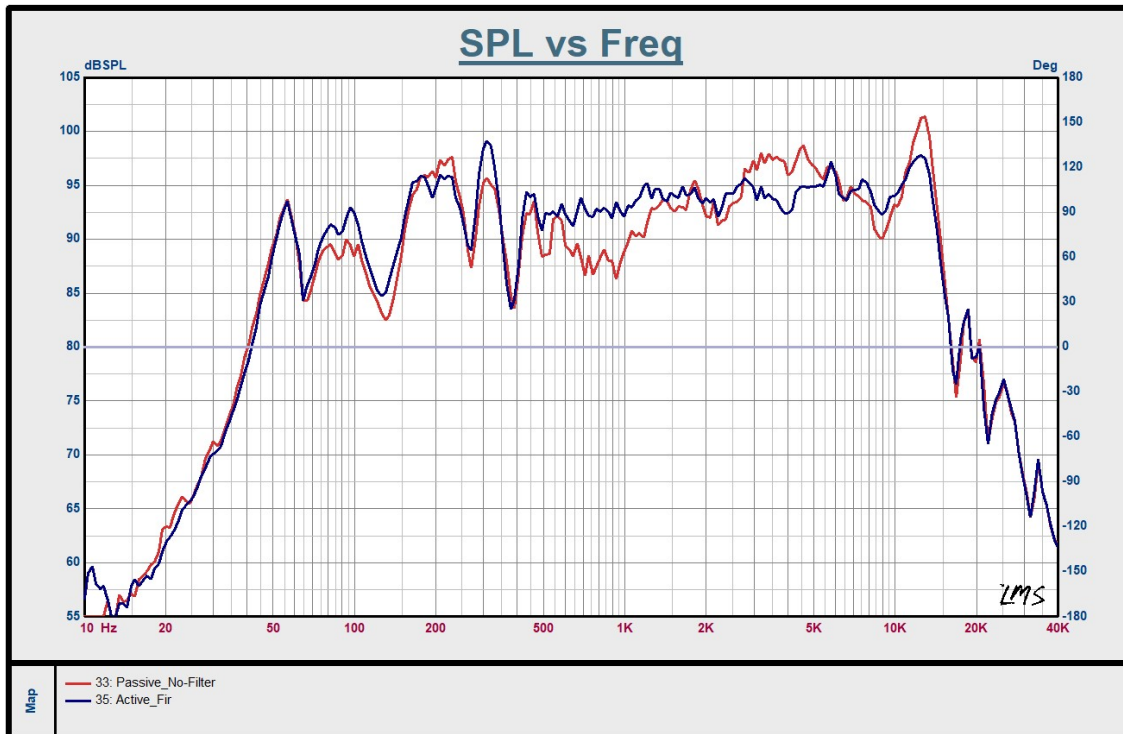
여기서 좀 문제가 발생한다. 위의 그림은 1024 tap일 경우의 Fir 필터의 특성으로 위상은 그래도 유사하게 잘 따라가지만 Magnitude(파랑색)는 중저역쪽에서 리플이 생기는 것을 알 수 있다.

Tap 수를 2048로만 늘려도 많이 개선된다. (아래 그림)

아쉽게도 miniDSP는 1024 tap이 한계여서 음압에 다소 왜곡이 생기게 된다.



Tap 수를 2048로만 늘려도 위와같이 많이 개선된다. Tap수를 늘릴수록 개선된다.



결국 1024 Tap의 Fir 필터를 적용한 최종 특성의 실제 테스트 결과이다. (파랑색) 중저역 리플이 예상한 위치에 남아있음을 확인하였다. 위상은 리니어해진 특성이다.

청감상으로도 원래 특성(빨강)과 개선된 특성(파랑)은 많은 차이가 난다. 훨씬 거칠지 않으며 풍부한 음

색을 들려준다.

검토 사항

- 좀 더 Flat한 특성을 위해서는 Tap수를 늘릴 수 있는 DSP를 사용해야 한다.
- 플레인지 백로드론에 Fir 디지털 필터를 적용한 사례는 아마도(?) 세계 처음이 아닌가 생각된다.
- 최종안의 음질은 더 에이징을 시켜봐야겠지만 유닛 자체가 하이엔드 수준이라 하기는 힘들다. 그냥 편한 음악감상 정도가 좋을 듯 하다.