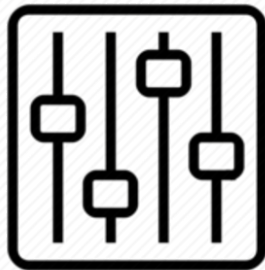


모두의 홈레코딩



<http://wiki.homerecz.com>

홈레코딩 위키

리버사이드 재즈 스튜디오

정승환

목차

.....

.....

.....

모두의 홈레코딩

헤드폰 앰프의 출력과 헤드폰 임피던스

사용되는 공식

헤드폰 앰프의 출력

헤드폰의 감도

일반 오디오 인터페이스나 스마트 폰으로 HD600과 같은 300Ω 헤드폰 구동 가능할까?

왜 헤드폰이나 이어폰들은 대체적으로 높은 감도 특성을 가지게 출시 되는가?

Power handling capacity

Adaptive Voltage Output

.....

.....

.....

모두의 홈레코딩

1

1

1

1

5

5

6

7

8

10

10

11

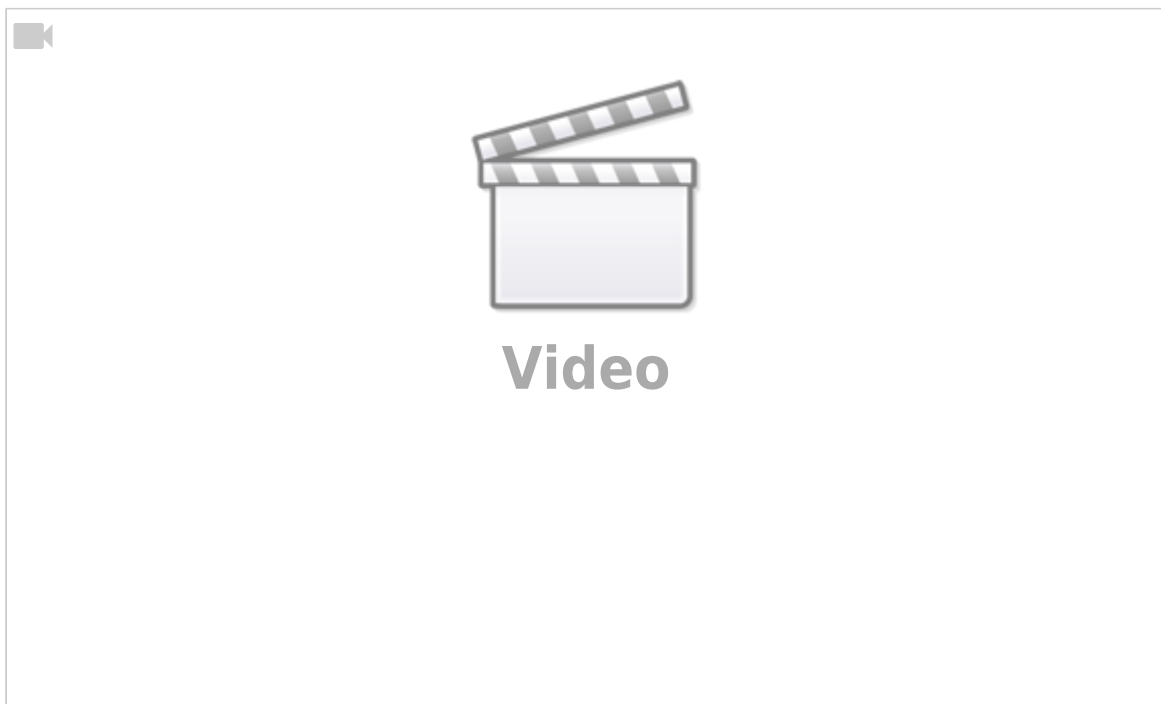
12

12

12

12

헤드폰 앰프의 출력과 헤드폰 임피던스



사용되는 공식

- $Z = \frac{V}{I}$: 출력 임피던스는 출력 전압과 전류량의 비율이다.
- $P = V \times I$: 출력(Watt)은 출력 전압과 전류의 곱이다.

여기서 우리가 알수 있는 팩터들은 출력되는 전기 신호의 크기인 V 값을 알 수 있고, 헤드폰의 임피던스 값인 Z 값을 알고 있으나, 헤드폰 앰프의 출력 되는 전류량은 알 수 없기 때문에, Power 를 V 와 Z 에 관한 공식으로 새로 다시 쓰면 다음과 같습니다.

- $I = \frac{V}{Z}$

따라서 $P = \frac{V^2}{Z}$

이러한 기본 공식 사항을 좀 알고 있어야 **헤드폰 앰프**의 **출력**과 **헤드폰 임피던스**의 관계를 알기 쉽습니다.

헤드폰 앰프의 출력

헤드폰 앰프의 **출력**은 대체적으로 **dBu**(또는 **dBm**)또는 **mW**(밀리와트)로 표기 되는 경우가 대부분입니다.

dBu의 경우는 보통 프로 장비들의 **헤드폰** 아웃풋 측정에서 **600Ω** 부하를 줬을 때의 **출력 신호 전압**값을 측정한 것입니다.

이 경우, **EBU** 기준의 **레퍼런스 레벨**에 따르면 **+4dBu**를 **노미널 레벨**로 사용해야 하므로 이 이상으로 **헤드룸**이 **18dB**라면 **22dBu**의 **최대 출력 레벨**이 필요하고, **20dB**라면 **24dBu**의 **최대 출력 레벨**이 필요합니다.

이것을 **600Ω** 부하로 계산한다면 **22dBm**의 **출력**으로 나오게 됩니다.

dBm to watts conversion calculator

Decibel-milliwatts (dBm) to watts (W), power conversion calculator.

Enter the power in dBm and press the *Convert* button:

Enter power in dBm:	22	dBm
	Convert Reset	
Watts result:	0.15848931925	W

[Watts to dBm conversion calculator](#) ►

150mW의 값입니다. 따라서 어떤 **헤드폰 앰프**의 **600Ω**의 **헤드폰**을 연결했을 때 **최대 출력 레벨 22dBu**를 만족하는 **헤드폰 앰프**의 **출력** 값은 **150mW**입니다.

위의 공식에서 **와트**는 **임피던스**에 반비례 하므로, **300Ω**의 **헤드폰¹⁾**을 연결한다면 **75mW**(대략 **19dBm**)의 **출력**을 가지는 **헤드폰 앰프**를 사용 시 **22dBu**의 **최대 출력 레벨**을 만족한다고 보면 됩니다. 대체적으

로 **아날로그 믹싱 콘솔**의 **헤드폰** 아웃들은 이 정도의 **출력**을 내어주는 편입니다.

거꾸로 계산한다면, 만약 75Ω 의 **헤드폰**을 연결해서 사용하는 경우 22dBu 의 **소리**를 들으려면, **헤드폰 출력**은 $16\text{dBm}(40\text{mW})$ 이면 충분합니다.

헤드폰의 감도

이제 이러한 **헤드폰 앰프**의 **출력**에 대비하여 **헤드폰**이 얼마만큼의 **소리**를 재생하느냐의 문제가 남아 있습니다.

일반 **앰프**와 **스피커**, 그리고 $0\text{VU}(+4\text{dBu})$ 의 **캘리브레이션**에서는, 보통 **앰프**의 **출력**과 **스피커**의 **감도**에 의해 **소리** 크기가 정해지고 이것을 85dB SPL 로 **출력**하기 위해 0VU 를 85dB SPL 로 조정할 수 있게 되어 있지만, **헤드폰 앰프**의 경우는 직접 **헤드폰 앰프**의 **출력**을 가변하도록 되어 있기 때문입니다. 그래서 **헤드폰 앰프**와 **헤드폰**의 **소리** 크기에 대해서는 **스피커**의 경우와는 좀 다르게 생각해야 합니다.

감도는 **헤드폰**에 1mW 를 넣었을 때 얼마 만큼의 dB SPL 로 환산되느냐에 관한 값입니다.

만약 어떤 **헤드폰**의 **감도**가 $97\text{dB SPL/mW}^{2)}$ 라면 1mW **출력**에서 97dB SPL 의 **소리**를 재생하는 것입니다.³⁾

만약 그렇다면 80mW 의 **출력**을 하는 **헤드폰 앰프**에 이 **헤드폰**을 연결한다면 2mW 일 때 100dB SPL , 4mW 에서 103dB SPL

64mW 에서는 115dB SPL , 128mW 에서는 118dB SPL 정도의 **소리**가 재생되게 되니까 80mW 에서는 대략 116dB SPL 정도의 **소리**가 재생되게 됩니다.

헤드폰 앰프의 볼륨을 최대로 놓는다면 116dB SPL Max , 0VU 기준으로 만들어지는 **음악**을 재생 시 100dB SPL 인근으로 재생되는 것입니다. 이것은 **Dolby Volume**인 85dB SPL RMS , $103\text{dB SPL Peak}(18\text{dB 헤드룸})$ 와는 아주 동떨어진 매우 높은 수치라고 볼 수 있습니다.

이때 정상적인 **헤드폰 앰프**라면 볼륨 노브를 절반 이하 정도로만 놓아도 우리가 원하는 **소리** 크기 재생은 가능합니다. 생각보다 **헤드폰**들의 **감도**는 매우 높다는 것을 알 수 있습니다.⁴⁾

실제로 사용해 보면, **녹음실** 등의 **음악** 프로덕션에서는 $103\sim 105\text{dB SPL Peak}$ 를 가지도록 **감도**를 설계한다면, $85\sim 86\text{dB SPL/mW}$ 정도의 **감도**의 **헤드폰**을 설계해서 만들어 사용해야 하는데 이것으로, **녹음** 소스의 **레벨** 단계에서는 다소 작게 들릴 수도 있는 수치가 되어, **녹음실** 용의 **모니터링 헤드폰**들은 이와 같이 일반 감상 용 **헤드폰**들보다 다소 높은 **감도**를 가지도록 설계하게 된 것 같습니다.

또한 이러한 특성 때문에 **헤드폰 앰프**의 **출력**이 다소 작은 **오디오** 기기에서도 어느 정도 큰 볼륨을 얻을 수도 있습니다.

예를 들면 Apogee 사의 Groove 같은 경우,

Max Output level: 225mW into 30Ω 40mW into 600Ω

와 같은 스펙을 가지고 있습니다.

300Ω 의 부하 **임피던스**를 가지는 HD600 연결 시에는 80mW 의 **출력 파워**를 가질 것으로 예상되는데,

이때 80mW 에서는 위에서 계산한대로 116dB SPL 의 Peak 재생력을 가지게 되어서, 충분히 큰 소리로 재생이 가능함을 알 수 있습니다.

일반 오디오 인터페이스나 스마트 폰으로 HD600과 같은 300Ω 헤드폰 구동 가능할까?

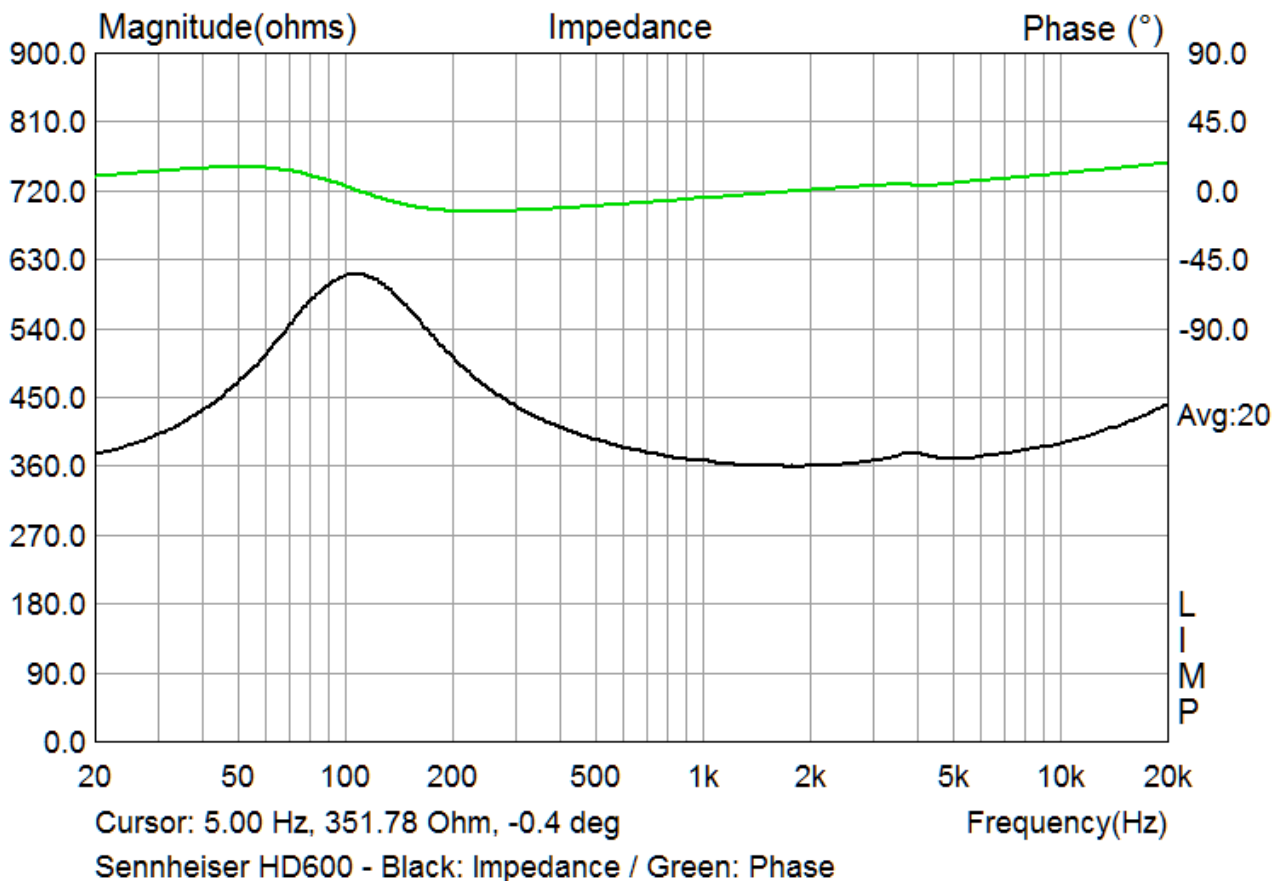
소리가 나겠지만 정상적인 톤 재생은 아닙니다.

<https://www.tonestack.net/articles/headphones/headphone-amplifier-output-impedance.html>

위에서 이야기 한대로 정규 출력인 22dBu 출력을 300Ω 헤드폰으로 내기 위해서는 최소 19dBu(dBm) 출력이 필요합니다. 이 기준에 미치지 않아도 소리는 나겠지만, 85Ω 이나 32Ω 등의 저 임피던스 헤드폰을 연결했을 때보다, 소리도 작고, 뭔가 이상한 소리로 들리게 됩니다. 즉, 헤드폰 유닛을 구동하기에 충분하지 못한 출력을 내어주는 경우 입니다.

소리는 나겠지만 임피던스에 의한 톤손실이 커서 원래 헤드폰이 들려주도록 설계 된 소리가 나지 않습니다.

HD600과 같은 고 임피던스 헤드폰을 구동하는 조건을 만족하는 헤드폰 앰프는 사실 많지 않습니다. 또한 그러한 헤드폰 앰프를 내장하고 있는 오디오 인터페이스나 스마트폰 출력, 또는 랩탑 헤드폰 아웃도 많지 않습니다.



아 물론, 아주 없는 것은 아닙니다. 일부 고 **임피던스 헤드폰**이 구동가능한 **헤드폰** 아웃을 가진 **오디오 인터페이스** 들도 있습니다. 위에서 말한 정규 스펙대로 **출력**해주는 **오디오 인터페이스**들이 있습니다. 스펙을 잘 살펴보시면 됩니다.

주의 해야합니다.



HD600 과 같은 고 **임피던스 헤드폰**을 구동하기 위한 별도의 **헤드폰 앰프**



HD600 과 같은 고 **임피던스 헤드폰**을 구동하기 위한 별도의 **헤드폰 앰프**

왜 헤드폰이나 이어폰들은 대체적으로 높은 감도 특성을 가지게 출시 되는가?

제 생각엔 아마도 , 야외에서 사용 시 주변 **소음**을 이겨내고 **음악**을 듣기 위함이 첫번째 이고 두번째는 우리가 이제 **음악**을 듣는 환경이 점점 포터블 해짐에 따라, 적은 **출력**으로도 큰 **소리**를 내는 것이 중요해졌고(배터리/동작 시간 성능에 영향), 마지막으로, 생각보다 길게 **헤드폰** 선을 사용하는 경우가 많기 때문인 것 같습니다.

헤드폰 앰프를 고급스럽게 구성하는 것보다 아무래도 **헤드폰**의 **감도** 특성을 올리는 편이 비용적으로, 기술적으로 더 효율적이기도 합니다.⁵⁾

하지만 높은 **레벨**에서의 **음악** 청취는 청력을 쉽게 망가뜨릴 수도 있습니다.

그래서, 최근에는 유럽이나 선진국 등에서 이러한 높은 재생 **레벨**에 대한 규제나 제재가 이루어지고 있어서, **헤드폰 출력**이 많이 줄어들고 있는 실정입니다. **이어폰**이나 **헤드폰**들이 **감도**가 높게 설계되어 출시되는 게 계속 지속 되어온 결과, **헤드폰 출력**을 제한하는 방식으로 음량을 규제하고 있습니다. 또한 **무선 헤드폰**의 경우는 이런 규제 때문에 오히려 낮은 **소리 출력**에 더하기 “액티브노이즈 캔슬링” 측면으로 더욱 발전하고 있는 실정입니다. **소리**가 **출력**이 많이 줄어들에 따라 , 주변 **소음**을 낮춰야 **음악**을 감상하기 편해지는 것입니다.⁶⁾

<https://www.bbc.com/news/health-21294537>

EU 기준에 따르면 , 전일⁷⁾ 평균 음량 제한으로 **85dBSPL(A-weighted) RMS** 를 넘지 말 것으로 제한하고 있습니다.⁸⁾

Power handling capacity

헤드폰이 최대 소화 가능한 Watt 값을 말합니다. 만약 **헤드폰**의 **파워** 핸들링이 100mW 라면 이 **헤드폰**에 100mW 이상의 **출력**이 들어온다면 **헤드폰**의 **소리**가 매우 찌그러지고 망가질 것입니다.

이때는 당연히 높은 **출력**을 견디기 위해서는 높은 **임피던스**를 가진 **헤드폰**이 유리합니다. 왜냐하면 **헤드폰 앰프**의 **출력**이 100mW@150Ω 이라면, 300Ω 의 **헤드폰**을 연결하면 50mW@300Ω 으로 동작하기 때문입니다. 반대로, 100mW@150Ω 의 **헤드폰 앰프**의 **출력**에, 75Ω의 **헤드폰**을 연결한다면, 200mW 의 **출력**으로 동작하게 되므로, 이 경우 **헤드폰**에서 원치 않는 **THD** 가 발생할 수 있고, 이런 상태로 자주 사용하게 되면 유닛이 망가져 버리게 됩니다.

만약 **출력**이 좋은 **헤드폰 앰프** 사용 시 너무 작은 부하 **임피던스**를 가진 **헤드폰**을 사용한다면 쉽게 **소리**가 찌그러지고 망가질 수 있습니다.

— *retronica* 2022/01/04 09:42

Adaptive Voltage Output

종종 일부 헤드폰 프리앰프는 연결된 이어폰/헤드폰의 임피던스에 따라서 각기 다른 출력 값을 내어주도록 설계된 제품들이 있다.

랩탑의 경우, 3.5mm 아웃풋을 컨슈머 라인 아웃과 헤드폰 아웃으로 겸용으로 하는 케이스가 있는데, 이때도 연결된 장치가, 스피커같은 컨슈머 레벨 장비면, 컨슈머 라인 레벨 아웃으로 출력하고, 헤드폰과 같은 장비일 경우 헤드폰 앰프 출력을 해주는 경우가 많다.

예를들면,

2021년 이후 맥북 일부 모델의 경우에는 고 임피던스 헤드폰도 구동이 가능한 헤드폰 앰프를 내장하고 있어서, 150Ω 이상의 헤드폰이 연결되었을 때, 150Ω 이하의 헤드폰이 연결되었을 때의 출력 레벨이 다르고, 컨슈머 라인 레벨 장비가 연결되었을 때는 라인 레벨 출력을 하도록 되어 있다.

즉 연결된 부하의 임피던스 값에 따라, 다른 출력을 내보내 줌으로써, 라인아웃, 저 임피던스 헤드폰 아웃, 고 임피던스 헤드폰 아웃 출력으로 그때 그때 적응형으로 출력한다.

<https://support.apple.com/en-sa/HT212856>

- [Facebook](#)
- [Twitter](#)
- [Email](#)

1)

아마도 HD600

2)

HD600, DT150 등

3)

헤드폰 감도의 측정은 더미 헤드를 이용합니다.

4)

일반으로 필요한 기대치보다 10dB 이상 높음

5)

하지만 높은 헤드폰의 감도는 아무래도 공진의 원인이 되기도 합니다.

6)

패시브 노이즈 캔슬링 은 밀폐형 헤드폰을 말합니다. 하지만 진동판의 특성이 밀폐된 헤드폰 내부 체적에 딱 차있는 공기의 영향을 받기 때문에 소리의 변형이 많이 오게 됩니다. 이런 변형을 이겨내고도 플랫한 소리를 재생하기 위해 여러가지가 다시 또 적용이 되는 것입니다. 결론적으로 소리는 더욱더 망가지게 되는 게 아닌가 생각합니다.

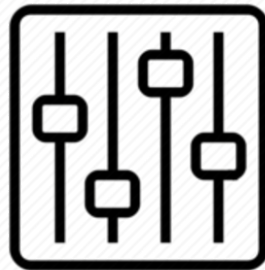
7)

하루 종일

8)

Dolby Volume의 85dB 값과 동일한 값

모두의 홈레코딩



<http://wiki.homerecz.com>

홈레코딩 위키

리버사이드 재즈 스튜디오

From:

<https://wiki.homerecz.com/> - 홈레코딩 위키

Last update: **2024/03/28**

저자 : 정승환(admin@homerecz.com)