

碩士學位論文

텔레비전受像機 스피커의
性能改善方案에 관한 研究



濟州大學校 産業大學院

電子電氣工學科

金 守 邦

2002

碩士學位論文

텔레비전受像機 스피커의
性能改善方案에 관한 研究

指導教授 李 鎔 鶴



濟州大學校 産業大學院

電子電氣工學科

金 守 邦

2002

텔레비전受像機 스피커의
性能改善方案에 관한 研究

指導教授 李 鎔 鶴

이 論文을 工學 碩士學位 論文으로 提出함

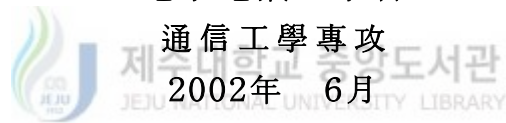
2002年 6月

濟州大學校 産業大學院

電子電氣工學科

通信工學專攻

2002年 6月



金 守 邦

金守邦의 工學 碩士學位 論文을 認准함

2002年 6月

審査委員長 林 載 允 印

委 員 李 鎔 鶴 印

委 員 康 鎭 植 印

목 차

Abstract	-----	1
I. 서론	-----	3
II. 스피커	-----	5
1. 스피커 시스템의 구성	-----	5
2. 스피커 유니트의 내부구조	-----	6
3. 스피커 유니트의 종류	-----	7
4. 인클로저	-----	7
5. 스피커 구동방식	-----	9
6. 네트워크	-----	10
III. 이퀄라이저	-----	13
1. 이퀄라이저의 동작원리	-----	14
2. 이퀄라이저의 기본유형	-----	16
3. 오디오 믹싱시 이퀄라이저의 사용	-----	18
4. 이퀄라이저의 위상과 진폭의 관계	-----	19
5. 이퀄라이저의 종류	-----	20
IV. 청각특성	-----	21

1. 청감과 데시벨	-----	21
2. 전력레벨과 음압레벨	-----	21
V. 텔레비전 스피커의 성능 측정	-----	23
1. 음원발생장비	-----	23
2. 분석장비	-----	24
3. 구성시스템	-----	25
4. 모니터스피커와 텔레비전스피커의 성능분석	-----	26
VI. 결 론	-----	42
참고문헌	-----	43

A Study on the Performance Improvement
of Television Speaker

Soo-Bang Kim

Department of Electrical and Electronic
Engineering

Graduation school of Industry

Cheju national university



Supervised by professor Yong-Hak Lee

a b s t r a c t

Today's high-quality monitoring speakers had originated in the movie technology which had begun late in 1920's. High frequency compression driver and horn system had developed in 1930's and the basic form of which have been used until now.

The high fidelity speaker, developed so much as the monitoring

speaker with high power, confidence and low distortion, can be designed using direct radiation component. The size and appearance of speakers adopted in the television set must be restricted, i.e., the site be small and appearance. The speakers of television which is producted in the internal have very poor frequency response in the low frequency band(less than 1kHz), in the high frequency band (more than 5kHz)and in intermediate frequency band. Therefore the TV viewers can't hear well sound of wanted sound band.

In this thesis, we propose the method to improve sound quality by adjustment signal magnitude response in each frequency band. We are compared the monitoring speaker response using in sound recording room with the television speaker response and analyzed into each other. From the result, we confirmed that the monitoring speaker response is better than the television speaker response and obtained better sound than before. Therefore we obtained the high quality of sounds after considering the characteristics of the television speaker response and using the equalizer.

I. 서 론

현재 사용되고 있는 고급 모니터링 스피커(통칭 스피커)는 1920년 후반에 시작된 영화 기술에서 부터 발전하여 오늘에 이르게 되었다. 그후 1930년에 압축 드라이버(compression driver)와 혼(horn)으로 구성된 혼 스피커가 개발되었고, 현재까지도 그와 같은 구조를 가진 스피커가 사용되고 있다. 최근에는 텔레비전 수상기의 지속적인 개발에 힘입어 민수용 하이파이(high fidelity)스피커 영역에 상당한 개발이 이루어져서, 높은 신뢰도와 낮은 왜곡의 고출력 성능을 가진 텔레비전 수상기의 스피커가 개발되었다. 그러나 텔레비전 수상기 스피커는 외관 및 크기의 제약 때문에 작은 크기의 스피커를 텔레비전 내부에 설치하고 있다. 따라서 여러 가지의 제약으로 인해서 시청자가 청취하고자 하는 음역을 텔레비전 수상기 스피커에서는 제대로 들려 줄수 없게 된다.(G. Augspurger. 1990)

따라서 본 논문에서는 텔레비전을 통해 전달하고자 하는 음의 전대역을 시청자들에게 충실히 들려줄 방법을 모색하기 위하여 텔레비전 방송국 녹음실에서 사용하고 있는 스피커(모니터 스피커)와 텔레비전 수상기의 스피커 특성을 비교·분석하였다. 비교·분석은 모니터 스피커와 가전 3사 텔레비전 수상기 스피커의 주파수 응답특성을 이퀄라이저(equalizer)를 사용하기전과 사용한 후를 비교·분석하였다. 저역과 고역주파수의 감쇄를 방지하기 위하여 방송국에서는 각종 프로그램을 녹음할 때 텔레비전 수상기 스피커의 성능을 고려하여야 한다. 또한 모니터 스피커를 텔레비전 수상기 스피커의 성능과 유사한 것으로 청취하면서 녹음을 하여야 하며, 이퀄라이저를 녹음시에 사용하여 음향상태를 개선할 수 있다. 다양한 프로그램을 녹음할 때 방송국 녹음실에서 들었던 음질이 실제로 시청자가 되어 집에서 텔레비전 스피커를 통하여 듣게 되면 상당한 차이가 나는 것을 자주 경험하게 되면서 방송국 녹음실에서 오디오 믹싱을 할 때 사용하고 있는 모니터 스피커의 특성과 텔레비전 수상기 스피커의 특성을 비교하여 텔레비전 수상기 스피커에 의존하여 음향을 청취하고 있는 시청자들에게 보다 양질의 음향상태를 제공하기 위하여 녹음실에서 믹싱시 고려해야 할 제반요소들을 찾아보고자 하였다.

본 논문의 구성은 서론에서는 텔레비전 수상기의 스피커특성과 모니터 스피커

특성의 차이점을 기술하였다. 2장에서는 스피커시스템의 구성과 구동원리를 기술하였으며, 3장에서는 이퀄라이저에 관한 제반사항을 다루었다. 그리고 4장에서는 음의 청각특성에 대한 전력레벨과 음압레벨에 대하여 기술하였으며 5장에서는 가전 3사의 텔레비전 수상기 스피커와 모니터링 스피커에 이퀄라이저를 사용하지 않았을때와 사용 하였을때의 저역, 중역, 고역에 따른 주파수 응답특성과 대역폭에 관한 성능을 비교·분석하였고, 마지막으로 6장에서 본 논문의 결론을 맺었다.



II. 스피커

스피커는 인간이 들을 수 있는 음성 또는 소리를 재생하는 전기 기기이다. 통상적으로 스피커의 정확한 명칭은 라우드 스피커(loud speaker)또는 확성기이다. 스피커 제작기술의 기본적인 원리는 변하지 않고 있지만 스피커 재료의 지속적인 발전에 의하여 꾸준히 스피커의 성능개선이 이루어지고 있다. 현재 사용되고 있는 스피커들은 초창기의 스피커에 비하여 매우 넓은 음역까지도 충실히 재생해 낼 수 있는 고성능의 스피커들이다.(백운춘, 1990)

1. 스피커 시스템의 구성

스피커 시스템의 구성은 스피커유닛, 인클로저(스피커 캐비넷), 네트워크등으로 구성되어 있고 각 시스템의 구성요소는 Table. 1과 같다.

Table.1. Construction of speaker system

스피커	스피커유닛	진동계(진동판, 더스트 캡)
		지지계(댐퍼, 엷지)
		자기회로(폴리스,플레이트,영구자석)
		구동계(보빈)
		기타(접착제)
	Enclosure	상자 통
	기타	흡음계
		네트워크(주파수 영역별 전선연결)

Table. 1에서 직경이 큰 저음용 스피커와 직경이 작은 중, 고음용 스피커 유닛을 네트워크라고 불리는 주파수 분할 회로와 연결하여 인클로저라는 상자에 넣는다. 스피커 유닛은 다시 진동계, 지지계, 자기회로, 구동계 등으로 분류된다.

그 중에서도 진동계는 음이 가지고 있는 전기 신호를 기계적인 진동으로 변환하여 최종적으로는 음파로 내보내는 역할을 담당하기 때문에 음질에 크게 영향을 미치는 가장 중요한 부품중의 하나이다.

2. 스피커유니트의 내부구조

스피커 유니트의 내부구조는 Fig.1과 같고 내부구조의 구성은 진동판, 옛지, 댐퍼, 영구 자석, 후레임, 인클로저(스피커통), 네트워크등으로 구성되어 있다. Fig.1의 동작은 스피커 단자에 입력된 전기 신호가 자계 속에 놓여 있는 보이스 코일로 흐른다. 코일에 흐르는 전류에 의해서 진동에너지가 생기며, 진동에너지는 보이스 코일이 감겨 있는 보빈과 연결된 스피커의 콘(cone paper)을 진동시킨다. 콘의 진동은 주위의 공기를 진동시켜 다음의 공기층으로 차츰 전달되어 간다. 그 결과 음압의 파가 스피커에서 진행하여 소리가 된다.(<http://sun.uos.ac.kr>)

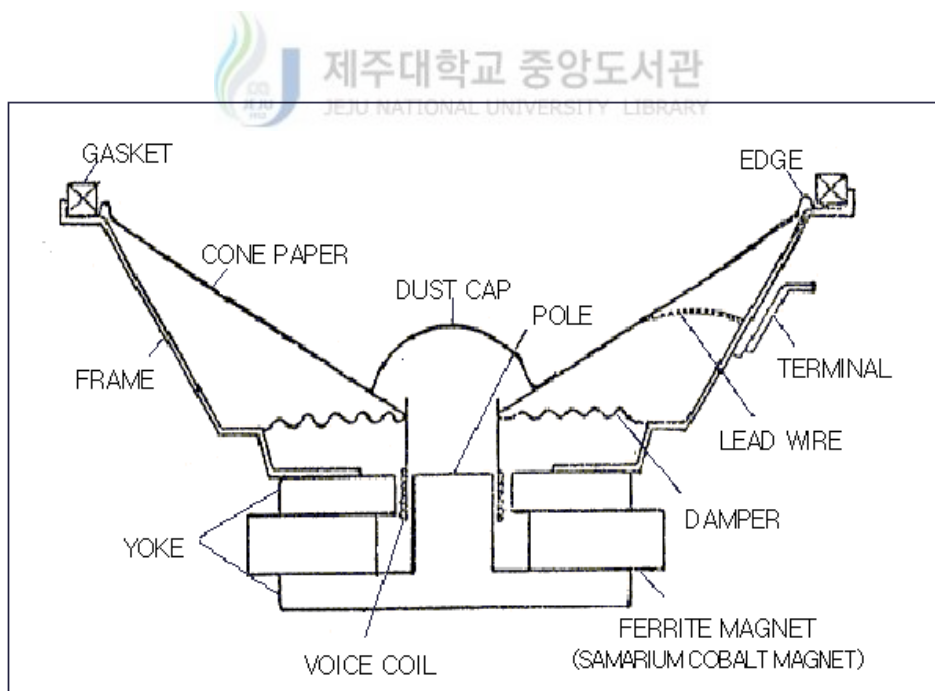


Fig.1. Speaker structure

3. 스피커 유니트의 종류

1) 풀 레인지(full range) 스피커 유니트

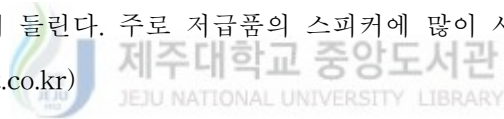
하나의 스피커 유니트로 저음에서 고음까지 모두 재생한다. 한개의 콘지로 모든 주파수의 음파를 재생하는데 간편한 구조라서 이상적이기는 하지만 좋은소리를 만들기 위해선 무척 어렵고 한계가 있기 때문에 소형 스피커 시스템용 외에는 잘 사용되지 않으며 일반적으로 텔레비전의 스피커에 많이 채용되어 있다.

(<http://speakermart.co.kr>)

2) 더블 콘(double cone) 스피커 유니트

하나의 스피커 유니트 보이시 코일에 저음용 콘지와 고음용 콘지를 부착한 형태이며 다시 말해 더스트 캡 대신에 고음용 콘지를 부착한 형태이다. 결국 유니트 하나로 저음과 고음을 재생 할 수 있도록 만든 것이다. 주파수 특성은 전체적으로 평탄하나 음질은 좋지 않다. 특히 과도 특성에서 고음용 콘지가 펄럭이는 소리가 많이 나며 시끄럽게 들린다. 주로 저급품의 스피커에 많이 사용된다.

(<http://speakermart.co.kr>)



3) 코액셜(coaxial) 스피커 유니트

저음과 고음의 유니트 2개를 하나의 유니트로 만들어진 형태를 말한다. 가상동축이라고 하며 탄노이의 플로어 스탠드형 스피커가 이러한 형태를 사용하며 주로 자동차용 스피커에 많이 사용되고 있다.(<http://speakermart.co.kr>)

4. 인클로저(enclosure)

스피커 캐비넷이라고도 하며 스피커의 재생 능력에 중요한 역할을 한다. 콘형스피커를 유니트 만으로 사용할 경우 저역 주파수대의 재생이 매우 나쁘다. 그 이유는 스피커전면에 발생하는 음파와 후면에서 발생하는 음파가 유니트의 측면에서 서로 반대되는 위상이 상호간에 간섭하여 소멸되기 때문이다. 그것을 방지하기 위한 것이 배플(baffle)이다. 이론상으로는 무한 배플이야말로 최대한의 효과를 얻을

수 있지만 구성상의 어려움이 따르기 때문에 배플은 인클로저와 함께 구성한다. 인클로저의 크기, 구조에 따라서 최저 공진주파수가 달라지며 이것에 의해 각 스피커마다의 재생 주파수 대역이 결정된다. 인클로저의 종류는 Fig-2와 같이 밀폐형, 베이스 리플렉스형과 백로드 혼형 등으로 구분된다.

(<http://speaker.pe.kr>)

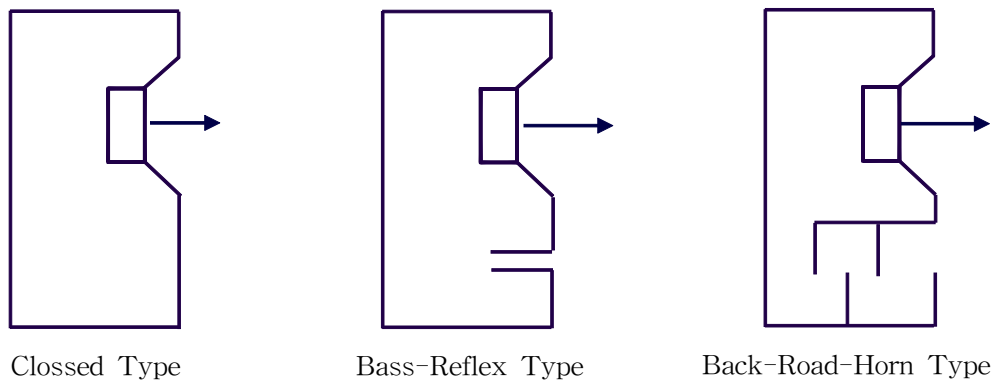


Fig.2. Classification of enclosure

1) 밀폐형 (closed type enclosure)

스피커 캐비닛의 한 방식으로서 캐비닛의 뒷면도 완전히 밀폐하여 스피커의 전면 방사음만을 사용하는 가장 표준적인 타입이다. 후면에 발생하는 음을 밀폐된 캐비닛으로 차단하여 전후의 음의 간섭에 의한 능률의 저하를 방지하며 구조 및 동작 원리가 간단하기 때문에 널리 사용되고 있다. 캐비닛의 용적을 될 수 있는 대로 크게 잡지 않으면 저음재생이 어려워지나 사용할 스피커의 유니트와 스피커의 용적을 적당히 선택하면 비교적 간단하게 설계 제작할 수 있다. 본 논문에서는 밀폐형 인클로저를 제작하여 스피커의 성능을 측정하였다.

2) 베이스 리플렉스형 (bass-reflex type enclosure)

베이스 리플렉스형은 스피커를 붙이는 버플(baffle)면에 구멍을 내고 그 속에 각형의 관이나 원형의 관을 붙인 것이다. 이 관을 이름하여 덕트(duct)라 한다. 이렇게 하면 스피커 유니트의 후면방사음이 이관을 통과해서 나올 때 위상이 전도

되어 전면 방사음과 합하여 저음이 증대되는 효과를 얻는다. 밀폐형보다 작은 케이스로도 풍부한 저음을 얻을 수 있는 특징이 있으며 위상 반지형이라고도 하는데 설계상의 까다로운 점이 있으나 밀폐형보다 적은 용적 (60%)으로 동일한 최저공진 주파수를 확보할 수 있다.

3) 백로드 혼형 (back-road-horn type enclosure)

우퍼용 콘 스피커의 앞 또는 뒤가 혼 모양으로 가공된 캐비닛을 의미한다. 후방에서 나는 소리를 혼 모양으로 하여 전면에 끌어낸 캐비닛을 백로드혼 이라 하며 극장이나 큰 홀의 확장용으로 고안 된 것으로 밀폐형이나 베이스 리플렉스형에 비해 큰 소리를 낸다. 백로드 혼형은 50Hz 정도의 혼의 효과를 갖고 있으므로 상당히 중저음까지 재생할 수 있다. 그러나 저음의 에너지는 크고 그만큼 캐비닛도 진동을 하므로 비교적 큰 방이 아니면 진정한 효과를 기대하기 어렵다. 후면으로부터 방사되는 음을 가능한 유효하게 사용하기 위하여 설계된 것으로 혼 배플형 혹은 미로형 인클로저라고도 한다. 후면으로부터 방사된 저음역을 혼을 통하여 방사시킴으로써 저음역의 특성을 개선하고 있다. 혼의 길이와 개방구의 각도로서 특성이 크게 바뀌기 때문에 충분한 재생특성을 갖기 위해서는 그만큼의 주의가 필요하다. 이외에도 페시브 라디에이터형과 북셀프형 인클로저등 특수한 인클로저들도 있다.

5. 스피커 구동방식

스피커 구동방식의 종류에는 싱글앰프와 바이앰프 구동방식이 있다. 그리고 싱글앰프 구동방식은 2웨이나 3웨이 시스템방식으로 구동된다. 2웨이 싱글앰프 구동방식은 고음과 저음의 스피커 유닛을 장착하여 스피커를 만든 경우이다. 반대로는 플레인지 유닛 하나로 스피커를 만든 시스템, 즉 플레인지 스피커가 있으나 이것으로는 충분한 주파수 특성을 얻을 수가 없기 때문에 멀티웨이 시스템을 채택하게 된 것이다. 멀티웨이방식중 하나인 3웨이 스피커 시스템의 경우 구성하는 유닛은 크게 세가지로 구성된다. 그 첫번째는 우퍼(woofer)라고 하는 저음재생 유닛이다. 주로 12인치에서 18인치 정도의 스피커 유닛을 사용한다. 두번째로

는 스퀘커(squawker)라고 하는 중음 재생용 스피커가 있는데 콘형 스피커가 많이 사용되고 있으나 최근에는 혼형 스피커를 선호하는 추세다. 세번째로는 고음을 재생하는 트위터(tweeter)로서 주로 콤프레션 드라이버를 사용한 혼형스피커가 많이 사용되고 있으며 이상과 같은 기본적인 세종류의 스피커 유니트의 조합에 의해 멀티웨이 스피커가 구성된다.(<http://speaker.pe.kr>)

본 논문에서는 기준스피커를 2웨이 싱글앰프 구동방식을 사용하여 스피커의 성능을 측정하였다.

6. 네트워크(network)

멀티웨이 방식의 스피커시스템을 구동할 때 각 음역의 스피커유니트로 공급되는 전기신호의 주파수를 분리하여 공급하는 전기회로이다. 즉, 전기신호로 변환된 음성신호가 앰프를 나와 스피커 유니트에 입력 되었다고 가정할때 가령 그것이 우퍼일 경우 고역부터 저역까지의 모든 전기신호를 받아 들인다면 그 우퍼 자체가 저역 재생용 유니트이지만 우선은 고역대의 신호도 재생하려고 구동한다. 그것은 스피커 유니트 자체는 고역이든 저역이든 간에 입력된 전기 신호는 모두 재생하려고 움직이기 때문이다. 만일 이때에 저역 재생용 우퍼에 입력되는 시그널이 그 우퍼가 재생할 수 있는 저역대의 신호 성분뿐이라면 이 우퍼는 쓸데 없는 곳에 힘을 낭비하지 않고 능률 좋게 저역의 소리를 재생할 수 있다. 이와 같이 전기 신호중의 저역과 중역, 그리고 고역의 성분을 분리하여 각각의 스피커유니트에 전달 될 음의 분리를 해 주는 것이 네트워크이다. 네트워크는 코일과 콘덴서로 구성하는데 저역은 통과시키고 고역은 컷트(cut)하는 코일과 그 반대의 동작을 하는 콘덴서의 조합으로 구성된다. 네트워크의 크로스오버 주파수를 결정하는 코일과 콘덴서의 값은 다음식으로 계산할 수 있다. (<http://speaker.pe.kr>)

$$- 6\text{dB형네트워크에서 } L = \frac{159 \times R}{f_c} \text{ [mH]} \text{ 이며 } C = \frac{159,000}{f_c \times R} \text{ [\mu F]} \text{ 이다. (1)}$$

- 12dB형네트워크에서 $L = \frac{225 \times R}{fc}$ [mH] 이며 $C = \frac{113,000}{fc \times R}$ [μF] 이다. (2)

여기서, L = 코일의값, C = 콘덴서의 값, R = 스피커의 임피던스,
 fc = 크로스오버주파수이다

네트워크회로는 여러 형태가 있으나 다음 Fig. 3, Fig. 4와 같이 6dB형과 12dB형으로 설계하여 사용하고 있으며 다른 종류의 네트워크회로들도 있다.

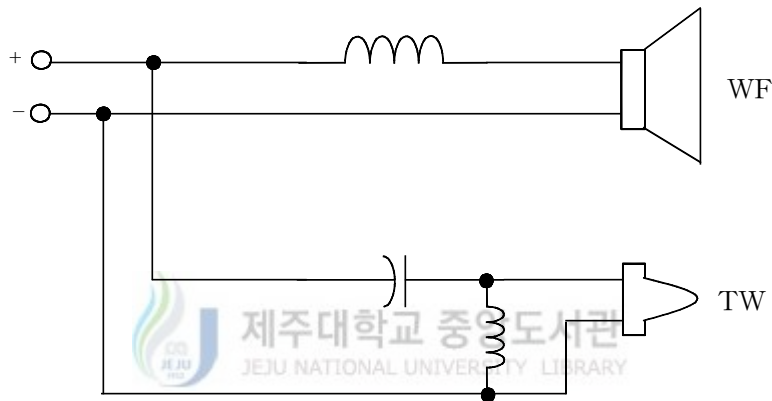


Fig.3. 6dB Network circuit

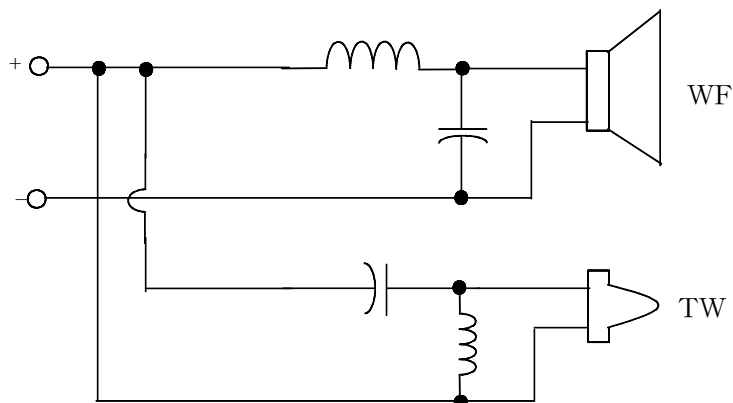


Fig. 4. 12dB Network circuit

코일과 콘덴서에 의하여 구성되어 있는 스피커 네트워크의 구성에 있어서는 네트워크회로를 스피커 내부에 장착하는 싱글앰프 구동방식의 스피커와 재생 주파수대역의 출력레벨을 별도로 컨트롤 할 수 있도록 구성된 바이앰프 구동 방식의 스피커 두가지로 나눌 수 있다. 바이앰프 구동방식의 스피커는 네트워크를 대신하는 기기를 증폭기(파워앰프)의 전단에 설치 사용하며 이 기기를 크로스오버 또는 채널 디바이더라고 한다.

본 논문에서는 6dB형 네트워크 회로가 내장된 모니터 스피커(마샬,F1VO-200SD)가 기준 모니터로 사용되었다.



Ⅲ. 이퀄라이저

이퀄라이저는 녹음이나 모니터 계통에서 음성신호나 소리신호에 대하여 주파수 특성을 변화시키는 음향조정기기이다. 이퀄라이저의 본래 기능은 영화제작시 화면에 마이크가 나타나지 않게 연기자의 음성을 녹음하다 보면 본래의 음성보다 열화 된 음성이 녹음되게 되는데 이런 현상을 보정하기 위하여 사용되기 시작하였으며 그후 전화회선에 사용하여 전송계에서의 손실을 보정하는 기기로서 입력과 동일한 출력의 특성을 얻기 위한 기기로도 활용되기 시작했다. 즉 전화회선에서 고역특성이 떨어지는 현상을 보정하여 출력이 입력과 동일한 특성을 갖도록 하는 것으로서 그 특성을 그림으로 나타내면 Fig. 5와 같다.

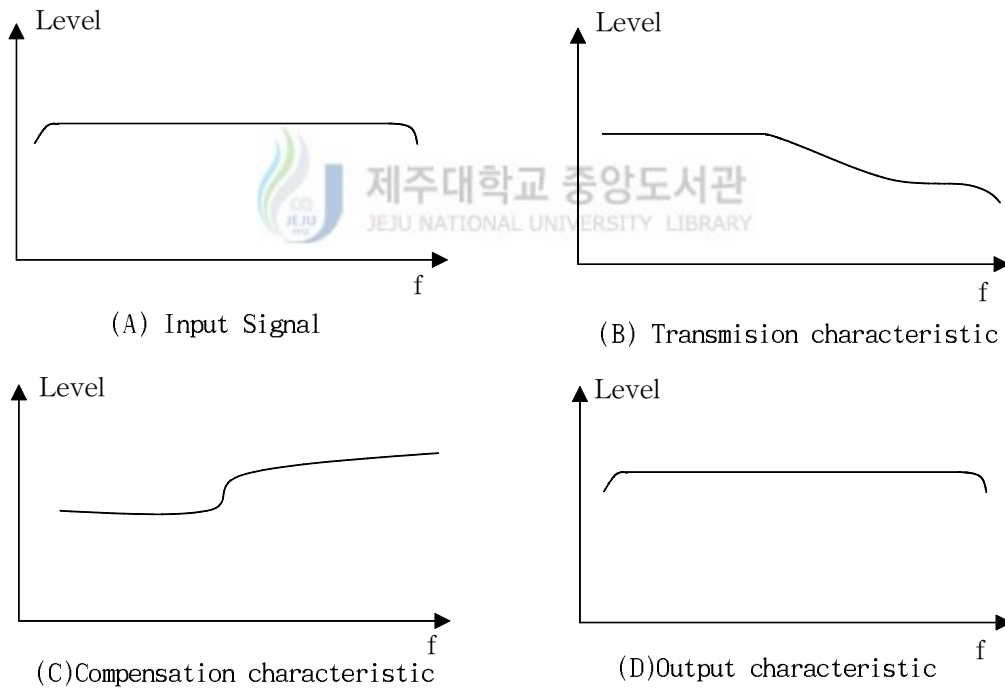


Fig. 5. Operation property of equalizer

1. 이퀄라이저의 동작원리

1) 전달함수

이퀄라이저는 선형왜곡(진폭 및 위상)을 보정하기 위하여 사용된다. Fig. 6은 왜곡이 있는 전송통신로 $H_C(f)$ 에 종속접속된 이퀄라이저 $H_{eq}(f)$ 를 나타낸다. 이것의 전체 전달함수 $H(f)$ 는

$$H(f) = H_C(f) H_{eq}(f) \text{ 가 되고} \quad (3)$$

최종출력이

$$H_C(f) H_{eq}(f) = K e^{-j\omega t_d} \text{ 으로 될 때 무왜곡이 된다.} \quad (4)$$

여기서 K, t_d : 임의의 상수

그러므로 이퀄라이저의 전달함수 $H_{eq}(f)$ 는 다음과 같이 된다.

$$H_{eq}(f) = \frac{K e^{-j\omega t_d}}{H_C(f)} \quad (5)$$

단, $X(f) \neq 0$ 인 경우이다.

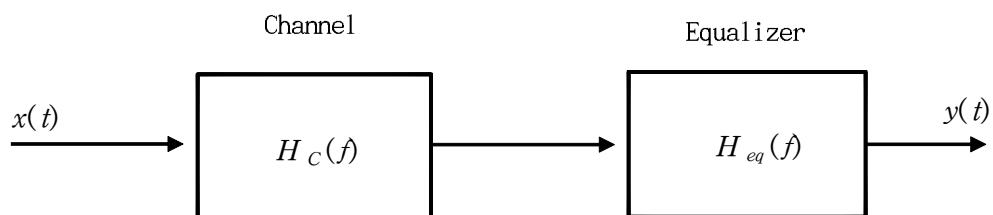


Fig. 6. Channel with equalizer for linear distortion

2) 3탭을 사용한 이퀄라이저

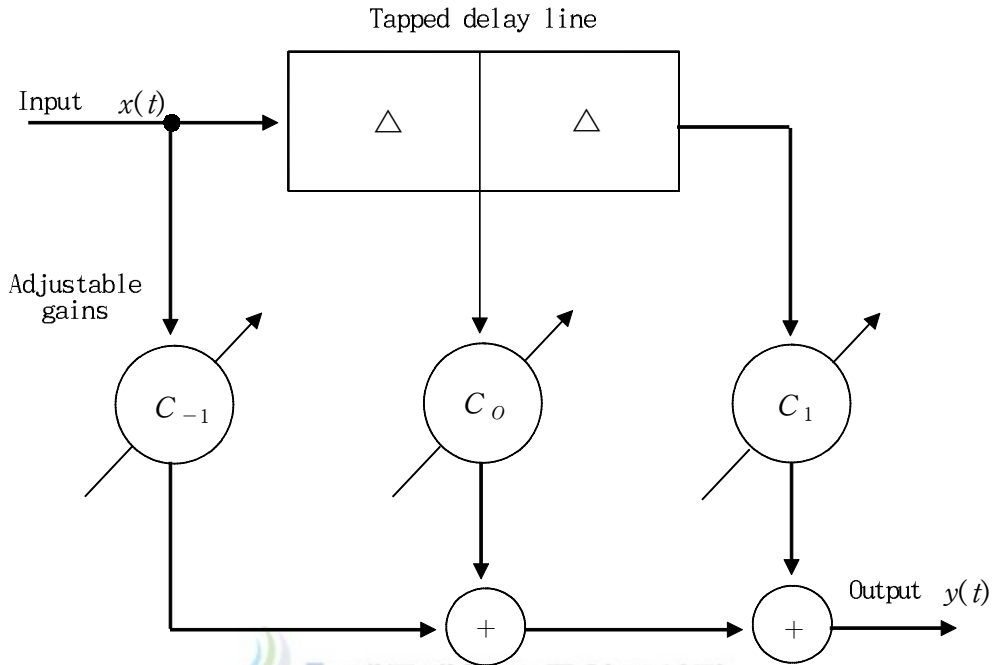


Fig. 7. Transversal filter with three taps

Fig. 7은 3탭을 사용한 이퀄라이저를 나타내었다. 이것의 출력 $y(t)$ 를 구하면

$$y(t) = c_{-1}x(t) + c_0x(t-\Delta) + c_1x(t-2\Delta) \text{ 가 되고} \quad (6)$$

이퀄라이저의 전달함수 $H_{eq}(f)$ 는

$$\begin{aligned} H_{eq}(f) &= c_{-1} + c_0 e^{-j\omega\Delta} + c_1 e^{-j\omega 2\Delta} \\ &= (c_{-1} e^{+j\omega\Delta} + c_0 + c_1 e^{-j\omega\Delta}) e^{-j\omega\Delta} \text{ 이 된다.} \end{aligned} \quad (7)$$

윗식에서 $2M + 1$ 탭을 가진 $2M\Delta$ 지연선을 가진 이퀄라이저의 전달함수 $H_{eq}(f)$ 를 일반화 시키면

$$H_{eq}(f) = \left(\sum_{m=-M}^M c_m e^{-j\omega m\Delta} \right) e^{-j\omega M\Delta} \quad (8)$$

이 된다.(Carlson, 2002)

2. 이퀄라이저의 기본 유형

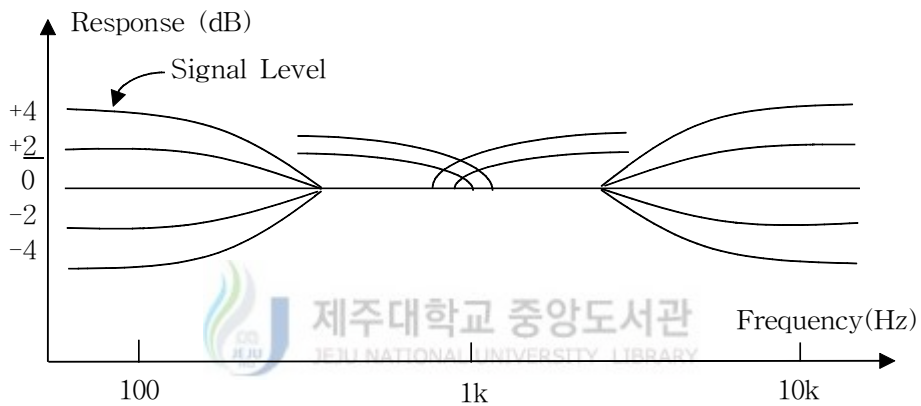


Fig. 8. LF, MF, HF property of dialogue equalizer used in movie sound

Fig. 8은 영화녹음에서 주로 연기자 음성의 등화(equalization)용으로 널리 쓰였던 3 knob 이퀄라이저(3-knob equalizer)의 특성 곡선군을 나타낸다. 촬영중인 장면의 내용에 따라 여러 거리에 있는 연기자의 음성을 마이크로 Pick-up하여 녹음할 때 거리에 따라 녹음되는 음의 주파수 성분이 다르기 때문에 여러 연기자의 대화음을 비슷한 음질로 녹화하기 위해서는 등화가 필요하게 되었다. 즉, 여러 연기자의 대화음향이 일치될 위하여 어느 정도의 등화가 필요했다. 이퀄라이저의 조정용 손잡이(knob)들은 저역, 중역, 고역(LF, MF, HF)으로 표시된다. 저역과 고역의 조정은 커트 및 부스트(cut and boost)기능을 가지고 있으며, 중역(MF)의 조정은 저역과 고역의 중간 범위(mid-range)를 부스트 하는 기능을 가진다. 물론 그 조정손

잡이들은 함께 조정되어 출력 응답특성은 세부분 모두의 합이 된다. 용어의 지정에 있어서 HF와 LF의 부스트 및 커트 동작은 부스트나 커트가 되어진 범위에서 그 응답곡선이 선반위의 접시 같은 형태를 갖기 때문에 셸빙(shelving)이라 한다. 위에서 설명한 것과 같은 초기의 이퀄라이저들은 12내지 15dB범위의 삽입손실(insertion loss)을 가지는 R,L,C로 구성된 수동형 장치가 주종을 이룬다. 이후의 디자인들은 등화가 이뤄지지 않았을 때 이퀄라이저를 통해 단일 이득을 제공하는 내부 증폭기를 가지는 능동형(active)이 대부분이다. 그 이후의 개발은 프로그램 이퀄라이저로, 전체범위(full-range)프로그램 소재의 응답특성을 보정하는데 주로 사용되었다. (j. Borwick. 1987)

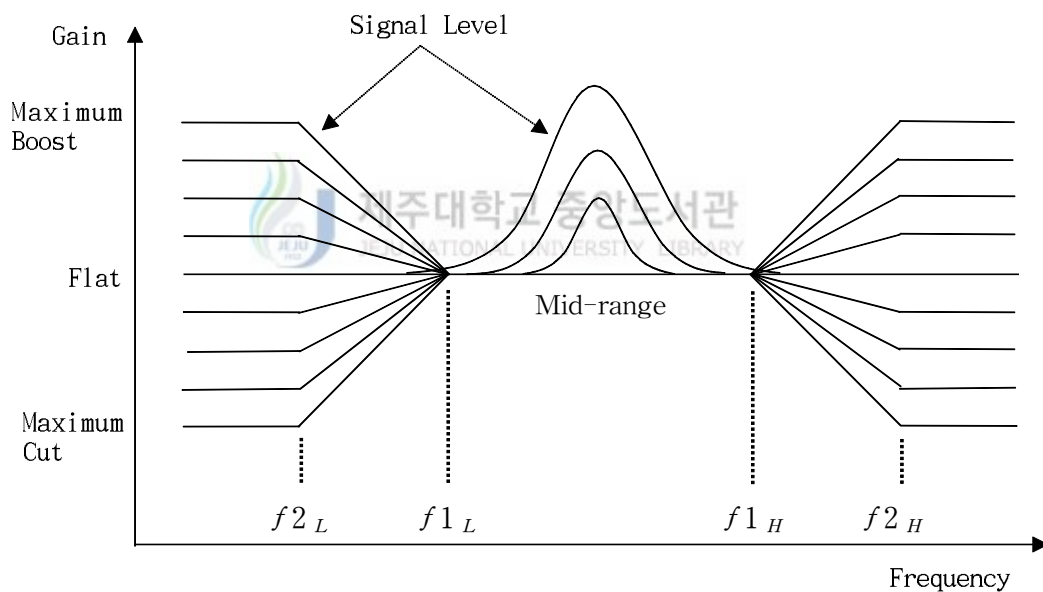


Fig. 9. Curve plot of program equalizer

프로그램 이퀄라이저의 특성곡선이 Fig. 9에 나타난다. 이러한 장치들은 다소 크기가 컸으며 보통 콘솔 외부의 랙에 장착되었다. 이 필터의 중역에서의 부스트

동작을 피킹이라 하며, 고역 및 저역부분은 셸빙 부스트 및 커트(shelving boost and cut) 기능을 제공한다.

Fig. 10과 같은 그래픽 이퀄라이저(graphic equalizer)는 최근 개발된 것으로 음의 주파수 범위에 걸쳐 가역적인 동작(peak and dip, 산과 골)을 제공한다. 그 명칭은 운용하는 조정용 손잡이들의 위치들이 그 장치가 만드는 주파수 응답 특성곡선을 따른다는 점으로부터 유래한다.

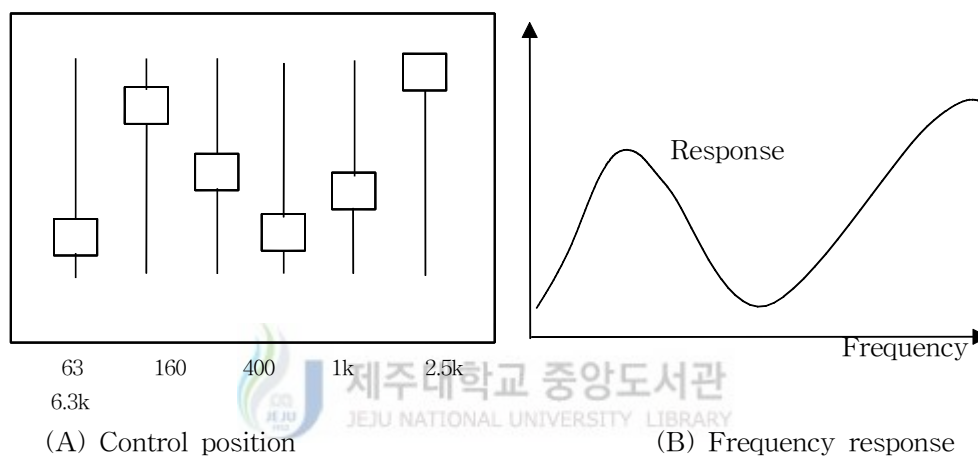


Fig. 10 Graphic equalizer

3. 오디오 믹싱시 이퀄라이저의 사용

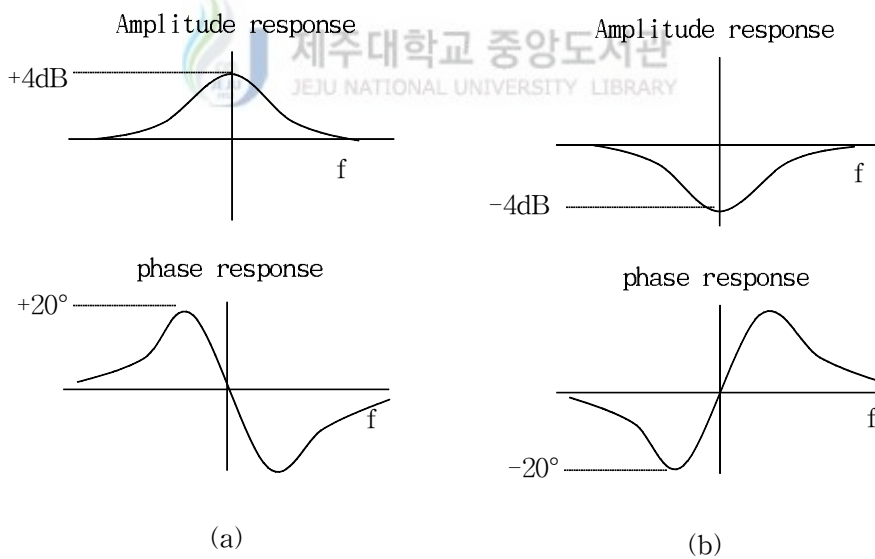
오늘날 오디오 믹싱시 사용하고 있는 이퀄라이저의 응용은 교정용이라기 보다는 오디오믹싱 엔지니어의 독창적인 것으로 다음의 몇가지 사용법은 음향의 상태를 더욱 향상시킬수 있는 사용법에 대한 설명이다.(문화방송, 1992)

- 1) 충만감(fullness)은 100내지 300Hz 영역의 주파수를 부스트하여 더해질 수 있다. 그 효과는 어코스틱 기타나 첼로와 같은 약한 음의 악기에 대해 가장 유용하다. 4내지 6dB이하로 사용되어야 한다.

2) 대다수 악기의 명료한 과도음(articulation transients)들은 적절한 주파수 영역을 강조하여 증가된다. 예로 베이스 비올(bass viol, 더블베이스)은 40내지 200Hz 영역의 기본 주파수와 2kHz 까지의 상당한 오버톤(overtone, 배음) (하모닉스)특성을 나타낸다. 현위의 연주자 손가락의 음은 그 현이 만들어내는 실제톤에 대해 비배음적(non-harmonical)인 관계이나 그것들은 음악적 라인의 정의에 있어서 똑같이 중요하다. 1내지 2 kHz 영역에서 넓은 피크를 더해주면 그것들을 표현해 줄 것이다. 마찬가지로 어코스틱 기타 현에 대한 손가락의 과도음들은 2내지 4kHz 영역의 부스팅으로 증가 될 수 있다.

3) 타악기의 크리스프니스(crispness, 명쾌함)는 1또는 2kHz 이상의 고주파수 쉘빙으로 증가될 수 있다. 봉고와 스내어드럼(snare drum)의 음을 믹싱 할때 자주 이 점의 효과를 본다. 역시 등화가 적을수록 더 양호하며 4내지 6dB가 적당하다. (문화방송. 1992)

4. 이퀄라이저의 위상과 진폭의 관계



(a) 4dB Amplitude or phase response of picking action

(b) 4dB Amplitude or phase response of dipping action

Fig. 12. The minimum phase response of equalizer

현재 사용되고 있는 대부분의 이퀄라이저들은 위의 그림에서와 같이 최소위상(minimum phase)형이다. 즉, 그것들은 주어지는 진폭 변화와 관련하는 위상이동의 양을 최소로 한다. 위상과 진폭은 신호가 부스트(boost)되기 이전이나 이후에도 변화하지 않고, 역의 골(complementary dip)을 통해 부스트된 신호를 다시 한번 통과시켜 원상복귀(undoing)하면 위상이동도 원상복귀한다. 이 특성은 Fig-12와 같으며 진폭 및 위상이동 모두 응답피크(a)와 보응답 골(complementary response dip)(b)에 대해 나타난다. 신호의 위상이동은 시간상 상대적 지연이나 전진으로 다음의 식(9)와 같이 표현된다.

$$\text{상대적 지연} = \frac{-d\phi}{d\omega} \quad (\text{second}) \quad (9)$$

여기에서 상대적 지연은 주파수에 대하여 음의 위상 변화율로 표현된다.

ϕ 는 라디안 단위의 위상이동(phase-shift) 이며, ω 는 각 주파수, 즉 $2\pi f$ 이다.

Fig.12에서 4dB진폭 부스트에 의한 최소 위상이동은 20° 이다.

5. 이퀄라이저의 종류

이퀄라이저는 음질보정용 기기로서 종류를 두가지로 크게 나눌수 있는데 그래픽 이퀄라이저와 파라메트릭 이퀄라이저가 있다. 그래픽 이퀄라이저란 인간이 들을수 있는 가청범위대역(20Hz~20kHz)의 주파수를 15밴드나 31밴드(더하거나 감할 수 있는 볼륨)로 음의 신호를 분할하여 음질을 보정하는 기기로 확장(PA, public address)의 여러 분야에서 다양하게 사용되고 있는 필수 기기이다. 가정에서 사용하는 전축에도 보편적으로 3놈(knob) 이퀄라이저가 달려 있어 청취자의 취향에 맞는 음을 만들어 내는데 이용하고 있다. 이퀄라이저가 하는 일은 일반적으로 악기나 보컬의 음을 보정할 때 사용하며 확장시스템에서 사용 할 때는 각 스피커에서 나오는 소리가 홀의 특성에 따라 특정한 주파수 대역이 많거나 부족하게 확장되는 경우가 있는데 이것을 보정하기 위해 사용되기도 한다. 다른 용도로는 무대위에서 출연가수가 공연하는 노래를 듣거나 진행자가 프로그램의 흐름을 듣기 위한 무대스피커(stage 모니터)는 마이크와 근접하여 설치하게 되는데 이때 하울링의 원인이 되는 피드백 주파수를 찾아 제거하여 하울링을 감소시키기 위해 사용되기도 한다.

IV. 청각특성

1. 청감과 데시벨 (dB)

음의 크기(loudness)는 공기의 진동에 의해서 발생한 음파의 진폭이 크고 작음에 의해서 결정된다. 진폭이 클수록 음은 크게 들리고, 진폭이 작을수록 작게 들린다. 그러나 인간이 느끼는 음의 크고 작음은 청감으로 지각할 수 있는 감각량으로서 물리적인 음의 크기와는 다르다. 이러한 이유 때문에 인간이 감각적으로 느끼는 음의 감각량을 음량, 물리적으로 측정된 음의 크기를 음압(sound pressure)이라고 부르고 있다. 그러나 인간이 청감으로 느끼는 음의 크기와 전기적으로 측정된 음압은 전혀 다르다. 따라서 음의 크기를 인간의 청감과 일치하는 측정단위로 표현할 필요가 있다. 이것을 데시벨(dB)이라고 한다. 즉, 데시벨(dB)은 두 음에 대한 물리적인 강약을 대수(logarithm)로 나타낸 비교값으로서 두 신호간의 음의 강도 또는 전력레벨 차(비율)를 다음과 같이 표현할 수 있다.


$$\begin{aligned} \text{레벨차} &= \log \frac{p}{p_0} \quad [bel] \\ &= 10 \log \frac{p}{p_0} \quad [dB] \end{aligned} \quad (10)$$

(여기서 p_0 는 인간의 가청 한계인 10^{-12} Watt 기준, p 는 음성신호의 음압레벨)

2. 전력레벨(PWL)과 음압레벨(SPL)

음의 에너지는 음원에서 진폭과 시간이 부가되어 3차원 공간을 향하여 방사된다. 이러한 음장(sound field) 에너지는 보통 가상적인 표면에서 에너지의 흐름으로 표현된다. 이때 1초의 단위시간 동안 방사된 모든 음향 에너지 P를 음원의 전력레벨(PWL: power level)이라고 하며 다음 식으로 나타낸다.

$$\text{PWL} = 10 \log \frac{p}{p_0} \quad [dB] \quad (11)$$

식(10)으로부터 어떤 인가된 음향전력에 대한 음원의 전력레벨을 구하기 위한 기준음압 p_o 는 0dB가 사용된다. 여기서 0dB라는 것은 소리가 전혀 존재하지 않는다는 뜻이 아니라, 1kHz 부근에서 인간이 들을 수 있는 최소 가청 한계의 음압을 의미한다. p_o 는 공기라는 매질속에서 20 μ Pa (0.00002 *dynes*/ m^2)의 값을 가지며, 강도로는 $10^{-12} W/m^2$ 의 전력량이다. 그리고 음압비(회로망에서의 전압 또는 전류비)와 전력과의 관계는 식(12)와 같다.

$$\text{두 신호의 레벨차} = 10 \log \frac{p^2}{p_o^2} = 20 \log \frac{p}{p_o} [dB] \quad (12)$$

여기서 음압실효치 $p_o = 20\mu Pa$ 를 기준레벨로 했을 때의 실효음압 P의 dB치를 음압레벨 (SPL : sound pressure level)이라고 하며, 마이크, 스피커 시스템, 증폭기, 녹음 및 재생 시스템과 같은 음향공학 관련 분야에서 자주 사용된다. 측정단위로는 dB를 사용하며 식(13)과 같이 된다.



$$SPL = 20 \log \frac{p}{p_o} [dB] \quad (13)$$

V. 텔레비전 스피커의 성능 분석

국내에서 생산, 공급되고 있는 가전3사의 메이커별 텔레비전 수상기 스피커의 성능을 측정하기 위하여 텔레비전 수상기 스피커를 메이커별로 유사한 기종(21인치 기준)의 것으로 구입하였다. 측정할 음의 주파수대역을 저역, 중역, 고역으로 구분하였으며 저역은 50Hz에서부터 300Hz까지 그리고 중역은 301Hz에서부터 5,000Hz까지 마지막으로 고역은 5,001Hz에서부터 10,000Hz까지 영역을 정하였다. 음질이 보정되는 차이를 표현하기 위해서 이퀄라이저를 이용하여 측정을 하였으며 이퀄라이저 사용전과 사용후의 측정을 하여 사용전, 후의 응답특성을 그래프로 나타내었다.

본 논문에서 스피커의 성능분석을 위하여 사용한 음원발생장비 및 측정장비들의 제원은 다음과 같다.

1. 음원 발생 장비

- 전력증폭기 : Pye tvt limited(NPA 232, 출력:30W, 출력임피던스:4~16 Ω)
- 신호발생기 : Audio Precision Analyzer(portable one plus)내장 Tone Generator
- 이퀄라이저 : Altec Lansing(model-1753A)
가변범위는 31.5Hz에서 16kHz까지 주파수 영역중 28Band에 해당하는 주파수를 -12dB에서 부터 +12dB까지 연속가변이 가능
- 스피커 : 국내에서 생산중인 텔레비전 스피커(21인치수상기 기준)의 사양은 Table. 3과 같으며 각 메이커별 스피커 성능을 측정하기 위하여 인클로저는 밀폐형(250*350*130mm)으로 압축합판(MDF)을 활용하여 제작하였다.

Table. 3. Feature of the television speaker

제작사	MODEL	Impedance(Ω)	Max music power	Dimensions (W×H)
A사	CN-21G2X	16	5W	105×30m/m
B사	CT-21K3N	16	5W	110×28m/m
C사	DTQ-2970FWS	16	5W	85×35m/m

- 기준 모니터 스피커(마샬, FOVO-200SD) : 제주MBC TV 방송국 녹음실에서 사용중인 것으로 2Way System(HF, LF)으로 구동되고 있으며 제원은 다음과 같다.

- 인클로저 Type : 베이스 리플렉스형
- 주파수 응답 : 45Hz~20kHz -10dB
56Hz~18kHz -3dB
- Max Music power : 400 W
- Sensitivity : 100dB
- Nominal Impedance : 8(Ω)
- Crossover Frequency : 2,300Hz
- Dimensions(W*H*D) : 410*580*320mm

2. 분석 장비

스피커 성능을 측정하고 분석하기 위하여 사용한 장비는 다음과 같다.

- 마이크로폰 : MKH-416, Sennheizer
- 음성 혼합 장치(audio mixing unit) : Studer-169, 10CH 입력 2CH 출력
10개의 마이크 입력과 두 개의 출력을 제공하는 방송장비로써 음성 및 각종 음향을 pick-up한 다음 이를 혼합하여 방송 프로그램을 제작하는 장비
- 분석장치 : Audio Precision Analyzer(portable one plus)
- 인쇄장치 : Hp-2570프린터

3. 구성시스템

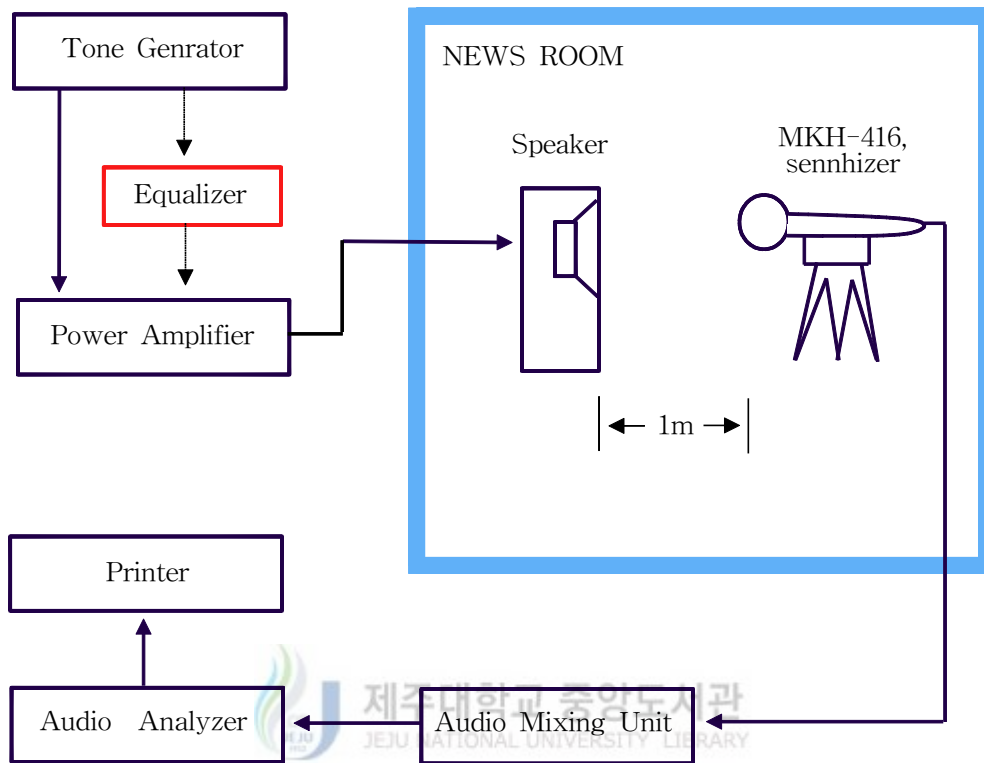


Fig. 13. Block diagram of speaker performance

본 논문에서 스피커의 성능들을 측정하기 위한 시스템 구성은 Fig. 13과 같다.

1) 일반적인 측정

Fig. 13의 신호발생기(audio precision analyzer내장 tone generator)에서 50Hz에서부터 300Hz까지의 저역과 301Hz에서 5kHz까지의 중역, 그리고 5kHz부터 10kHz까지의 고역주파수를 분할하여 1kHz를 기준으로 일정진폭(level +4dBm)을 가진 Tone 신호를 발생시켰다. 이 신호를 전력증폭기(PYE tvt limited)의 입력에 연결하고 출력을 조정(약1W 기준)하여 기준으로 사용할 모니터스피커를 구동하여

무향실(news room사용)에서 해당주파수의 Tone신호를 방사한다. 모니터스피커에 연결했던 전력증폭기의 출력을 각 가전사별 텔레비전수상기 스피커에 연결하여 동일조건하에서 Tone신호를 방사하고 그 주파수특성을 비교, 분석하였다.

2) 이퀄라이저 연결 측정

Fig. 13의 신호발생기(audio precision analyzer내장 tone generator)에서 50Hz에서부터 300Hz까지의 저역과 301Hz에서 5kHz까지의 중역, 그리고 5kHz부터 10kHz까지의 고역주파수를 분할하여 1kHz를 기준으로 일정진폭(level +4dBm)을 가진 Tone 신호를 발생시켜 이퀄라이저의 입력에 연결하고 이퀄라이저의 출력을 전력증폭기와 연결한다. 텔레비전 스피커의 저역주파수 영역중 100Hz미만의 응답 특성은 -42dB이기 때문에 무시하고 그이상의 100, 125, 160, 200, 250Hz의 주파수 영역을 이퀄라이저에서 +6dBm 부스트(boost)시켜 전력증폭기(PYE tvv limited)에 공급하고 스피커에서 방사되는 출력에 대하여 저역주파수 특성을 분석하였고 중역주파수 영역중에서는 315, 400, 500, 630, 800Hz, 1k, 1.25k, 1.6k, 2k, 2.5k 3.15k 4kHz의 주파수 영역을 이퀄라이저에서 +6dBm 부스트(boost)시켜 전력증폭기(PYE tvv limited)에 공급하고 스피커에서 방사되는 출력에 대하여 중역주파수 영역의 주파수특성을 분석하였다. 고역주파수 영역에서도 5k, 6.3k, 8k, 10kHz의 주파수 영역을 이퀄라이저에서 +6dBm 부스트(boost)시켜 전력증폭기(PYE tvv limited)에 공급하고 스피커에서 방사되는 출력에 대하여 고역주파수 영역의 주파수특성을 분석하였다. 측정을 하면서 저역, 중역, 고역주파수 특성의 레벨을 증가시킨 지점들은 이퀄라이저의 주파수 분할점(28지점)이 장비출고시 이미 결정되어 있기 때문에 그 지점들을 선택하였다.

4. 모니터스피커와 텔레비전 스피커의 비교분석

이퀄라이저 사용전 상태에서의 성능측정을 위하여 음원발생시스템으로 부터 방사된 음을 Fig. 13과 같이 스피커의 중심축 전방 1m의 거리에서 마이크(MKH-416, sennheizer)로 pick-up하여 음성혼합장치(audio mixing unit, studer 10 input)에 연결하고, 음성혼합장치내에 있는 이퀄라이저 회로를 Off시킨 상태에서 +4dBm으로 음성혼합장치의 출력을 조정하고 분석장치(audio precision analyzer)에 연결한다. 저역, 중역, 고역별로 75지점의 주파수 응답특성을 연속적으로 스위프(sweep)하여 각 지점에서의 주파수 특성과 레벨을 측정하여 스피커의 성능을 비교, 분석하였으며 이퀄라이저(equalizer)를 연결한 상태에서도 동일한 시스템 구성방법으로 성능을 분석하였다. 이상의 비교, 분석을 통하여 100Hz미만의 저역 특성은 기준으로 사용한 모니터스피커의 경우 -23dB로 나타나고 텔레비전스피커의 경우는 가전3사 모두 -42dB이하로 나타나서 저역특성이 현저히 떨어지고 있음을 알수 있다.



1) A사 텔레비전 스피커의 성능

1-1. 저음

50Hz에서 300Hz사이의 저음중 75지점의 주파수에 대하여 비교, 분석하였다. 기준으로 사용한 모니터 스피커와 A사 텔레비전 수상기 스피커와의 성능을 측정하여 비교, 분석한 결과는 Fig.14의 그래프와 같다. 그림에서 보는 것처럼 A사 텔레비전 수상기 스피커의 성능은 기준 모니터 스피커 성능에 비하여 이퀄라이저를 사용하지 않을 경우 15.3dB정도 성능이 떨어짐을 알 수 있으며 이퀄라이저를 신호 발생기와 전력증폭기 사이에 삽입하여 100, 125, 160, 200, 250Hz의 주파수영역을

+6dB정도 부스트시키고 주파수 특성을 분석한 결과 이퀄라이저를 사용하지 않은 경우보다 5.2dB정도 스피커의 저음역에서의 성능이 향상되고 있다. 이때 이퀄라이저의 표본적인 5지점의 특성은 Table 4와 같다.

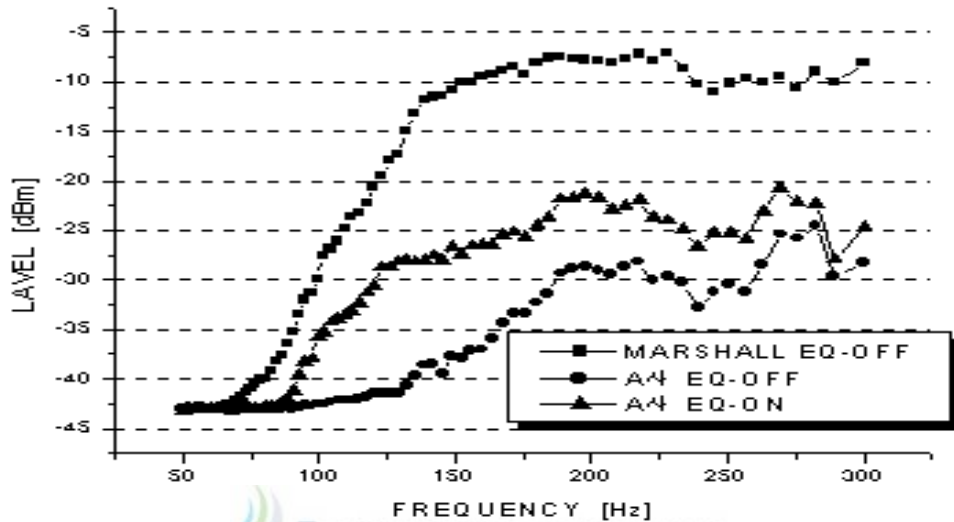


Fig. 14 Low frequency sound property of television speaker made in A corp

Table. 4 Low frequency sound response

Frequency(Hz)	마샬-EQ-OFF(dBm)	A사-EQ-OFF(dBm)	A사-EQ-ON(dBm)
100	-29.84	-42.53	-35.85
125	-17.97	-41.53	-28.72
160	-9.36	-37.01	-26.48
200	-7.88	-29.01	-21.66
250	-10.13	-30.45	-25.31

1-2. 중음

301Hz에서 5,000Hz사이의 중음중 75지점의 주파수에 대해 모니터 스피커와 A

사 텔레비전 수상기 스피커와의 성능을 측정하여 비교, 분석한 결과는 Fig. 15과 같다. A사 텔레비전 수상기 스피커의 중음에서 성능은 모니터 스피커 성능에 비하여 18.48dB 떨어지고 있으며 이퀄라이저를 사용하여 315, 400, 500, 630, 800, 1k, 1.25k, 1.6k, 2k, 2.5k 3.15k 4kHz의 주파수 지점을 +6dB정도 부스트 시키고 주파수특성을 분석한 결과 이퀄라이저를 사용하기 전보다 텔레비전 스피커의 중음역에서의 성능이 4.94dB정도 향상되고 있다. 이때 이퀄라이저의 표본적인 12지점의 특성은 Table. 5와 같다.

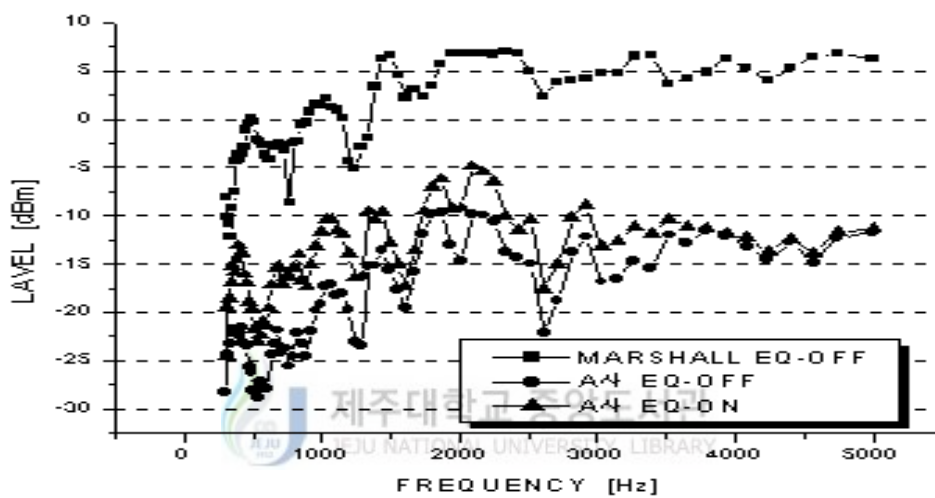


Fig. 15. Intermediate Frequency sound property of television speaker made in A corp.

Table. 5. Intermediate frequency sound response

Frequency(Hz)	마샬-EQ-OFF(dBm)	A사-EQ-OFF(dBm)	A사-EQ-ON(dBm)
315	-10.14	-24.53	-19.52
400	-4.07	-22.48	-13.39
500	-0.30	-28.13	-21.72
630	-4.12	-24.41	-17.17
800	-2.44	-24.52	-15.40
1k	0.77	-21.96	-14.99
1.25k	-2.94	-23.46	-16.21
1.6k	2.24	-19.53	-17.20
2k	6.78	-14.68	-9.17
2,5k	4.93	-14.16	-10.15
3,15k	4.78	-16.49	-12.61
4k	6.30	-12.15	-11.87

1-3. 고음

5,000Hz에서 10kHz 사이의 고음중 75지점의 주파수에 대해 기준으로 사용한 모니터 스피커와 A사 텔레비전 수상기 스피커와의 성능을 측정한 결과를 비교 분석하면 Fig.16과 같다. A사 텔레비전 수상기 스피커의 성능은 모니터 스피커의 성능에 비하여 75지점 평균치가 20.05dB 정도 성능이 떨어지고 있으며 이퀄라이저에서 5k, 6.3k, 8k,10kHz의 주파수 영역을 +6dBm 부스트(boost)시켜 전력증폭기에 연결하여 텔레비전 스피커의 고음역에서의 주파수 특성을 분석한 결과 75지점 평균치가 6.98dB 정도 성능이 향상되었다. 고음역에서 표본적인 3지점의 주파수 응답은 Table. 6와 같다.

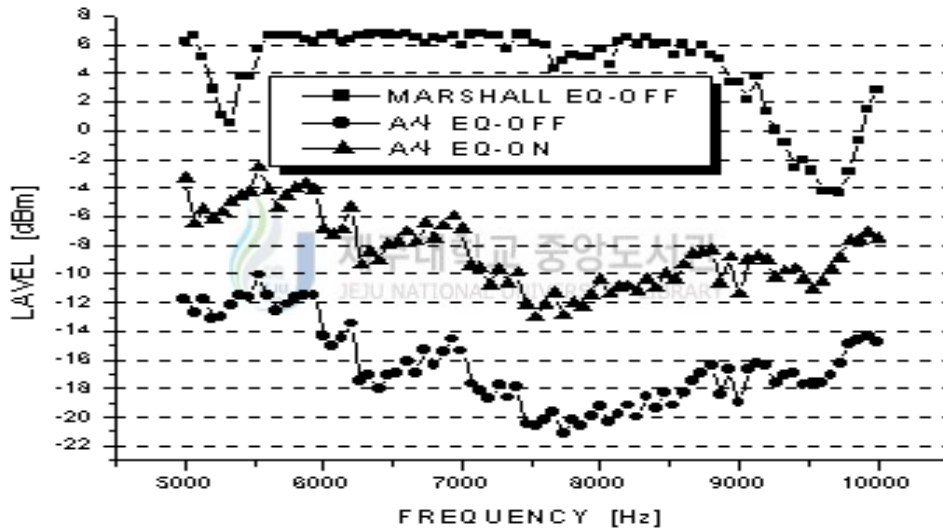


Fig. 16. High frequency sound property of television speaker made in A corp.

Table. 6. High frequency sound response

Frequency(Hz)	마샬-EQ-OFF(dBm)	A사-EQ-OFF(dBm)	A사-EQ-ON(dBm)
5K	5.81	-12	-6.42
6.3K	6.68	-17.01	-8.53
8K	5.62	-19.26	-10.34
10K	2.80	-14.77	-7.56

2) B사 텔레비전 스피커의 성능

2-1. 저음

A사의 저음 측정과 동일한 방법에 의해서 B사 텔레비전스피커의 저음특성을 측정한 결과는 Fig. 17과 같으며 그림에서 보는 것처럼 B사 텔레비전 수상기 스피커의 성능은 기준 모니터 스피커 성능에 비하여 이퀄라이저를 사용하지 않을 경우 75지점 평균치가 15.9dB정도 성능이 떨어짐을 알 수 있으며 이퀄라이저를 신호발생기와 전력증폭기 사이에 삽입하여 100, 125, 160, 200, 250Hz의 주파수영역을 +6dB정도 부스트시키고 주파수 특성을 분석한 결과 이퀄라이저를 사용하지 않은 경우보다 텔레비전 스피커의 저음역에서의 성능이 75지점 평균 3.93dB정도 향상되고 있다. 이때 이퀄라이저의 표본적인 5지점의 주파수응답 특성은 Table. 7과 같다.

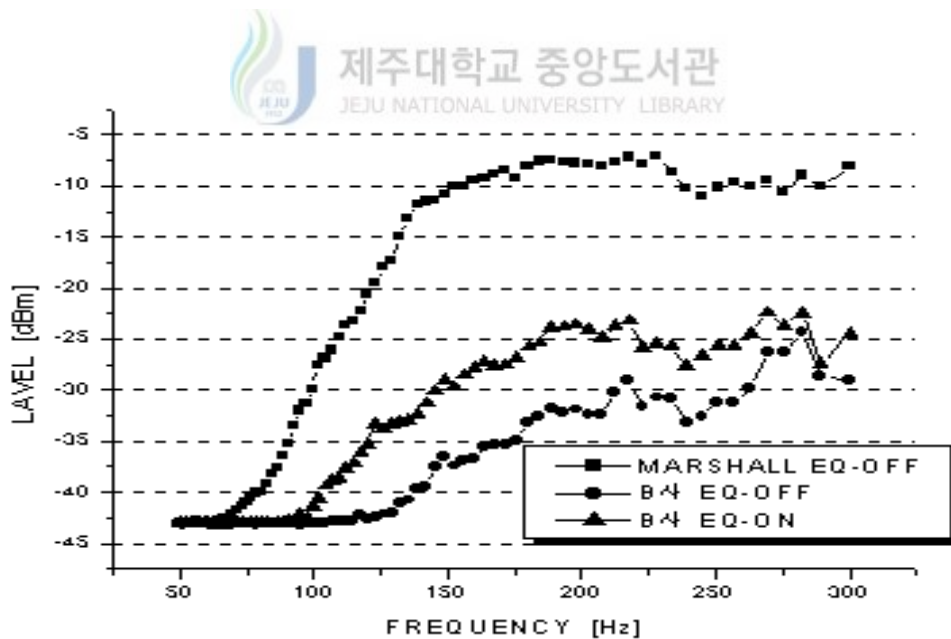


Fig. 17. Low frequency sound property of television speaker made in B corp

Table. 7. Low frequency sound response

Frequency(Hz)	마샬-EQ-OFF(dBm)	B사-EQ-OFF(dBm)	B사-EQ-ON(dBm)
100	-29.84	-43.01	-41.40
125	-17.97	-42.12	-33.83
160	-9.36	-36.68	-27.86
200	-7.88	-32.33	-24.11
250	-10.13	-31.22	-25.63

2-2. 중음

A사의 중음 측정과 동일한 방법에 의해서 B사 텔레비전스피커의 중음특성을 측정한 결과는 Fig. 18과 같으며 75지점의 주파수에 대해 모니터 스피커와 B사 텔레비전 수상기 스피커와의 성능을 측정하여 비교, 분석한 결과 텔레비전 스피커의 중음에서의 성능은 모니터 스피커 성능에 비하여 75지점 평균 18,68dB 떨어지고 있으며 이퀄라이저를 사용하여 315, 400, 500, 630, 800, 1k, 1.25k, 1.6k, 2k, 2.5k 3.15k 4kHz의 주파수 지점을 +6dB정도 부스트 시키고 주파수특성을 분석한 결과 이퀄라이저를 사용하기 전보다 텔레비전 스피커의 중음역에서의 성능이 75지점 평균 5.16dB정도 향상되고 있다. 이때 이퀄라이저의 표본적인 12지점의 주파수응답 특성은 Table. 8과 같다.

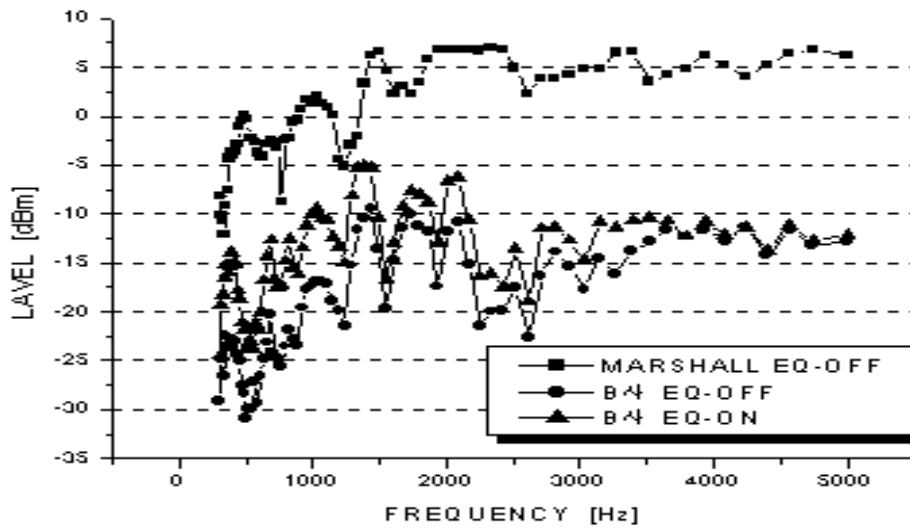


Fig. 18. Intermediate frequency sound property of television speaker made in B corp.

Table. 8. Intermediate frequency sound response

Frequency(Hz)	마샬-EQ-OFF(dBm)	B사-EQ-OFF(dBm)	B사-EQ-ON(dBm)
315	-10.14	-24.85	-19.37
400	-4.07	-23.73	-15.06
500	-0.30	-30.89	-23.60
630	-4.12	-24.78	-16.78
800	-2.44	-23.53	-14.84
1k	0.77	-19.58	-13.43
1.25k	-2.94	-15.24	-8.11
1.6k	2.24	-14.83	-12.89
2k	6.78	-11.87	-6.60
2,5k	4.93	-17.54	-13.56
3,15k	4.78	-14.61	-10.81
4k	6.30	-11.53	-10.84

2-3. 고음

A사의 고음 측정과 동일한 방법에 의해서 B사 텔레비전스피커의 고음특성을 측정한 결과는 Fig. 19와 같으며 B사 텔레비전 수상기 스피커의 성능은 모니터 스피커의 성능에 비하여 75지점 평균치가 19.83dB 정도 성능이 떨어지고 있으며 이퀄라이저에서 5k, 6.3k, 8k,10kHz의 주파수 영역을 +6dBm 부스트(boost)시켜 전력 증폭기에 연결하여 텔레비전 스피커의 고음역에서의 주파수 특성을 분석한 결과 75지점 평균치가 7.89dB 정도 성능이 향상되었다. 이때 이퀄라이저의 표본적인 4지점의 주파수응답 특성은 Table. 9와 같다.

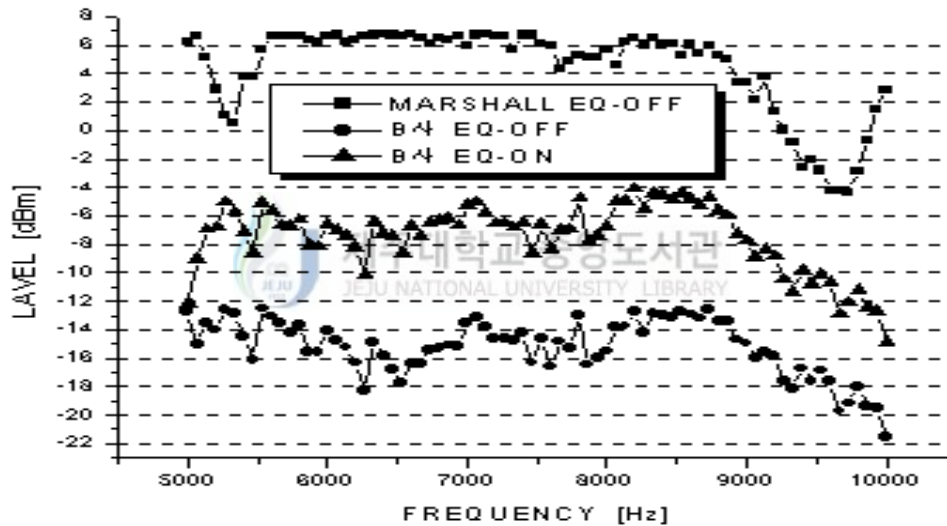


Fig. 19. High frequency sound property of television speaker made in B corp

Table. 9. High frequency sound response

Frequency(Hz)	마샬-EQ-OFF(dBm)	B사-EQ-OFF(dBm)	B사-EQ-ON(dBm)
5K	5.81	-12.79	-6.82
6.3K	6.68	-14.94	-6.45
8K	5.62	-15.51	-6.74
10K	2.80	-21.51	-14.88

3) C사 텔레비전 스피커의 성능

3-1. 저음

A사의 저음 측정과 동일한 방법에 의해서 C사 텔레비전 스피커의 저음특성을 측정한 결과는 Fig. 20과 같으며 그림에서 보는 것처럼 C사 텔레비전 수상기 스피커의 성능은 기준 모니터 스피커 성능에 비하여 이퀄라이저를 사용하지 않을 경우 75지점 평균 15.98dB정도 성능이 떨어짐을 알 수 있으며 이퀄라이저를 신호발생기와 전력증폭기 사이에 삽입하여 100, 125, 160, 200, 250Hz의 주파수영역을 +6dB 정도 부스트시키고 주파수 특성을 분석한 결과 이퀄라이저를 사용하지 않은 경우보다 텔레비전 스피커의 저음역에서의 성능이 75지점 평균 7.27dB정도 향상되고 있다. 이때 이퀄라이저의 표본적인 5지점의 주파수응답 특성은 Table. 10과 같다.

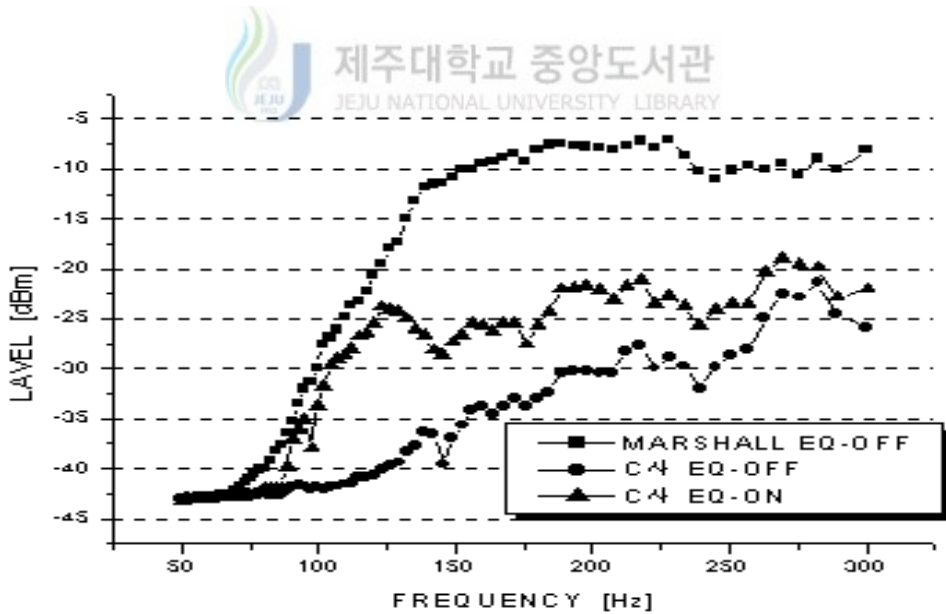


Fig. 20. Low frequency sound property of television speaker made in C corp

Table. 10 Low frequency sound response

Frequency(Hz)	마샬-EQ-OFF(dBm)	C사-EQ-OFF(dBm)	C사-EQ-ON(dBm)
100	-29.84	-41.75	-33.68
125	-17.97	-39.63	-24.03
160	-9.36	-33.69	-25.69
200	-7.88	-30.33	-22.11
250	-10.13	-28.6	-23.49

3-2. 중음

A사의 중음 측정과 동일한 방법에 의해서 C사 텔레비전스피커의 중음특성을 측정한 결과는 Fig. 21과 같으며 75지점의 주파수에 대해 모니터 스피커와 C사 텔레비전 수상기 스피커와의 성능을 측정하여 비교, 분석한 결과 텔레비전 스피커의 중음에서의 성능은 모니터 스피커 성능에 비하여 75지점 평균 15.56dB 떨어지고 있으며 이퀄라이저를 사용하여 315, 400, 500, 630, 800, 1k, 1.25k, 1.6k, 2k, 2.5k 3.15k 4kHz의 주파수 지점을 +6dB정도 부스트 시키고 주파수특성을 분석한 결과 이퀄라이저를 사용하기 전보다 텔레비전 스피커의 중음역에서의 성능이 75지점 평균 4.92dB정도 향상되고 있다. 이때 이퀄라이저의 표본적인 12지점의 주파수응답 특성은 Table 11과 같다.

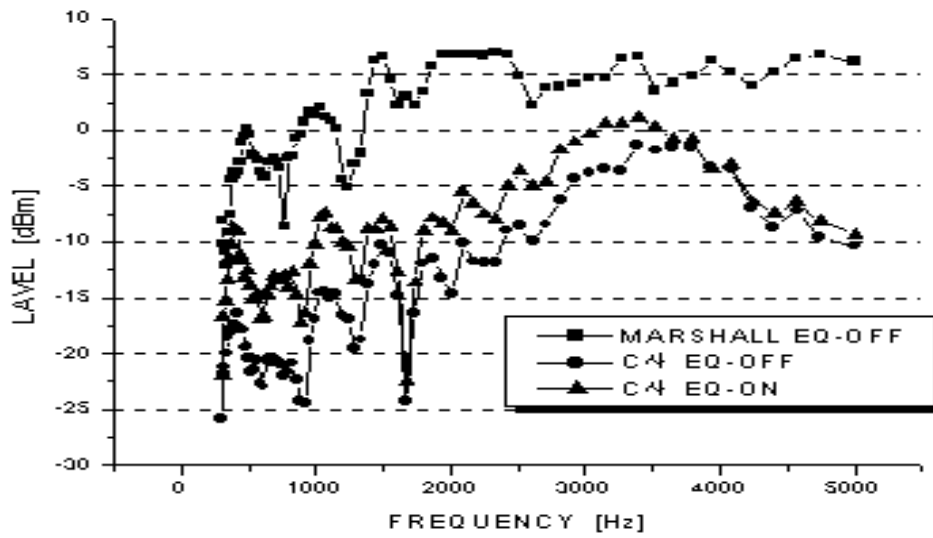


Fig. 21. Intermediate frequency sound property of television speaker made in C corp.

Table. 11. Intermediate frequency sound response

Frequency(Hz)	마샬-EQ-OFF(dBm)	C사-EQ-OFF(dBm)	C사-EQ-ON(dBm)
315	-10.14	-21.75	-16.73
400	-4.07	-17.44	-8.95
500	-0.30	-20.48	-13.69
630	-4.12	-20.65	-14.71
800	-2.44	-21.69	-14.05
1k	0.77	-24.38	-16.36
1.25k	-2.94	-19.52	-13.43
1.6k	2.24	-14.85	-12.69
2k	6.78	-14.67	-9.01
2,5k	4.93	-8.51	-3.64
3,15k	4.78	-3.47	0.66
4k	6.30	-3.23	-3.42

3-3. 고음

A사의 고음 측정과 동일한 방법에 의해서 C사 텔레비전스피커의 고음특성을 측정한 결과는 Fig. 22와 같으며 C사 텔레비전 수상기 스피커의 성능은 모니터 스피커의 성능에 비하여 75지점 평균치가 16.47dB 정도 성능이 떨어지고 있으며 이퀄라이저에서 5k, 6.3k, 8k, 10kHz의 주파수 영역을 +6dBm 부스트(boost)시켜 전력증폭기에 연결하여 텔레비전 스피커의 고음역에서의 주파수 특성을 분석한 결과 75지점 평균치가 8.01dB 정도 성능이 향상되었다. 이때 이퀄라이저의 표본적인 4지점의 주파수응답 특성은 Table. 12와 같다.

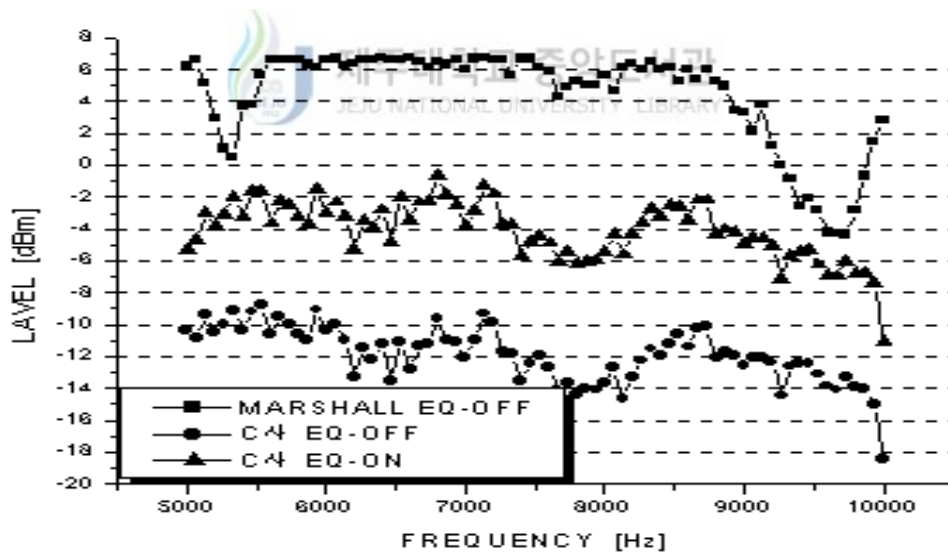


Fig. 22. High frequency sound property of television speaker made in C corp.

Table. 12. High frequency sound response

Frequency(Hz)	마샬-EQ-OFF(dBm)	C사-EQ-OFF(dBm)	C사-EQ-ON(dBm)
5K	5.81	-10.35	-4.42
6.3K	6.68	-12.21	-3.96
8K	5.62	-13.7	-5.44
10K	2.80	-18.41	-11.08

4) 결과 및 고찰

이상의 측정결과에서 보는바와 같이 가전 3사 텔레비전 수상기 스피커의 주파수 응답특성은 저역에서의 응답특성이 현저히 떨어지고 있으며 전대역에 걸쳐 기준모니터 스피커로 채택한 마샬스피커의 성능보다 이퀄라이저를 사용한 전, 후의 응답특성 모두가 떨어지고 있음을 알 수 있다. 이퀄라이저를 사용하여 스피커를 구동하였을 때 스피커의 응답특성이 향상되고 있음을 확인할 수 있었으며 이퀄라이저를 사용하지 않을 때와 사용하였을 때의 50Hz에서부터 10,000Hz사이의 응답특성을 30point의 지점을 선택하여 Table. 12에서 비교하여 종합적인 주파수 특성을 나타내었다.

Table. 12. Comparison table of whole frequency

측정주파수 (Hz)	LEVEL(dBm)						
	마샬스피커	A사 스피커		B사 스피커		C사 스피커	
		EQ-OFF	EQ-ON	EQ-OFF	EQ-ON	EQ-OFF	EQ-ON
100	-29.84	-42.53	-35.8	-43.01	-41.40	-41.75	-33.68
116	-22.31	-41.84	-31.27	-42.84	-36.07	-40.9	-26.46
135	-13.22	-39.63	-28.1	-40.76	-32.9	-37.66	-26.04
158	-9.36	-37.01	-26.48	-36.68	-27.86	-33.69	-25.69
184	-7.58	-31.42	-23.69	-32.57	-25.37	-32.34	-24.21
215	-7.18	-28.15	-21.88	-29.1	-23.22	-27.7	-21.18
250	-10.13	-30.45	-25.31	-31.22	-25.63	-28.6	-23.49
292	-9.99	-28.40	-27.48	-28.1	-26.99	-23.45	-23.94
348	-9.13	-21.7	-15.24	-22.51	-15.25	-18.53	-11.56
389	-3.64	-22.14	-13.08	-22.79	-13.92	-17.49	-8.74
469	-0.47	-25.68	-18.87	-27.64	-21.15	-19.46	-13.27
545	-2.32	-28.81	-22.37	-29.91	-23.85	-21.46	-15.21
632	-4.12	-24.41	-17.17	-24.78	-16.78	-20.65	-14.71
734	-3.28	-23.72	-16.42	-24.84	-17.47	-20.94	-13.29
852	-0.69	-23.29	-16.66	-22.89	-15.48	-22.29	-14.81
990	1.37	-19.23	-11.68	-17.37	-9.96	-16.88	-10.25
1,193	-4.38	-19.69	-13.85	-19.91	-13.33	-16.61	-10.11
1,334	-2.02	-15.29	-9.52	-11.64	-5.21	-18.76	-13.44
1,607	2.24	-19.53	-17.20	-14.83	-11.89	-14.85	-12.69
1,866	5.77	-9.63	-6.17	-11.88	-8.79	-11.45	-7.85
2,167	6.83	-9.93	-5.44	-15.12	-10.61	-11.75	-6.56
2,515	4.93	14.96	-10.45	-17.54	-13.56	-8.51	-3.64
2,920	4.2	-12.18	-8.88	-15.39	-12.65	-4.28	-1.06
3,390	6.63	-15.44	-11.83	-13.81	-10.7	-1.34	1.17
3,936	6.3	-12.15	-11.87	-11.53	-10.84	-3.23	-2.12
4,569	6.45	-14.82	-10.09	-11.63	-9.22	-7.17	-5.14
5,000	6.2	-11.77	-9.67	-12.74	-10.09	-10.33	-8.92
6,266	6.66	-17.44	-9.36	-18.3	-10.08	-11.47	-3.5
7,333	5.68	-18.63	-10.67	-14.75	-6.77	-11.77	-3.68
8,533	5.31	-19.16	-10.36	-12.68	-4.47	-10.62	-2.57
10,000	2.8	-14.77	-7.56	-21.51	-14.88	-18.41	-11.08

VI. 결 론

인간의 청감은 청취환경(기온, 습도, 감정, 장소)등 여러가지 요인과 청취자에 따라서도 많은 차이가 있다. 텔레비전 방송국의 녹음실에는 주파수 응답특성이 우수한 모니터스피커가 주로 사용되고 있으며 각종 프로그램을 제작할 때에 시청자가 듣게 될 텔레비전 스피커의 특성을 고려하여 녹음하지 않는다면 주파수 특성이 감쇄된 음을 만들어 방송하게 되는 경우가 발생하게 된다.

본 논문에서는 현재 사용하고 있는 텔레비전 수상기 스피커의 성능을 분석하여 음질을 개선할 수 있는 방안을 연구하였다. 여러가지 청취환경과 청취자의 청감을 고려하기에 앞서 현재 시청자가 사용하고 있는 텔레비전 수상기 스피커의 특성과 텔레비전 방송국에서 녹음시 사용되고 있는 모니터 스피커의 성능을 비교, 분석하여 본 결과 가전3사 텔레비전 스피커의 경우 전대역에 걸쳐 스피커의 주파수 응답특성이 현저히 떨어짐을 확인하였다.

그것의 원인으로는 미적인 디자인을 추구하면서 텔레비전의 케이스가 슬림화하게 되고 이에 따라 텔레비전내의 스피커 설치공간의 부족과 저가생산을 추구하게 되는 영향으로 가격이 저렴하고 소형인 플레인지 스피커를 텔레비전 내부에 장착하므로써 스피커의 성능이 떨어지는 것으로 판단된다.

텔레비전스피커의 성능을 보정하기 위하여 왜곡이 발생하지 않는 범위내에서 필요한 음역 (저,중,고음)을 부스트시키고자 이퀄라이저를 사용하였으며 31.5Hz에서부터 16,000Hz사이중 28지점으로 구분된 해당주파수를 -12dBm부터 +12dBm까지 가감하면서 성능을 비교, 분석한 결과 +6dBm이상에서 음의 찌그러짐이 발생하였다. 가장 적당한 부스트 레벨은 +3dBm에서 +6dBm까지가 최적이었으며, 이퀄라이저를 사용하면 116Hz로부터 9.5kHz까지의 주파수 대역에서 부스트 시킨 레벨만큼 스피커의 응답특성이 개선되는 것을 확인하였으며 특히 100Hz미만의 저역특성의 경우 텔레비전 스피커는 -42dB이하로 나타나서 -26dB정도의 저역 특성을 가지는 모니터 스피커와 16dB정도 차이가 나고 있는 것을 확인하였다. 그러므로 프로그램 녹음시 이퀄라이저의 적절한 사용은 좋은 음질의 프로그램제작에 도움이 될 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

1. G. Augspurger, "Loudspeakers in Control Rooms and Living Rooms," Proceedings of the AES 8th International Conference, "The Sound of Audio," Washington, DC, 3-6 May (1990) pp.171-178
2. C. Davis and G. Meeks, "History and Development of the LEDE Control Room Concept," preprint number 1954; paper delivered at the AES Convention, Los Angeles, (1982)
3. P. D'Antonio and J. Konnert, "The Reflection Phase Grating Diffusor: Theory and Application," J. Audio Engineering Society, vol. 32, no.4(1984)
4. D. Davis and C. Davis, "The DEDE Concept for the Control of Acoustic and Psychoacoustic Parameters in Recording Control Rooms," J. Audio Engineering Society, vol.28, no.9(1980).
5. F. Everest, Acoustic Techniques for Home & Studio, TAB Books, Blue Ridge Summit, Pa(1973).
6. H. Olson, Acoustical Engineering, D. Van Nostrand, New York(1957).
7. M. Schroeder, "Progress in Architectural Acoustics and Artificial Reverberation : Concert Hall Acoustics and Number Theory," J. Audio Engineering Society, vol.32,no.4(1984).
8. H. Staffeldt. "The Subjectively Perceived Frequency Response in Small and Medium Sized Rooms," J. Society of Motion Picture and Television Engineers, vol. 91,no.7 (1982)

9. H. Staffeldt, "Measurements and Prediction of Timbre of Sound Reproduction," J. Audio Engineering Society, vol.32, no.6 (1984)
10. Ballou, G.(ed.), Handbook for Sound Engineers, H.Sams,Indianapolis(1987).
11. J. Borwick, Sound Recording Practice, Oxford University Press, New York (1987).
12. J. Woram, Sound Recording Handbook, H.Sams,Indianapolis(1989).
13. J. Woram and A. Kefauver, The New Recording Studio Handbook,Elar, Commack,N.Y. (1989).
14. Carlson, Communication system, McGRAW-HILL INTERNATIONAL EDITION (2002)
15. 백운춘, 사운드시스템의 모든 것, (1993)
16. 문화방송, 오디오레코딩 핸드북, (1992)
17. <http://speakermart.co.kr>
18. <http://sun.uos.ac.kr>
19. <http://speaker.pe.kr>
20. <http://www.kumzandi.co.kr>

감사의 글

배움에 대한 열정만으로 학업의 길로 접어든지 어느덧 3년이 다 되어갑니다. 생각했던 만큼의 결과를 얻은 것 같지는 않아 아쉬움이 남지만 그동안 논문의 주제선정에서부터 완성에 이르기까지 세심한 지도와 아낌없는 격려를 해 주신 이용학 교수님께 진심으로 깊은 감사를 드립니다. 그리고 바쁘신 일정중에도 논문의 심사와 수정에 많은 도움을 주신 임재윤교수님 그리고 강진식교수님께도 지면을 빌어 감사를 드립니다. 지난 2년여에 걸쳐 가르침을 주시고 여러가지 배려를 해주신 문건교수님과 김홍수교수님께도 감사를 드립니다.

끝으로 직장과 학교를 넘나들며 힘들어 하던 기간에도 꾸준히 격려해 주고 지켜봐 준 아내와 사랑하는 가족 모두에게 이 글을 바칩니다.

