Theatrical Arts
Education
Program

2015
무대예술 전문교육

05 음향시스템최적화와 문제해결 과정

2015. 5. 13~5. 15

아르코예술인력개발원
Arko HRD Center

2015 무대예술 전문교육 05 음향시스템최적화와 문제해결 과정

2015 무대예술 전문교육

음향시스템최적화와 문제해결 과정

C O N T E N T S

제 1 장 게인 스트럭쳐와 다이나믹 레인지 013

제 1 절 영상기술의 흐름음향 시스템의 게인 스트럭쳐 015

제 2 절 파워앰프의 출력과 스피커의 매칭 017

제 3 절 다이나믹 레인지의 조절 021

제 2 장 스피커 시스템 구성과 최적화 025

제 1 절 공연용 스피커 시스템의 구성과 설치 027

제 3 장 음향 전원/접지 시스템의 구성과 문제해결 041

제 1 절 무대 음향 시스템의 전원공급설비 043

제 2 절 접지와 공연장 설비 048

제 3 절 제3절 음향장비와 노이즈 058

2015 무대예술전문교육

음향시스템최적화와 문제해결 과정

1 교육 개요

○ **교육 기간 :** 2015. 5. 13.(수) ~ 5. 15.(금) / 3일(24h)
○ **교육 대상 :** 무대음향 관련업무 종사자
○ **교육 장소 :** 한국문화예술위원회 아르코예술인력개발원(경기도 고양시)

2 교육 목표

○ 무대기술의 새로운 트렌드인 영상분야의 다양한 경험을 통해 우수 공연 창작활동의 단초를 마련한다.
○ 현대 공연영상기술의 특징과 분석을 통해 각 파트간의 연계가능성과 활용을 모색한다.

3 세부 내용

일정	시간	교과목	주요 내용	학습 방법
1일차 (5. 13/수)	11:00~13:00(2h)	게인과 다이나믹 레인지	• 게인 스트럭쳐의 이해 • 시스템 게인 컨트롤의 중요성 • 다이나믹 레인지의 이해 • 장르별 시스템 구성 특성	이론
	14:00~18:00(4h)	게인 스트럭쳐 디자인과 다이나믹 레인지컨트롤	• 게인의 구성과 운영 • 장비의 연결 및 구성 형태 • 최적 다이나믹레인지 확보 • 파워앰프 – 스피커 매칭	이론 및 실습
2일차 (5. 14/목)	09:30~12:30(3h)	스피커 시스템 최적화	• 모노, 스테레오, 멀티채널 시스템 • 음상정위와 위상 • 음원 간 간섭과 음압, 위상특성 • 소스 배치에 따른 위상간섭 • 적정 출력용량의 산출	이론
	13:30~17:30(4h)	스피커시스템측정과 최적화	• 출력계통의 효율적 구성 • 주파수 X-over 와 Spacial X-over • 스피커 지향특성 분석 • Smaart Live 프로그램의 기능 • 스피커 컨트롤러 시스템 기능 분석	이론 및 실습
3일차 (5. 15/금)	09:30~12:30(3h)	음향 전원 / 접지 시스템의 구성	• 전원 배전 시스템의 구성 • 적정 출력 규모의 산출 • 음향을 위한 접지 시스템 구성 • 테크니컬 그라운드의 개념	이론 및 실습
	13:30~16:30(3h)	음향 시스템 문제 해결	• 드라이버 파손의 원인과 대안 • 노이즈의 종류와 원인 • 노이즈 특성에 따른 대응 방안 • 기타 음향 장애의 원인과 해결 방안	이론 및 실습

※ 교육 목표를 벗어나지 않는 범위에서 교과목 및 세부내용은 일부 변경될 수 있습니다.

4 교육 평가 및 시상

○ 교육 평가 : 100점 만점 절대 평가 실시

평가 내용	평가척도	점수
현 장 평 가	• 강사 평가(활동평가, 실습평가)	70점
근 태 평 가	• 승인받지 않은 결석 (시간당 –2) 감점 • 승인받지 않은 수업 불참 (시간당 –1) 감점 ※ 결강 · 이석 · 조퇴 · 지참 · 외출 등 • 승인받은 결석 (1일당 –1) 감점 ※ 2일 이상 결석 시 미수료 • 승인받은 수업 불참 (시간당 –0.5) 감점 ※ 결강 · 이석 · 조퇴 · 지참 · 외출 등 • 강사에 대한 불손한 언동이나 태도 (회당 –2) 감점 • 학습태도 불량 (회당 –0.5) 감점 • 실내음주, 교육질서문란 등 (회당 –3) 감점 • 기타 준수사항 불이행 (회당 –1) 감점	30점
미 수 료	• 현장평가 + 근태평가 점수가 70점을 넘지 못하는 경우	

○ 교육 우수 수료자 : 한국문화예술위원회 위원장상 + 시상품 증정

5 교육생 준수사항

○ 교육생은 교육기간 중 개발원의 제반규정과 지시사항을 준수하고 모범적인 교육 분위기 조성을 위하여 솔선수범하여야 하며, 교육생으로서의 품위를 유지하여야 한다.

○ 교육생은 신병이나 기타사정으로 인하여 결강 · 조퇴 등 교육에 임할 수 없게 된 때에는 개발원장의 사전허가를 받아야 한다.

○ 교육생은 원활한 교육진행 및 다른 교육생의 취침을 위해 밤 10시(22:00) 이후에는 외출 및 음주 등을 삼간다.

세부 일정표

일자 / 시간	1일차 5. 13(수)	2일차 5. 14(목)	3일차 5. 15(금)
08:00~09:30	★ 교육입소 버스 탑승 (3호선 구파발역 4번 출구, 10:00 출발) ★ 개발원 입교시간 10:30 ◉ 입교식 (0.5h)	◉ 강의 준비 ◉ 버스 탑승(3호선 구파발역 4번 출구, 09:00 출발)	
09:30~12:30	강의 1 **게인과 다이나믹 레인지 (2h)** – 게인 스트럭쳐의 이해 – 시스템 게인 컨트롤의 중요성 – 다이나믹 레인지의 이해 – 장르별 시스템 구성 특성 **강 사 : 조현의**(동아방송대 교수)	강의 3 **스피커 시스템 최적화 (3h)** – 모노, 스테레오, 멀티채널 시스템 – 음상정위와 위상 – 음원 간 간섭과 음압, 위상특성 – 소스 배치에 따른 위상간섭 – 적정 출력용량의 산출	강의 5 **음향 전원/접지 시스템의 구성 (3h)** – 전원 배전 시스템의 구성 – 적정 출력 규모의 산출 – 음향을 위한 접지 시스템 구성 – 테크니컬 그라운드의 개념
12:30~13:30	점심식사		
13:30~17:30	강의 2 **게인 스트럭쳐 디자인과 다이나믹 레인지컨트롤 (4h)** – 게인의 구성과 운영 – 장비의 연결 및 구성 형태 – 최적 다이나믹레인지 확보 – 파워앰프 – 스피커 매칭	강의 4 **스피커 시스템 측정과 최적화 (4h)** – 출력계통의 효율적 구성 – 주파수 X-over 와 Spacial X-over – 스피커 지향특성 분석 – Smaart Live 프로그램의 기능 – 스피커 컨트롤러 시스템 기능 분석	강의 6 **음향 시스템 문제 해결 (3h)** – 드라이버 파손의 원인과 대안 – 노이즈의 종류와 원인 – 노이즈 특성에 따른 대응 방안 – 기타 음향 장애의 원인과 해결방안
17:30~19:30	◉ 간담회 (2h) * 강사와 교육생의 네트워크 구성을 위한 간담	◉ 공연관람 (2h)	◉ 교육설문 ◉ 수료 (0.5h)

교육담당

• **곽은석** 전화 : 02-760-4650 이메일 : kawkes@arko.or.kr

• **정지은** 전화 : 02-760-4658 이메일 : jjung@arko.or.kr

한국문화예술위원회

소개

1 설립목적 및 근거

○ **설립 목적**

훌륭한 예술이 우리 모두의 삶을 변화시키는 힘을 가지고 있다는 믿음으로 문화예술진흥을 위한 사업과 활동을 지원함으로써 모든 이가 창조의 기쁨을 공유하고 가치 있는 삶을 누리게 함

○ **설립 근거**

· 「문화예술진흥법」 제20조

"문화예술진흥을 위한 사업과 활동을 지원하기 위하여 한국문화예술위원회를 둔다."

2 한국문화예술위원회 연혁

연도	월	내용
1972	08	문화예술진흥법 제정(법률2337호)
1973	10	한국문화예술진흥원 개원
1979	05	미술회관 개관(현 아르코미술관)
1981	04	문예회관 개관(현 아르코예술가의 집)
1992	05	**무대예술연수회관 개관(현 아르코예술인력개발원)**
	10	예술자료관 개관
2005	01	문화예술진흥법 개정(법률 제 7415호)
	08	**한국문화예술위원회 기관 명칭 변경**
2007	04	공공기관의 운영에 관한 법률 시행 **– 한국문화예술위원회 : 기금관리형 준정부 기관으로 지정**

3 아르코 비전 2020



4 한국문화예술위원회 주요사업

○ 문화예술의 창작, 매개, 향수와 관련된 사업이나 활동

○ 문화예술 진흥을 위한 정책연구개발 및 교육연수 사업이나 활동

○ 민족전통문화의 보존·계승 및 발전을 위한 사업이나 활동

○ 지역 문화예술의 진흥을 위한 사업이나 활동

○ 남북 및 국제 문화예술의 교류 사업이나 활동

○ 문화예술 기반시설의 활성화를 위한 사업이나 활동

○ 문화예술인의 창작환경개선 및 후생복지증진과 국제경쟁력 제고를 위한 사업이나 활동

○ 문화예술 재원의 확충 및 조성을 위한 연구 및 사업이나 활동

○ 기타 문화예술의 진흥을 위한 사업이나 활동 및 시설의 설치·운영

아르코예술인력개발원

소개

1 설립목적 및 근거

○ **설립목적**

"창의적인 문화예술전문인력양성 및 재교육"

○ **설립근거**

· 문화예술진흥법 제6조 (전문인력 양성)

"국가는 문화시설의 전문적 운영에 필요한 기획·관리 전문인력의 양성에 노력하여야 한다."

· 공연법 제13조 (국가 등의 의무)

"국가는 무대예술전문인 양성과 자질 향상을 위하여 필요한 시책을 마련하여야 한다."

2 아르코예술인력개발원 연혁

연도	월	내용
1989	03	연출·연기·양성을 위한 '공연예술아카데미' 개설
1992	05	무대예술연수회관 개관
	08	'무대예술아카데미' 개설
2002	03	공연예술 실습 전문시설 '실험무대' 준공
	04	무대예술 전문 교육기관 지정(문화관광부)
2007	01	아르코예술인력개발원(Arko HDR Center)으로 명칭 변경
2010	09	지역주민과 함께하는 '동네방네 음악회' 시작
2011	01	국제공연예술전문가시리즈(AIPAPS) 시작
2013	01	차세대예술인력육성사업(AYAF) 시작
	11	아르코 예술인력개발원 새 비전 선포
		"한국 문화예술 전문인력 양성의 중심기관"
2014	01	문화예술 창작·기획·문화복지 등으로 인력양성 분야 확대
		* '87~'14말까지 교육 이수자 총 17,393명 배출

3 아르코예술인력개발원 주요 사업

전략목표	세부사업	주요내용
무대예술 전문인력 양성	• 무대예술 전문교육	• 무대기술 습득 제고 및 역량 강화('87년부터 운영) – '14년 무대 조명·음향·장치·공통 분야 18회 예정
	• 국제공연예술 전문가시리즈 (AIPAPS)	• 공연예술분야 해외 거장 초청 국제적 트렌드 함양, 선진 역량 및 새로운 기술 습득 ('11년 시작) – '14년 음향디자인, 조명 디자인, 무대미술 디자인 분야 등 5회 예정
	• 무대예술 전문인력 지원	• 무대예술전문인력의 현장 진출 경로 확보 및 경력개발 지원 – 민간에서 운영중인 전국 500석 미만의 등록 공연장 인력 파견 지원
	• ARKO 사이버아카데미	• 사이버아카데미를 통해 무대예술전문인력 및 문화예술 창작기획·전문인력 양성 저변 확대 및 직무능력 제고
문화예술 창작·기획 전문인력 양성	• 문화복지 전문인력 양성	• 문화복지 사업의 효과적 수행을 위한 문화복지 전문인력 양성 및 관련 분야 경력 개발
	• 공연예술분야 차세대예술인력 육성	• 공연예술분야(연극, 무용, 음악, 전통예술, 다원예술) 창작자를 대상으로 한 기금, 시설(창작공간 등) 및 교육(멘토링 등) 지원 프로그램
	• 공연기획 전문인력 지원	• 공연예술분야 창작단체 등에 대한 상시 고용 기획전문인력 인건비 지원
	• 문화예술기관 연수단원지원	• 문화예술분야 전공 졸업자들의 인턴 연수를 통해 향후 진로에 필요한 실무능력 배양 및 사회진출 기회 제공
	• 전문무용수 지원센터지원	• 전문무용수의 사회·경제적 지위향상과 무용 활동의 활성화 지원 – 직업 개발, 복지지원, 창작지원
	• 전통예술기획자 양성 프로젝트	• 전통공연예술분야 기획, 제작 등 전문 인력을 체계적으로 양성하기 위한 아카데미 운영 지원
	• 공연장안전지원센터지원	• 공연장 관리 운영 실무자, 무대시설 안전관리 업무 종사자 등에 대한 교육 및 기술 지원

2015 무대예술전문교육
음향시스템최적화와 문제해결 과정

제 1 장 게인 스트럭쳐와 다이나믹 레인지

제1절 음향 시스템의 게인 스트럭쳐
제2절 파워앰프의 출력과 스피커의 매칭
제3절 다이나믹 레인지의 조절

강사 조 현 의

현직
• 동아방송예술대학교 방송기술과 겸임부교수

전공
• 무대음향

경력
• ARKO(문예진흥원) 공연예술아카데미 무대음향 전공 책임교수(2002-2011)
• 문화관광부 무대예술전문인 자격검정위원회 전문위원(무대음향분야, 2006~2011년)
• 예술의전당 토월극장, 고양아람누리 등 다수 공연장 설계

이메일
• sean@adnc.co.kr

제1절 음향 시스템의 게인 스트럭쳐

1) 게인 스트럭쳐의 조정

① 준비 단계

a. 믹싱 콘솔과 각 단계별 장비의 입출력 레벨 모니터링 및 측정을 위한 기기(테스터, 오실로스코프, 전용 측정 장비 등)를 준비한다. 만일 이와 같은 장비의 준비가 어려울 때는 믹싱 콘솔 등 장비 자체적으로 포함된 레벨 미터나 클립 인디케이터(Clip Indicator)를 참고할 수 있다.

b. 게인 스트럭쳐 설정 작업 전에 시스템에 연결된 모든 스피커를 파워앰프로부터 분리한다. 스피커 컨트롤러에 파워앰프 출력레벨 감지기능이 있을 경우 이를 위한 sense 라인도 분리한다.

② 기초 게인 스트럭쳐(Gain structure) 설정 단계

a. 테스트 시그널(일반적으로 사인파 사용)을 이용하여 시그널 체인의 첫 번째 장비(일반적으로 믹싱 콘솔)의 출력 신호가 최대 출력레벨보다 약간 작은 레벨로 설정한다.

b. 설정된 출력레벨을 고정한 상태에서, 이후에 추가적으로 연결되는 장비의 출력레벨이 최대레벨 바로 아래 크기가 될 때까지 입력 레벨을 조정한다.

c. 시그널 체인의 최종 단계인 파워 앰프도 동일한 방법으로 입력레벨을 설정한다. 이 경우 대부분의 파워앰프에서 입력레벨이 10dB ~ 20dB 가량 낮게 설정되는 경우가 많다.

d. 테스트 시그널을 끄고 스피커를 다시 연결한 후 각 스피커 간의 레벨을 조절한다.

Remark:

* 이퀄라이징(EQ)이 필요할 경우 게인 스트럭쳐 설정 전에 작업을 완료한다. (이퀄라이징도 게인을 변화시키는 중요한 요인이 됨)

** 각 장비에서 발생하는 클리핑(clipping)은 항상 출력 단에서 확인되도록 한다. 시그널체인 중에 리미터(Limiter)가 포함되어 있다면, 입력되는 신호에서 클리핑이 발생하기 전에 항상 리미터에 의해 제한되도록 설정한다.

③ 잔류잡음(residual noise)

a. 혼(Horn) 방식의 스피커 드라이버의 경우 상대적으로 높은 감도를 가지고 있어 시스템 체인에서 발생한 잔류잡음이 가청레벨(audible level) 이상의 레벨로 들리기 쉽다.

b. 일반적으로 16bit 디지털 장비(디지털 이펙트 프로세서 등)의 경우 90dB 의 다이나믹 레인지를 가지고 있다. 예를 들어 120dB 의 출력을 내는 시스템에서 게인 스트럭쳐 설정이 적절히 셋팅된 경우에는 30dB 정도의 잔류잡음이 생겨 잘 들리지 않게 되지만, 게인 스트럭쳐가 적절히 설정되지 않을 경우 잔류잡음이 가청레벨(audible level) 이상의 레벨로 들리기 쉽다.

④ 스피커 레벨 밸런스 조정

a.. 시스템의 게인 조정이 끝난 후 아래와 같이 각 출력 스피커의 레벨 밸런스를 조정한다.

a. HF - LH 드라이버 레벨
b. Full Range - Sub Woofer
c. 어레이 내 각 스피커 레벨
d. 메인 스피커 - 딜레이 스피커 (Fill speaker 포함)

b. 이와 같은 밸런싱 작업에는 일반적인 RTA 측정기 또는 Smaart, Sim, TEF 등의 측정용 시스템을 사용할 수 있다.

c. 위 항목의 밸런싱 작업에 절대적인 기준은 있을 수 없으며, 다양한 장르의 음악이나 프로그램 에 따라 서로 다른 최적값을 가질 수 있다.

d. 효과적인 게인 스트럭쳐 설정으로 최적화된 다이나믹 레인지를 유지하기 위해 주의할 점은 레벨 밸런싱을 위해 기기의 입력레벨을 높이지 않는 것이다. 예를 들어 스피커 시스템에서 서브우퍼 레벨이 충분히 크지 않다고 해서 서브우퍼용 파워앰프의 입력 레벨을 높이는 것은 바람직하지 않다. 이 경우 풀레인지 스피커의 레벨을 낮추어 레벨 밸런스를 맞춘다.

⑤ Equalization

a. 레벨 밸런싱이 끝난 후 각 스피커 드라이버를 위한 EQ(Output EQ) 작업을 수행한다. 이때 과도한 EQ 는 기기의 헤드룸을 좁아지게 하여 THD 수치를 높일 수 있기 때문에 삼가야 하며 최소한의 범위에서 적용하는 것이 좋다.

b. 대부분의 주파수 레벨의 불균형은 다음과 같은 원인에 의해 발생한다.
   - 스피커 드라이버 간 발생하는 지연 시간 차이
   - 드라이버 간 크로스오버 주파수의 잘못된 설정
   - 크로스오버 주파수에서의 위상 차이
   - 직접음 - 반사음 간의 상호간섭
   - 룸모드 (Room Mode)
   - 기타 실내음향적 요인

c. 부스트(boost) 이퀄라이징 보다는 컷(cut)을 위주로 하는 것이 바람직하다.

제2절 파워앰프의 출력과 스피커의 매칭

1) 스피커 Power Handling

스피커의 파워 핸들링은 스피커의 출력을 표시하는 항목이기 때문에 상당히 중요하게 다루어져야 하는 부분이지만 또한 정확하지 않거나 모호한 표기 때문에 가장 많이 잘못되고 있다고 할 수 있다. 거의 대부분의 스피커사양에 포함되어 있지만 매우 다양한 측정/평가 방법들이 혼용되고 있기 때문에 어떠한 기준과 조건에서 측정이 이루어 졌는지를 밝혀 놓지 않는다면 실제로 사양서에 표기된 수치가 객관적으로 어떠한 값을 가지는가에 대해 모호한 경우가 많다.

a. 파워 핸들링 값을 측정할 때 어떠한 장비의 구체적인 용도가 무엇인지 살펴볼 필요가 있다. 스피커가 일반적으로 낮은 레벨에서 구동이 될 것인지 아니면 일반적인 구동환경이 높은 레벨인지가 매우 큰 차이를 만들 수 있기 때문이다. 만약에 평균 구동레벨이 그리 높지 않다면 파워레이팅이 가지는 의미는 그다지 중요하지 않을 수 있으나 만일 평균 구동레벨이 높은 스피커라면 그에 따라 발생하는 열과 물리적인 피로 때문에 파워핸들링의 의미가 더욱 민감하게 적용된다고 할 수 있다.

b. Continuous program(혹은 music Power) power ratings 과 같은 잘못 이해되고 있는 대표적인 예라고 할 수 있다. 이것은 보통 1분 미만의 짧은 시간 동안 음악 혹은 그와 유사한 실제 사용 프로그램들로써 테스트한 것인데 사인 웨이브나 노이즈 소스를 사용하여 비교적 긴 시간 동안의 측정을 통해 결정되는 continuous power handling 과 비교했을 때 보이스 코일에 발생하는 열의 양이나 부하 면에서 큰 차이가 난다고 할 수 있다. 따라서 이다. 따라서 같은 스피커의 사양에서 Continuous program power ratings 은 그 스피커의 continuous power handling 수치와 peak power handling 의 중간 어느 부분쯤이라고 생각할 수 있다. 또한 이러한 표기방법은 비교적 작은 용량의 파워가 필요로 되는 소형 시스템에는 적합할 수 있지만 라이브 공연용 대형 시스템이나 나이트클럽의 스피커 시스템과 같이 급격한 레벨의 변화나 에너지의 변화가 생기는 곳에는 신뢰할만한 기준이 되지 못할 것이다.

c. AES power ratings 과 같은 항목은 스피커를 통해 재생되는 프로그램의 특성이 비교적 일정한 경우에 그로 인해 발생하는 열이나 물리적인 피로 등에 대한 내구성과 같은 것들을 표시하는데 효과적이라고 할 수 있다. 또한 이러한 경우 보이스 코일의 온도가 올라가고 그에 따라 발생하는 임피던스 값이 변하는 일명 파워 컴프래션 현상도 포함하고 있다고 할 수 있다. 하지만 이와는 달리 매우 임팩트가 강하고 순간적인 시그널이 발생할 경우에 대한 물리적 한계(용량)을 표기하는 데는 적합하지 않다

d. 일정한 레벨의 sine wave 나 웨이팅 된 노이즈를 사용하여 측정되는 continuous power handling 은 보이스 코일에 가장 높은 열을 유발시키며 일반적으로 가장 '빡빡한' 기준이다.

e. RMS power handling 의 경우에는 각 스피커 제조사들마다 서로 다른 다양한 주파수대역이나 시그널을 사용하는듯하다. 따라서 RMS power handling 값이 사용될 때에는 어떤 시그널과 주파수대역이 사용되었는지 꼼꼼히 따져 볼 필요가 있다.

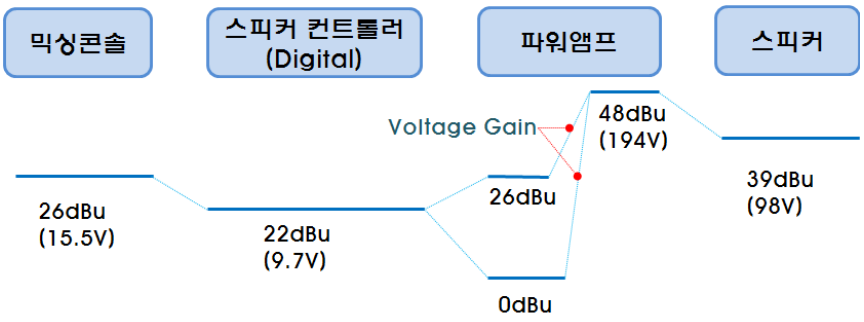
f. 만약 일련의 장비들의 power handling ratings 을 비교해야 할 필요가 있다면 다음과 같은 항목을 따져보아야 한다.

- 주파수 대역폭
- Signal type (pink noise, swept tone)
- 테스트 시간

power rating 은 스피커나 드라이버를 적당한 용량의 앰프와 매칭시키기 위해 반드시 세심하게 살펴야 하는 부분이다. 이러한 부분에 대한 고려가 없이 부적합한 용량의 앰프를 스피커와 연결하여 사용한다면 심각한 문제가 발생하리라는 것은 쉽게 예측할 수 있을 것이다. 만일 스피커에 용량이 부족한 앰프를 사용한다면 당연히 얻고자 하는 출력을 얻을 수 없을 것이다. 이 경우 대개 사용자는 앰프로 들어가는 시그널을 높여서 원하는 출력을 얻고자 할 것이다. 이 경우 앰프로 입력되는 시그널에는 클리핑과 이에 따른 하모닉스가 발생한다. 이러한 하모닉스는 보다 높은 용량의 앰프에서 클리핑 없이 출력되는 정상적인 신호보다 훨씬 높은 에너지를 가지고 있어서 보이스코일을 과열시키게 되고 급기야는 코일을 손상시키게 되는 것이다. 이와 반대로 앰프의 용량이 스피커에 비해 지나치게 큰 경우에는 진동판이 지나치게 심하게 운동을 하게 되어 피로에 의한 물리적인 손상이 발생하거나 열에 의해 코일이 손상되게 된다.

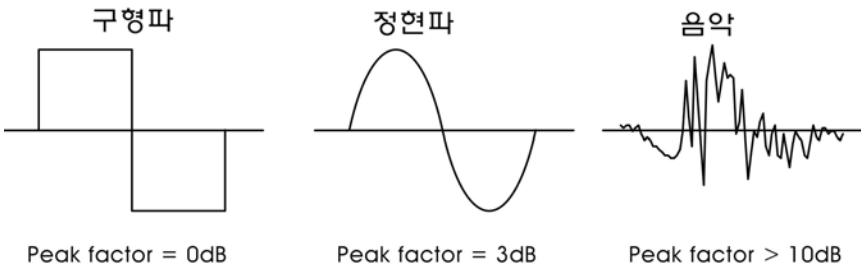
2) 파워 앰프의 게인

선정된 스피커 시스템을 위한 적절한 용량의 파워앰프를 선정하고 게인을 적절히 운영하는 것은 스피커 시스템으로부터 만족스러운 출력을 얻기 위한 중요한 요소가 되지만 그에 더불어 스피커가 한계입력의 초과나 신호 중의 왜곡(디스토션) 증가로 인한 스피커 드라이버의 파손을 미연에 방지하기 위해 매우 중요한 의미를 갖는다고 할 수 있다. 아래 그림은 믹싱콘솔의 출력단에서 스피커에 이르는 출력시스템 전 과정에 걸친 신호의 레벨 변화를 나타낸 것이다.



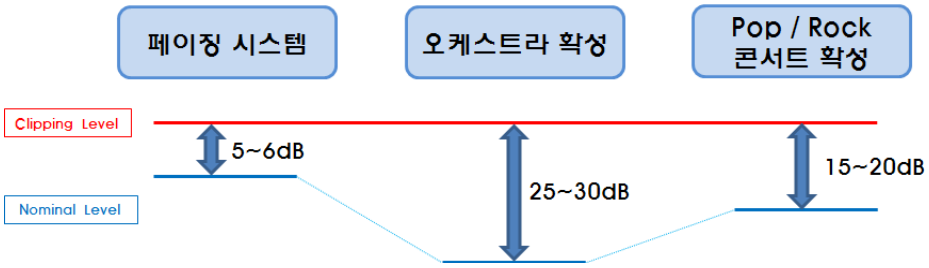
파워앰프의 출력용량과 스피커 자체의 최대 출력과의 상관관계는 전체 시스템을 통해 확성되는 프로그램의 성격에 따라 결정된다. 스피커의 출력성능을 테스트할 때 일반적으로 많이 사용하는 핑크 노이즈는 피크팩터(또는 crest factor, 신호의 최댓값

을 실효값으로 나눈 값)가 6dB로 스피커 드라이버의 최대출력과 동일한 출력용량의 파워앰프를 사용하였을 경우 스피커 드라이버의 전기적인 출력 한계치와 약 6dB의 여유를 가지게 된다. 아래 그림은 일반적으로 사용되는 여러 가지 신호의 피크팩터를 나타내었다. 스피커 시스템을 통해 확성하게 되는 신호의 대부분을 차지하는 음악 프로그램의 경우 피크팩터가 12~20dB에 이르며 스피커와 파워앰프를 동일 출력용량으로 매칭한 경우 피크팩터에 해당하는 12dB 이상의 출력 여유분을 가지게 되므로 과입력에 의해 스피커가 파손될 위험은 적으나 스피커가 지닌 능력을 최대로 활용하지는 못하게 된다. 따라서 파워 앰프의 용량을 2배(3dB 증가) 가량 높인다고 하여도 스피커의 최대 출력과는 비교적 충분한 여유를 확보할 수 있어 안전하게 스피커를 구동시킬 수 있는 것이다.



신호파형의 피크팩터(최대치/실효치)

만일 스피커 시스템을 통해 확성되는 프로그램이 헤비메탈과 같이 높은 출력을 많이 사용하는 경우나, 실효치와 최대치가 동일한 값을 가진 구형파에 가까운 신호를 재생하는 경우에는 스피커 드라이버의 안전을 위해 파워앰프의 증폭도를 최대치보다 낮게 조정하여 사용하는 것이 안전하다.



파워앰프를 통해 스피커로 전달되는 에너지가 스피커의 드라이버를 파손시키는 경우는 크게 2가지로 나뉜다. 스피커 최대 출력을 초과한 과도한 신호가 일시적으로

입력되어 스피커의 보이스코일을 태우는 경우와 스피커로 입력되는 신호에 가청주파수를 벗어난 영역에 많은 양의 신호 왜곡(THD)이 포함되어 고음을 재생하는 트위터 드라이버 보이스코일의 온도를 지속적으로 상승시키고 결과적으로 코일을 손상시키는 경우이다. 전자의 경우는 파워앰프의 용량이 스피커의 용량에 비해 과도하게 높은 경우에 발생하고 후자의 경우는 반대로 파워앰프의 용량이 스피커의 용량보다 지나치게 낮게 매칭된 경우에 발생하는 출력 부족을 믹싱 콘솔이나 입력단의 신호를 증가로 보충하려다 이때 발생하는 왜곡신호(harmonic distortion)에 의해 발생한다. 따라서 파워앰프의 용량을 스피커의 출력에 맞게 적절히 매칭하고 재생되는 프로그램의 에너지 특성과 운영시간 등을 확인하여 상황에 맞는 적절한 조정을 하도록 유도하는 것이 바람직하다.

제3절 다이나믹 레인지의 조절

1) 일반적인 음향 시스템의 다이나믹 레인지 최적화 3 단계

① 1 단계

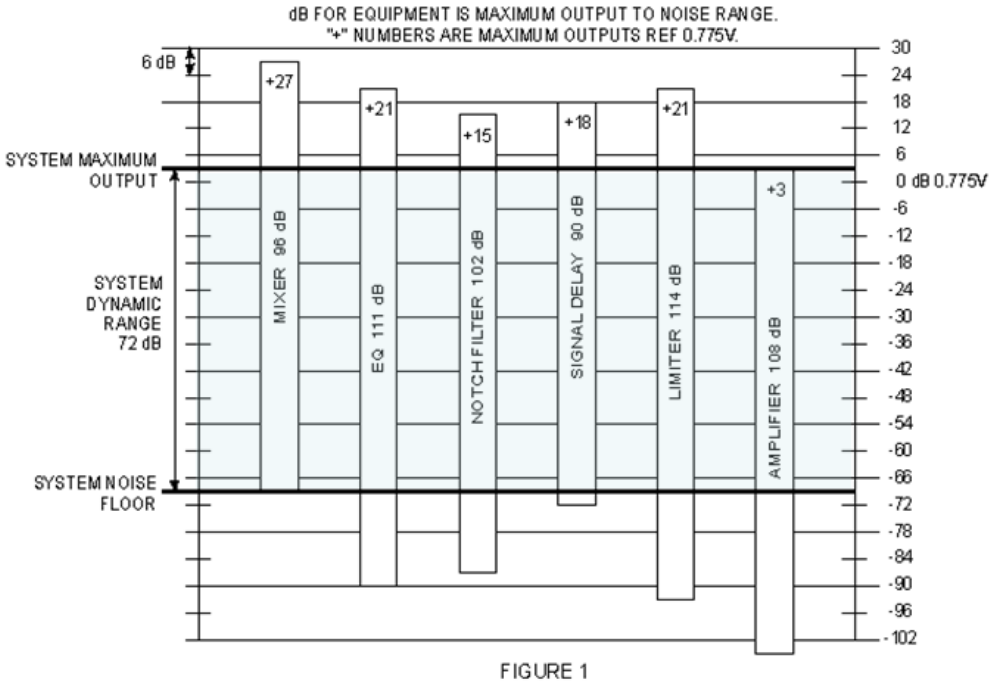


FIGURE 1

② 2 단계

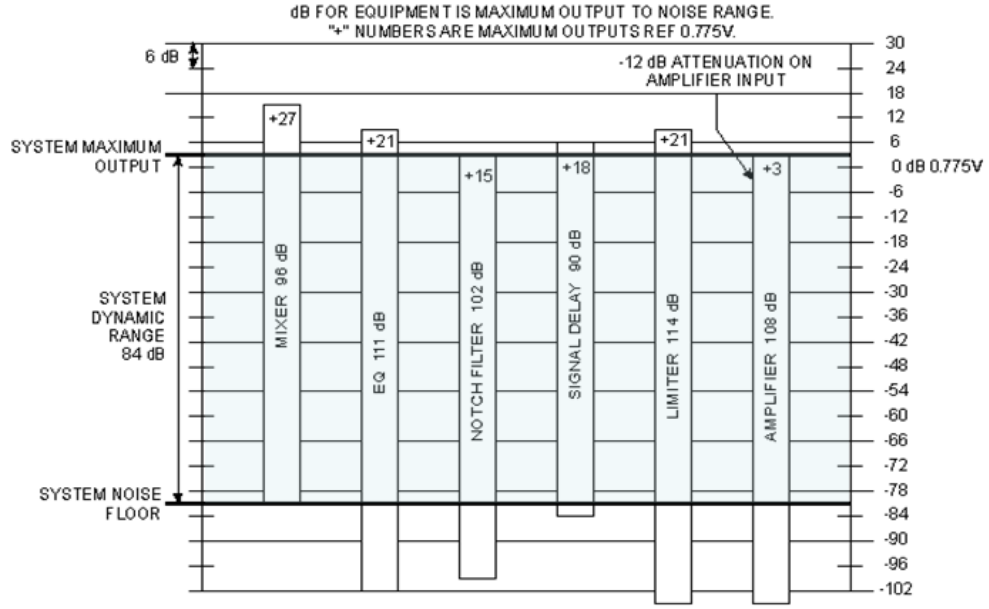


FIGURE 2

③ 3 단계

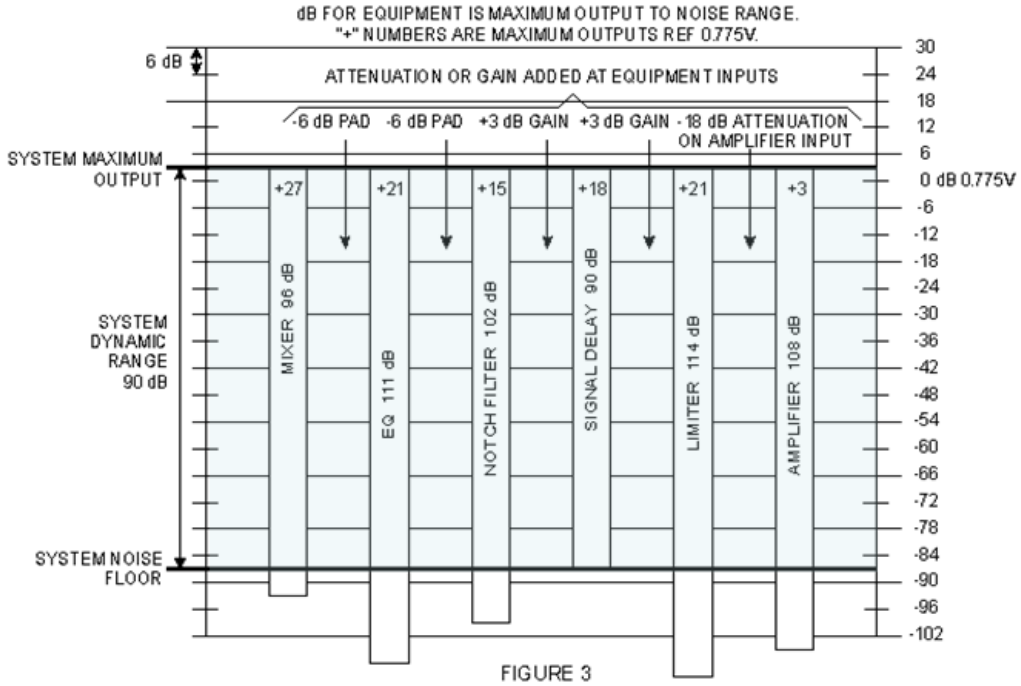


FIGURE 3

음향시스템최적화와 문제해결 과정

제 2 장 스피커 시스템 구성과 최적화

제1절 공연용 스피커 시스템의 구성과 설치

제1절 공연용 스피커 시스템의 구성과 설치

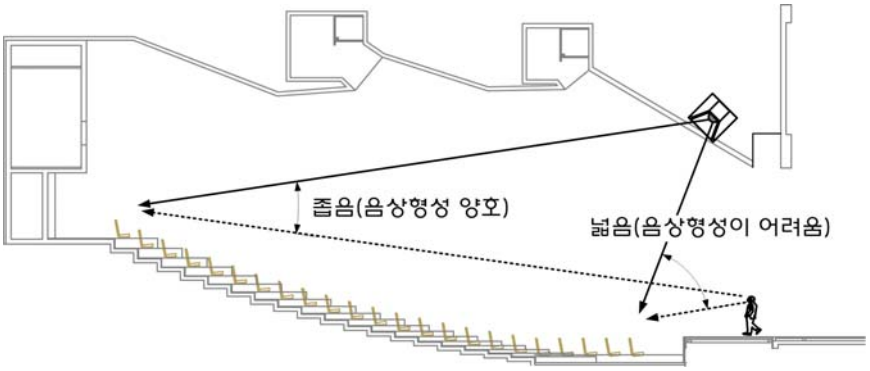
1) 메인스피커 시스템의 구성

메인스피커는 객석전체에 음향적인 이미지를 전달해 주는 주된 역할을 담당할 뿐만 아니라 전체 객석에서의 음압 레벨을 결정하는 역할을 한다. 따라서 객석이 요구하는 충분한 커버리지 특성과 공연물의 내용을 효과적으로 전달할 수 있는 출력과 우수한 음질을 갖추는 것이 중요하다.

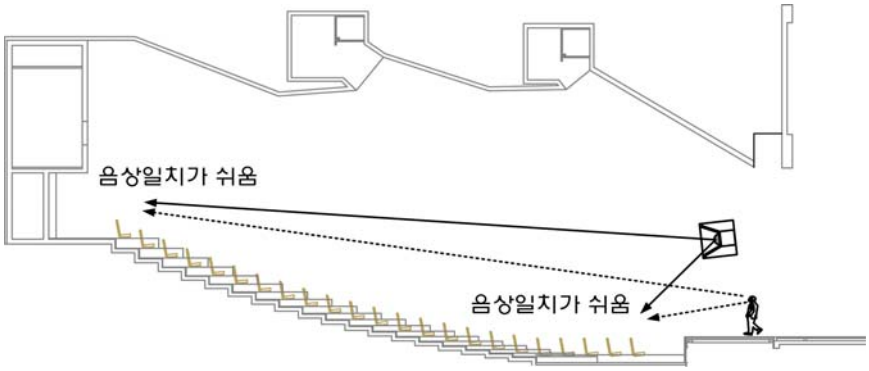
공연장의 메인스피커는 일반적으로는 무대의 좌우측에 설치되는 방식(L-R 포맷)과 여기에 센터 스피커가 추가된 방식(L-C-R 포맷) 등으로 구성되지만, 발코니석을 포함한 여러 층의 발코니로 구성된 공연장이나 무대와 객석의 형태가 공연의 성격에 따라 가변적인 블랙박스(block-box) 형태의 공연장 등에서는 특별한 포맷을 따르지 않고 공연의 특성이나 객석의 배치 등에 따라 필요한 장소에 스피커를 설치하여 운영한다.

① 메인 스테레오(L-R) 스피커

메인스피커의 설치위치는 프로시니엄 타입의 공연장에서는 앞무대(fore stage)의 상부 지역에 매입하거나 무대 측면에 설치한다. 모든 메인스피커를 앞무대의 상부에 매입 설치하는 경우는 스피커가 외부에 드러나지 않기 때문에 미관상 장점을 가지고 있지만 청중의 관점에서는 소리가 너무 높은 방향에서 입사되기 때문에 무대 위의 음원(연주자)과 수직방향의 음상정위를 얻기 힘들게 되며 발코니가 깊은 구조의 공연장에서는 발코니 하단 지역의 객석에 직접음을 보내기 힘든 단점이 있다. 또한 스피커 설치 지점과 인접한 구조물들이 높은 음압의 발생으로 진동하는 등의 부작용을 막기 위해 스피커 주위의 구조 설계에 각별한 주의를 필요로 한다. 메인스피커를 무대 좌우측에 설치하는 경우에는 스피커 사이의 거리가 멀어지게 되어 무대와 인접한 객석지역에서 스테레오 이미지를 얻을 수 있는 객석의 수가 감소하게 되는 단점이 있으나 스피커의 높이가 낮아지기 때문에 수직방향으로 보다 뛰어난 음상정위를 얻을 수 있는 장점이 있다. 또한 라인 어레이 스피커 시스템의 경우 스피커 클러스터의 길이가 상하방향으로 길어지는 특성 때문에 대부분 무대 좌우측에 설치하는 경우가 많다.



무대 상부에 설치된 스피커와 수직방향 음상의 일치



무대 좌우에 설치된 스피커와 수직방향 음상의 일치

스피커의 설치위치와 음상의 일치

a. 센터 스피커

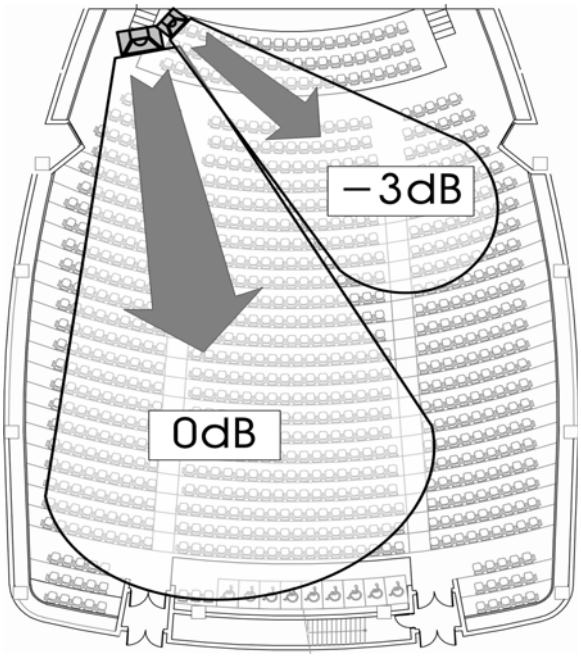
무대 중앙에서 선명하게 음상이 일치하여야 하는 뮤지컬 등과 같은 공연에서 중요한 역할을 담당하는 센터스피커의 경우 설치위치가 객석과 인접한 앞무대 중앙상부에 주로 설치된다. 이와 같은 설치위치 때문에 무대의 높이가 높은 공연장에서는 무대와 인접한 객석 지역에서 수직방향의 음상일치가 쉽지 않은 단점이 있어 프런트필(front-fill) 등으로 보강이 필요한 경우가 많다. 센터스피커를 통해 확성되는 신호는 좌우의 메인스피커를 통해 확성되는 채널과 분리된 별도의 믹스를 사용하는 것이 바람직하다. 이것은 센터스피커를 통해 좌우의 메인스피커에서 재생되는 신호와 동일한 성분을 확성할 경우 전체 객석 지역에서 복잡한 형태의 위상간섭 현상이 발생하기 때문이다. 센터스피커를 사용함으로써 무대 중앙부에서의 음상의 일치 이외에도 부수적으로 약간의 출력 증가효과도 발생한다. 하지만 스피커 시스템의 출력 증가를 목적으로 센터스피커에 좌우 메인스피커와 동일한 신호를 재생하는 것은 바람직하지 못하므로 지양하여야 한다.

b. 출력용량

메인스피커는 공연장 내의 전체 객석에서 요구되는 기본적인 음압을 공급하는 장비이므로 진행되는 공연물에서 요구하는 충분한 출력을 제공해야 한다. 메인스피커를 보조하기 위해 발코니 하단이나 무대 인접 지역에 설치되는 딜레이스피커와 프런트필 스피커의 경우 음압 보강의 목적보다는 사각 지역 등에서 차단된 일부 주파수 영역의 에너지 보강을 통한 명료도의 개선에 주된 목적이 있기 때문에 기본적인 음압의 확보는 메인스피커를 통해서 이루어지는 것이 바람직하며 추가로 설치되는 보조 스피커를 지나치게 큰 음압으로 설계하여 이로부터 전체적인 출력을 증가시키려는 시도는 바람직하지 못하다.

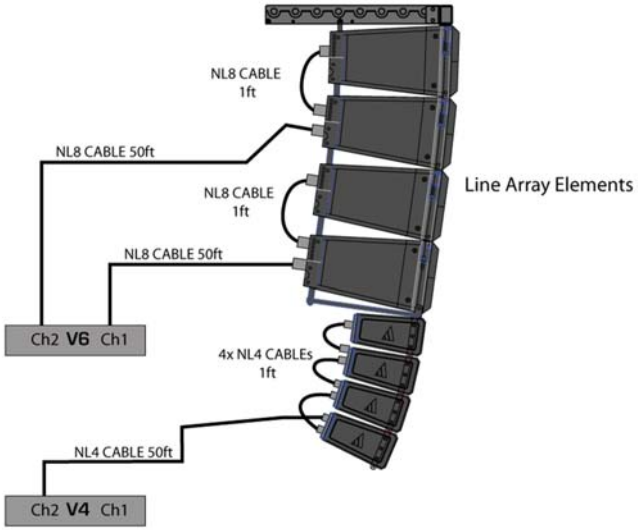
c. 출력 채널의 구성

대형 공연장 메인스피커의 경우 출력을 높이거나 커버리지를 넓히기 위해 아래 그림과 같이 동일한 모델 혹은 서로 다른 몇 개의 모델들을 어레이(array) 하여 하나의 클러스터를 구성하는 경우가 많다. 이 경우 클러스터 내부의 스피커를 적절한 숫자의 채널로 구분해 설계하는 것이 바람직하다. 이와 같은 방법을 통해 전체의 객석 지역을 분할하여 서로 다른 지역을 커버하게 되는 각 스피커들 간의 음압과 지연 시간을 서로 다르게 조정하는 경우 전체 객석 지역에서 고른 음압 분포를 얻어낼 수 있는 장점이 있다.



메인스피커 출력 채널을 통한 레벨 분리 예

라인어레이 시스템의 경우도 어레이 내부의 스피커 출력을 아래 그림과 같이 몇 개의 채널로 나누어 구성할 경우 출력과 지연시간 조절을 통해 다양한 지향 패턴을 얻을 수 있는 등의 장점이 있다. 하지만 이 경우 시스템의 기본적인 지향특성이나 커버리지 특성이 왜곡될 수 있으므로 주의하여야 한다.



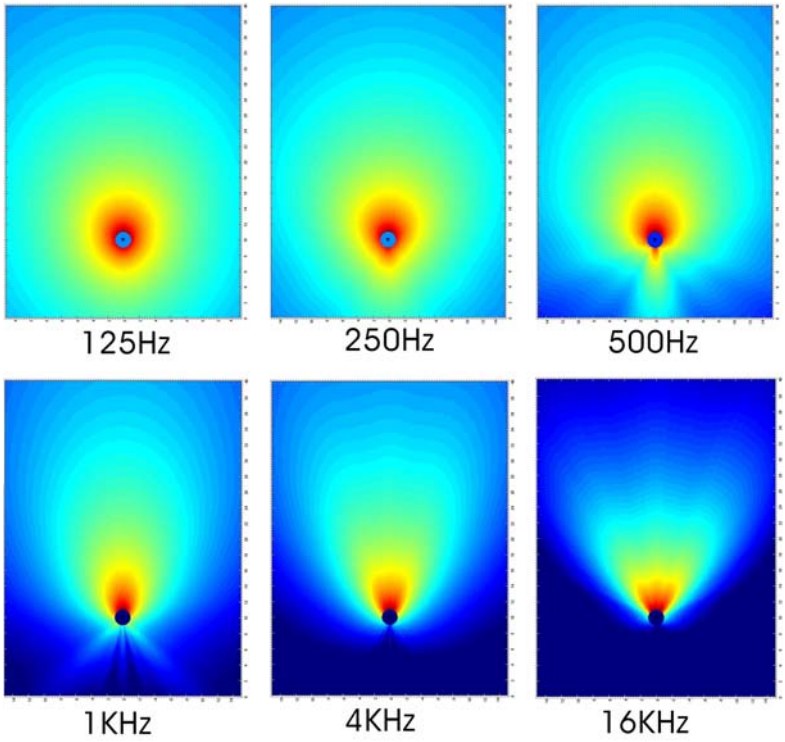
라인어레이의 다채널 출력 시스템 구성 예

d. 어레이의 구성

대용량 스피커 시스템을 구성하기 위해 어레이(array)로 구성된 스피커는 단독으로 작동될 때와는 매우 다른 방사 특성을 보여준다. 어레이를 구성하는 스피커들은 대부분 동일한 신호를 재생하게 되는데 인접한 여러 개의 스피커에서 방사된 소리들이 특정지점에 도달하는 과정에서 발생하는 경로와 음압의 차이 때문에 결과적으로 매우 복잡한 위상 패턴과 주파수 특성을 보여주게 되는 것이다. 이러한 스피커 간의 간섭 현상은 어레이를 이루고 있는 스피커의 수량이 많아질수록, 그리고 어레이의 수량이 많아질수록 증가하게 된다. 이와 같은 스피커 간 혹은 어레이 간의 간섭 현상은 스피커의 설치 위치 및 각도, 개별출력 등에 의해 영향을 받게 된다.

e. 스피커의 지향 특성

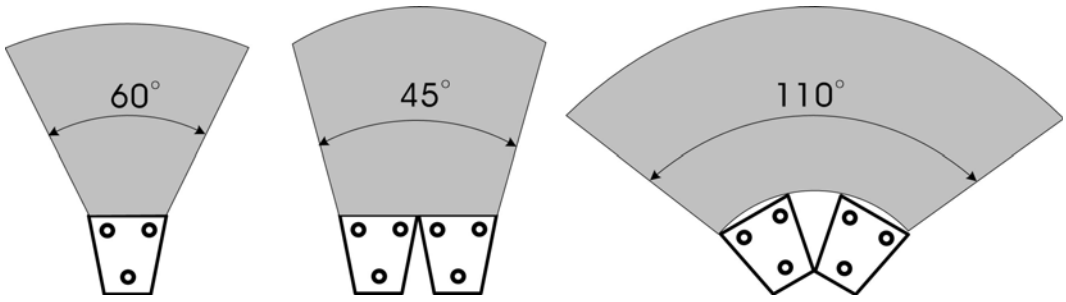
대부분의 스피커는 각각 고유한 지향특성을 가지고 있으며 이 지향특성은 주파수 대역에 따라 일정한 편차를 보이게 된다. 스피커의 지향특성은 소리를 방사하는 스피커 드라이버의 직경과 고음용 혼(horn)의 형태 등에 의해 결정되며 일반적으로 저음역대에서는 무지향 특성을, 그리고 고음역대로 갈수록 높은 지향 특성을 보여준다.



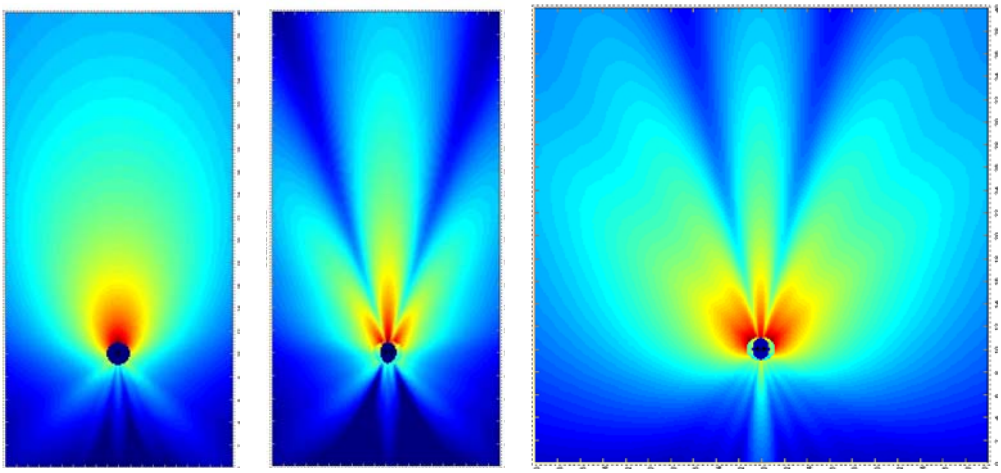
일반적인 스피커의 주파수별 지향특성

f. 스피커 어레이의 형태

복수의 스피커를 어레이할 때에는 어레이를 이루고 있는 개별 스피커의 지향 특성에 대해 세밀한 검토가 필수적이다. 이것은 스피커의 지향 특성이 개별 주파수대역에 따라 큰 차이를 보이는 경우가 대부분이기 때문이며, 이와 같이 주파수에 따라 서로 다른 지향 특성들이 일정한 각도로 어레이 될경우 주파수별로 불규칙한 지향 특성 결과를 보여주기 때문이다.



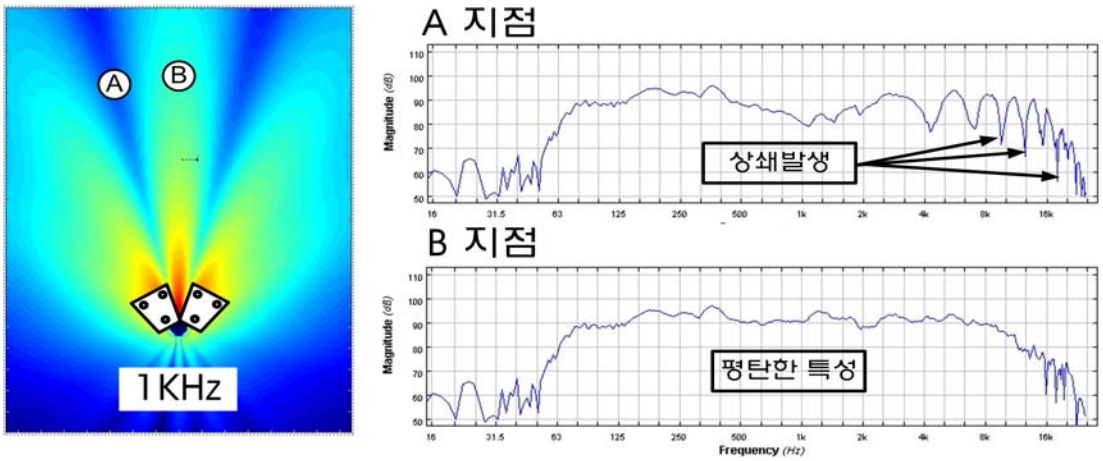
(a) 단일 스피커 (b) 수평 어레이 (c) 스플레이 어레이



스피커 어레이 각도에 따른 지향각 변화의 예

위 그림의 (a) 와 같이 60° 의 지향특성을 가지고 있는 스피커를 이용하여 어레이 할 때 두 개의 스피커를 정면을 향해 나란히 배열하면 2개의 개별 지향각이 합쳐지지 않고 서로 간섭하게 되어 그림의 (b)와 같이 오히려 지향각이 좁아지는 현상이 발생한다. 하지만 2개의 스피커를 약 50~60° 의 간격을 두고 설치할 경우 위의 그림의 (c)와 같이 두 스피커의 지향각이 서로 더해져서 넓은 지향특성을 보여주게 된다. 스피커를 어레이 할 때 이와 같은 결과를 응용하여 장거리 지역의 객석을 커버하기 위해서는 (b)의 형태와 같은 수평어레이 방식을, 그리고 근거리의 넓은 지역을 커버하기 위해서는 (c)와 같은 벌어진 어레이 방식을 적용시키기도 한다.

아래의 그림은 두 개의 스피커를 어레이했을 때 발생하는 지역적 상쇄 경향을 나타낸다. 여기서 알 수 있는 바와 같이 두 스피커의 축(중심)상의 지점인 B에서는 전체 주파수 대역에 걸쳐 비교적 평탄한 주파수 응답특성을 보여주고 있으며 중심의 축에서 벗어난 지점 A에서는 고음역대에서 위상 간섭에 의한 상쇄(comb filtering)가 발생하였음을 알 수 있다.



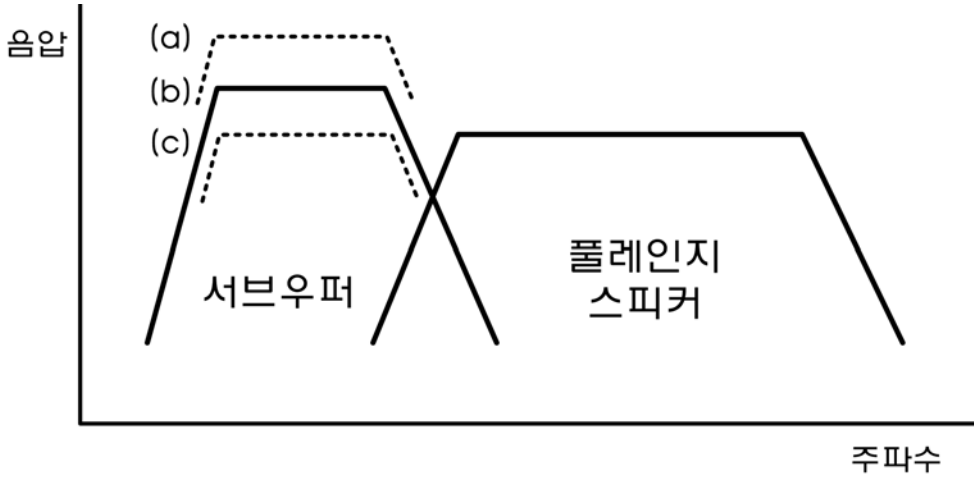
두 스피커의 어레이에서 발생하는 간섭의 예

위 그림과 같은 지역적인 주파수 상쇄 현상은 각 주파수 대역에 따라 서로 다르게 나타나며 스피커의 수량이 증가하게 되면 더욱 복잡한 형태를 띠게 되므로 주의해야 한다.

2) 서브우퍼

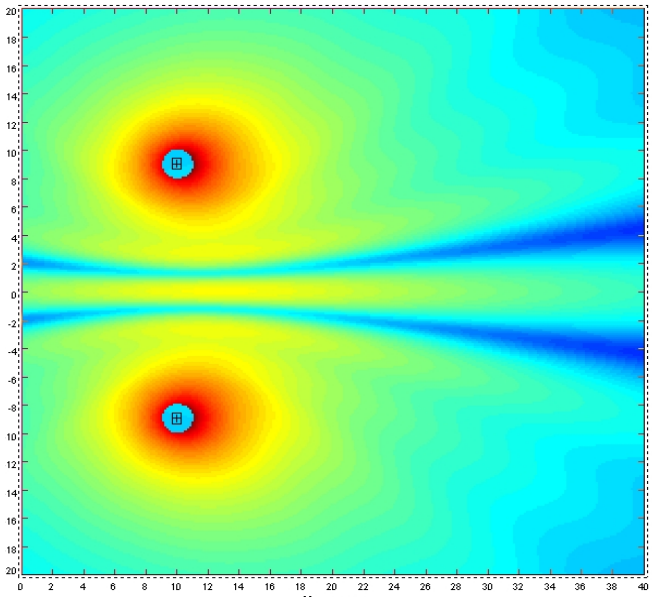
서브우퍼는 메인 스피커 시스템의 재생 주파수 한계를 확장시켜주는 역할을 하여 음악적 내용이 보다 풍부하게 전달될 수 있도록 해주고 영화관이나 이벤트용 음향 시스템에서는 특수효과의 일부분처럼 활용되기도 한다. 이와 같은 다양한 효과를 위해 사용될 때 각각의 재생 프로그램의 특성에 따라 서브우퍼 에너지와 풀레인지 스피커의 에너지가 적절한 비율을 확보하는 것이 매우 중요하다. 아래 그림과 같이 록 음악이나 댄스음악과 같이 박력있는 저음이 필수적인 경우에는 풀레인지 스피커에 비해 6~12dB 가량 레벨을 높게 유지하고, 일반 팝음악의 경우에는 3~9dB 가량 높게, 그리고 클래식음악 등의 확성 시에는 레벨을 같은 수준으로 조정하는 경우가 많다. 또한 확성음의 음압의 크기에 따라 동일한 등청감곡선(equal loudness contour)의 감도에 맞추어 주파수 대역간의 음압 레벨 비율을 조정하는 경우도 있다.

아래 그림과 같이 풀레인지 스피커에 비해 서브우퍼의 레벨이 높게 조정된 경우에 레벨 미터를 사용하여 음압을 측정하는 경우 서브우퍼의 영향으로 측정되는 음압 레벨이 상당부분 증가하는 것을 볼 수 있다. 이러한 음압증가는 풀레인지 스피커의 출력이 증가하지 않은 상태에서 발생하는 현상으로 실질적인 출력의 증가와 정확히 일치하지는 않는다. 따라서 스피커 시스템의 실효출력을 증가시키기 위해서는 서브우퍼와 풀레인지 스피커의 출력을 함께 증가시키는 것이 바람직하다고 할 수 있다.



(a)록/댄스음악 (b) 일반 팝음악 (c) 클래식음악 등의 확성
프로그램의 성격에 따른 서브우퍼 레벨의 조정

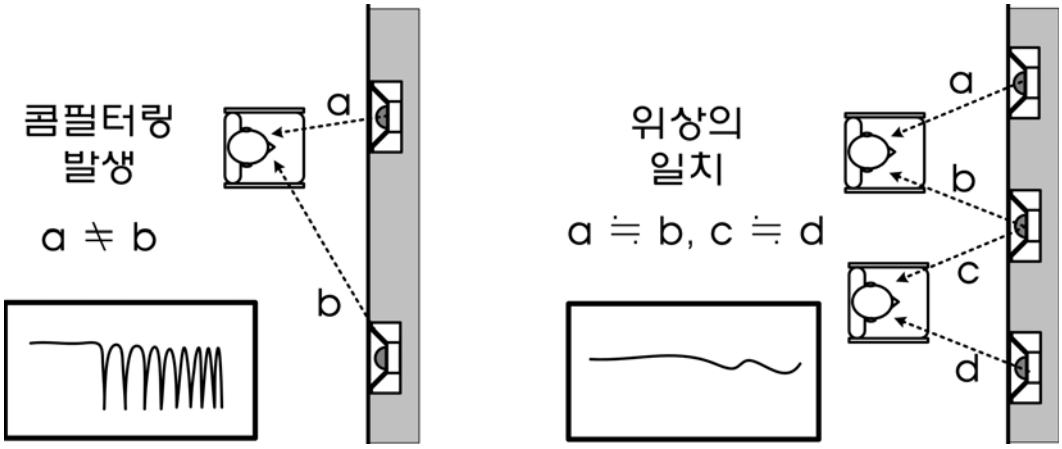
서브우퍼 스피커를 무대의 양쪽에 쌓아 설치할 경우에는 무대 중심을 기준으로 객석 지역에 아래 그림과 같이 연속적인 상쇄 지역이 발생하게 된다. 이것은 객석의 각 위치에서 얻어지는 양쪽 서브우퍼 간의 거리 차이가 서브우퍼에서 재생되는 주파수의 파장에 위상간섭을 일으키기 때문이며 서브우퍼의 설치 간격을 조정할 경우 상쇄 지역의 위치를 다소 이동할 수 있지만 이러한 현상을 근본적으로 없애는 것은 불가능하다.



무대에 설치된 서브우퍼에 의해 발생하는 상쇄(63Hz)

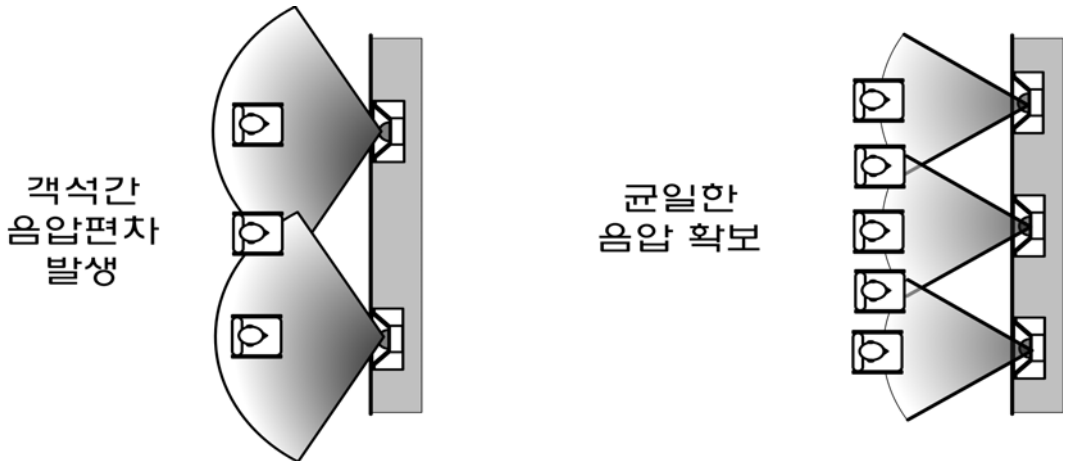
3) 프론트필(에이프런)스피커

프론트필(front-fill speaker) 스피커는 무대와 인접한 지역의 관객을 위한 보조 스피커 시스템으로 무대 양쪽에 설치된 메인 스피커가 충분한 수평 커버리지를 제공하지 못하는 경우에 사용한다. 프런트필 스피커의 설계 시에는 스피커의 수량을 충분히 하여 스피커의 설치 간격이 멀어지지 않도록 하는 것이 중요하다. 이것은 프런트필과 같은 보조 스피커들의 주된 기능이 부족한 음압의 보강보다는 청취 위치에서의 주파수대역 에너지의 불균형 해소를 통한 명료도의 확보이기 때문인데 스피커의 설치간격이 지나치게 멀어지는 경우에는 그림 5.11과 같이 두 스피커와의 거리 차이 때문에 발생하는 소리의 위상간섭으로 명료한 소리를 얻기가 어렵기 때문이다.



프런트 필 스피커의 간격에 따른 위상간섭과 음압 편차의 발생

또한 프런트필 스피커의 도달범위는 최대 4~5열을 넘지 않도록 출력과 지향특성을 조절하는 것이 중요하다. 프런트필 스피커의 출력이 지나치게 강한 경우에는 메인 스피커로부터의 소리와 간섭을 일으켜 음향 성능을 저하시킬 수 있으며, 스피커의 커버리지가 지나치게 넓을 경우에는 커버리지 내의 객석에서 스피커와의 거리차이에 따른 음압 편차가 커지고 여러 스피커로부터 방사된 소리가 중첩되어 오히려 명료도를 저하시킬 수 있기 때문이다. 따라서 프런트필 스피커로부터 커버하려 하는 대상 지역 내의 객석에서 2개 이하의 스피커만이 중첩되도록 조절하는 것이 바람직하다.



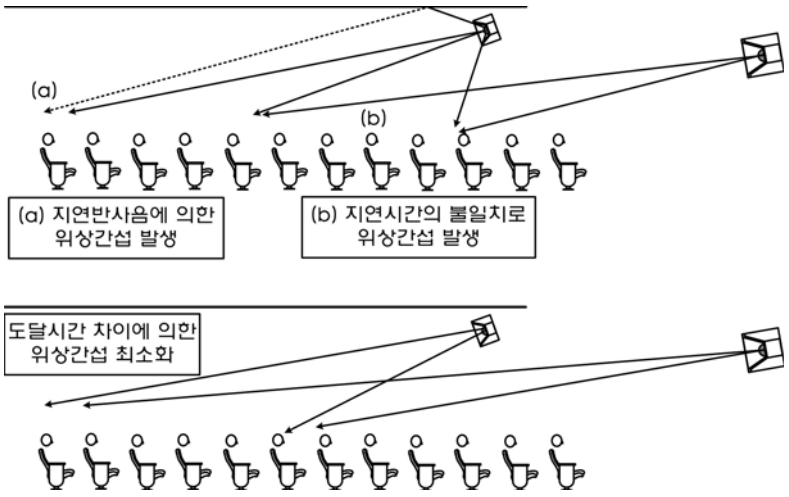
프런트필 스피커와 객석 간의 거리차와 음압 편차

프런트필 스피커는 여러 개의 스피커가 연속적으로 설치되기 때문에 이를 통해 재생되는 신호는 모노(mono-sum)가 많이 사용되며 이를 위해 믹싱 콘솔의 출력회로나 스피커 시스템 컨트롤러를 통해 스테레오 신호를 조합하여 사용한다. 또한 경우에 따라 센터 스피커용 믹스 신호를 프런트필용 신호로 사용하기도 한다.

4) 발코니 스피커

일반적으로 발코니 하단 객석지역의 경우 발코니에 의해 메인 스피커로부터 입사되는 직접음이 차단되어 사각지역이 발생하거나 높지 않은 천장과 뒷면에 위치한 후벽의 영향으로 저음역대 에너지의 비중이 매우 높아지는 현상이 흔히 발생하며 이와 같은 경우에 저음에 의한 마스킹(masking) 현상으로 소리의 명료도가 심각하게 저하되는 경우가 많다. 언더발코니 스피커로 불리는 발코니 스피커는 발코니 하단 지역의 메인 스피커 사각 지역의 객석에 차단된 주파수영역(중고음역)의 에너지를 보강하여 소리의 명료도를 증가시키기 위해 사용되며, 메인 스피커로부터 직접음이 도달하는 경우에도 저음 공진 등에 의해 부족하기 쉬운 중·고음역대 에너지를 보강하는 역할을 한다. 프런트필 스피커의 경우와 마찬가지로 발코니 스피커도 설치간격이 지나치게 멀어지지 않도록 하여 스피커 간에 발생할 수 있는 위상간섭 현상을 줄이는 것이 바람직하며 개별 스피커의 출력과 커버리지도 세심히 결정하는 것이 바람직하다. 아래 그림은 발코니 스피커의 지향특성에 따라 발생할 수 있는 위상간섭의 예를 설명한 것이다. 그림 (a)의 경우와 같이 커버리지가 넓은 스피커를 사용할 경우에는 스피커 하단의 관객들과 후방의 관객들이 서로 다른 지연시간을 필요로 하게 되는데

현실적으로 단일 스피커에 복수의 지연시간을 부여하는 것은 불가능하므로 메인 스피커에서 방사되는 소리와의 불일치는 피할 수 없게 된다. 따라서 이와 같은 경우에는 스피커의 지향특성이 일정각도 이하인 스피커를 선택하여 이들 스피커로부터 커버되는 지역을 가급적 제한하는 것이 바람직하다.

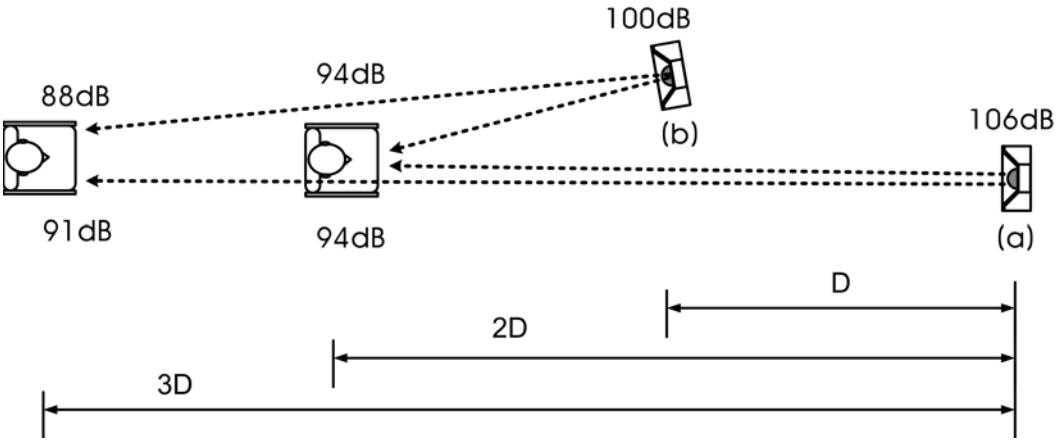


스피커의 커버리지 특성에 따른 위상간섭의 발생

이 그림과 같이 발코니 스피커를 설치할 때에는 메인 스피커와의 설치거리의 차이에 따른 도달시간의 차이를 보정하기 위하여 발코니 스피커에 메인 스피커와의 거리에 해당하는 지연시간을 적용시켜 사용하는 것이 일반적이다. 또한 관객이 자신에게 입사되는 소리의 방향을 발코니 스피커로 인지하게 되는 선행음효과(precedence effect 또는 Haas effect)를 고려하여 기본적인 지연시간 외에 10ms 가량의 지연을 더하여 주는 경우가 있으나 이것은 메인스피커로부터 방사된 소리의 위상 차이를 크게 만들어 결과적으로 중고음역대의 명료도를 심하게 저하시킬 수 있기 때문에 바람직하지 않으며 스피커의 지향특성과 수량, 출력 등의 조정으로 이러한 문제점을 완화시키는 것이 좋다.

발코니 스피커의 경우 무대측면에 설치된 고출력의 메인스피커와 일정한 거리를 두고 설치되기 때문에, 아래 그림과 같이 스피커의 커버리지 내에 위치하는 객석의 위치에 따라 메인스피커와 발코니스피커가 서로 다른 음압 감쇠율을 보이게 된다. 그림에서 우측의 객석에서는 메인 스피커와 발코니 스피커가 동일한 음압으로 도달하지만 좌측(후방) 객석에서는 발코니 스피커보다 메인 스피커의 음압이 오히려 커지

게 되어 발코니 스피커의 설치 효과가 떨어지게 된다. 따라서 발코니 하단의 객석 지역의 길이가 긴 경우에는 추가적인 발코니 스피커를 설치하는 것이 바람직하다.



지연 스피커와 메인 스피커의 음압 감쇠율 차이

음향시스템최적화와 문제해결 과정

제 3 장 음향 전원/접지 시스템의 구성과 문제해결

제1절 무대 음향 시스템의 전원공급설비
제2절 접지와 공연장 설비
제3절 음향장비와 노이즈

제1절 무대 음향 시스템의 전원공급설비

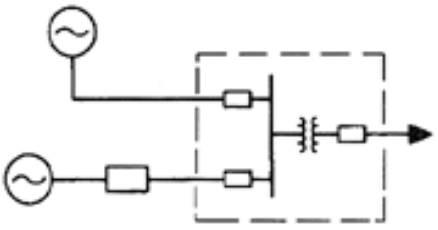
공연을 위한 음향설비는 대부분 전자기기이며, 작동 시에 전원의 공급을 필요로 한다. 음향장비로 공급된 전기는 다양한 음향 기기들을 구동시키면서, 마이크로 입력되어 복잡한 장비들을 거치며 최종적으로 스피커를 통해 다시 소리로 방출되는 과정 전체에서 음향의 품질에 영향을 미친다. 만약 음향기기에 공급되는 전기의 품질이 좋지 못하거나, 노이즈, 서지(Serge) 등과 같은 문제 요인들이 동반된다면 음향기기의 성능을 저하시키는 직접적인 원인이 된다.

특히 음향기기는 무대 전체분야 설비들 중 가장 낮은 레벨의 신호를 입력받아 이것을 큰 폭으로 증폭하게 되므로 입력 신호에 발생한 약간의 전기적인 불안정성이나 노이즈 유입이 결과적으로 심각한 문제를 야기하게 된다. 따라서 무대음향 설비를 위한 전원 공급설비의 구성은 이러한 음향설비의 특성과 함께, 전기적으로 발생할 수 있는 여러 가지 문제요인에 대한 정확한 분석과 이해가 필수적이다.

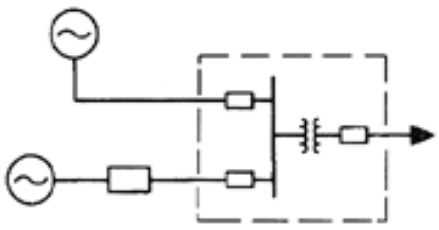
1) 수전방식 및 배전계통

① 수전방식

수전은 전기회사에서 공급된 전기를 사용처에서 받아들이는 과정을 뜻하며, 수전방식은 수전장소, 전력회사 및 송배전 계통에 따라 다르지만, 일반적으로 공연장에서는 저압은 1회선 단독 수전방식을 사용하고 있으며, 고압의 수전방식에는 대부분이 본선·예비선 수전방식을 사용하고 있다. 공연장 전원설비의 신뢰도 향상을 위해서는 평행 2회선 수전방식이 권장되는 방식이다.



본선·예비선 수전방식



평행 2회선 수전방식

② 배전계통

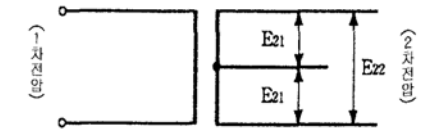
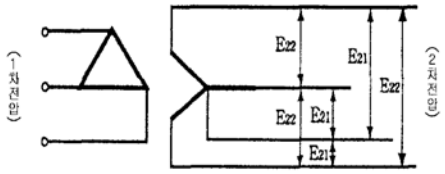
배전계통은 사용전압, 계통의 신뢰성, 경제성, 보수성, 안전성 등 여러 가지의 조건에 의해 결정된다. 무대전기설비에 사용되는 기기의 대부분은 저압이기 때문에 특별고압 등 수전의 경우에는 변압기에 의해 필요한 전압으로 강압되어 공급된다.

2) 변압기의 전원구분

무대용 전기 설비의 전원을 구분하면 무대음향용 전원 이외에도 무대조명, 무대기계설비용 전원 등이 추가로 필요하다. 변압기는 각 설비의 사용전압, 변압기의 용량, 고조파의 발생 등을 고려하여 각각의 설비마다 별도의 변압기를 사용하는 것이 최선의 방법이지만, 중소규모의 공연장에서는 이와 같이 변압기의 분리 설치가 비용측면에서 큰 부담이 될 수 있으므로, 대부분 변압기를 공용으로 하는 경우가 많다. 이런 경우에 무대조명의 디머유닛, 무대기계의 구동모터 브러쉬 등에서 발생한 전자파 노이즈(EMI)가 전원선로를 타고 음향기기로 유입되어 심각한 문제를 야기하게 되므로, 이러한 문제에 대한 대책을 마련해야 한다.

① 무대음향전원

무대음향설비는 다른 부하설비 등에 의해 노이즈의 영향을 받지 않도록 하기 위하여 독립된 전용의 변압기에 의해 전원을 공급하는 것이 바람직하다. 음향설비용량이 작은 경우 또는 부득이 다른 전원과 변압기를 공용하는 경우에는, 공통 전원에서 음향 시스템으로 공급되는 단계에 노이즈 컷(noise cut) 변압기 등의 노이즈 차단기능을 갖는 음향전용변압기를 설치하는 것이 바람직하다.

결선방식	2차전압	변압기의 결선	비 고
단상3선식	E_{21}: 110 E_{22}: 220		• 일반조명전원용 • 일반콘센트전원용 • 무대조명전원용 • 무대음향전원용
3상4선식	E_{21}: 220 E_{22}: 380		• 일반동력전원용 • 무대조명전원용 • 무대기구전원용 • 무대음향전원용

변압기로부터의 공급전압

3) 전원용량

공연 공간에서 전기설비의 전원용량 결정은 일반 전기설비의 경우와 원칙적으로는 동일하며 아래와 같이 필요 용량을 계산하여 구할 수 있다.

전원용량 = 총 부하설비용량 × 수용률 × 여유율

공연 설비의 전원 공급은 공연 운영을 위해 예상되는 전체 설비에 대한 용량을 기준으로 산정되는 것이 일반적인데, 실제로 공연 형태에 따른 편차를 감안하여도 특정 공연에서 모든 설비를 사용하는 경우는 거의 발생하지 않는다. 이와 같이 무대 환경에서 사용되는 설비전체에 대한 수용률 및 사용빈도는 일반 전기설비와 다르고 상당히 적은 수준이라고 볼 수 있다.

공연 공간의 전기설비는 각각의 설비목적에 따라서 산정조건이 달라지기 때문에 다르기 때문에 주된 공연 형태 및 규모, 운영 장비의 출력 및 소요적력, 외부 반입설치 장비의 규모 등을 고려하여 충분한 용량을 확보하는 것이 중요하다.

① 무대음향설비의 전원용량

무대음향설비는 공연장에 고정적으로 설치되어 있는 음향기기의 운영과 공연 특성에 따라 추가로 반입되어 운영되는 외부 장비의 운영 상황으로 나누어 생각해 볼 수 있다. 이러한 경우에 무대음향설비의 전원용량의 산정에는 다음 사항을 유의하여야 한다.

a. 반입 음향기기 전원이 필요 없는 공연장의 전원용량

전원용량=총 부하설비용량×수용률×여유율 (수용률 1.0)

b. 반입 음향기기 전원이 필요한 공연장의 전원용량

○ 총 부하설비용량 × 0.4 > 반입음향기기 전원용량

전원용량 = 총 부하설비용량 × 수용률 × 여유율(수용률 1.0)

○ 총 부하설비용량 × 0.4 < 반입음향기기 전원용량

전원용량 = 총 부하설비용량 × 수용률 × 여유율 + 반입기기 전원용량(수용률0.6)

다만, 전원변압기를 각각 독립하여 설비하는 경우에는 각각의 전원용량으로 구성하여야 한다.

② 부하설비용량의 산정

무대음향설비의 부하용량의 산정은 각 기기의 사양서에 표시된 정격용량을 기초로 하며 무대음향기기의 실제 최대소비전력을 고려하여 산정하여야 한다. 아래 표는 음향기기의 사양서 내용을 확인 할 수 없는 경우 소비전력을 산정하는데 참고할 수 있다.

기기 명칭	소비전력(W)
디지털효과기(1~2 랙 유닛)	10~40
디지털효과기(3~5 랙 유닛)	150
녹음재생기기	75
12채널 콘솔	300
24채널 콘솔(저급)	600
24채널 콘솔(중급 이상)	1000
녹음기(24트랙 이상)	평균 700, 최대 2000
전력증폭기	정격용량의 2.5배

※Audio systems design and installation, Philip Giddings

음향기기의 일반적인 소비전력 산정

③ 수용률

음향장비는 전등이나 TV 등의 전자기기들이 거의 일정한 부하량을 유지하는 것과는 달리, 음악, 또는 프로그램의 내용에 따라 최대 출력과 최소 출력의 편차에 따라 전력 부하도 큰 편차로 변하는 특성을 가지고 있다. 특히 빠른 리듬이나 임팩트 부분의 충분한 표현을 위해서는 매우 짧은 시간에 큰 전력의 공급을 필요로 한다. 많은 공연용 전원공급설비가 이와 같은 특성을 제대로 이해하지 못하고 부족한 배전용량으로 설치되어 재생되는 음향의 품질을 왜곡시킬 뿐 아니라 정상적인 성능 발휘를 불가능하게 하고 있는 경우를 흔히 찾아볼 수 있다.

음향 전류파형에는 고조파 성분의 함유량이 많기 때문에 전원에 대한 고조파 억제 방법으로 수용률은 1.0 으로 하는 경우가 많다. 다만, 반입음향기기 전원이 필요하고 또한, 그 용량이 시설의 총 부하설비 용량의 40% 이상 용량이 준비된 경우에는 수용률은 0.6으로 한다.

④ 여유율

공연장의 음향전원설비 설계 시 계산상 예측되는 효과는 건축디자인, 내장재질 등의 건축음향과의 관계로 실제로는 약간의 차이가 생긴다. 또한, 무대 음향설비는 시설 이후 운용하는 도중에 음향효과기기 또는 녹음기기 등을 증설하는 경우가 많으므로 이를 고려하여 전원용량은 다소 여유를 갖는 것이 바람직하다. 일반적으로 여유율은 1.2~1.3이 바람직하다.

4) 공연 음향용 간선 설비

무대음향설비는 공연장내 기존 설치된 음향설비에 의한 공연은 물론 외부반입 음향기기에 의해 공연을 행하는 경우도 많아지고 있으므로, 음향기기용 간선을 FOH 용 분전반과 무대 지역에 설치되는 무대음향기기/반입 음향기기용 전원반의 2계통의 간선설비로 하는 것이 바람직하다.

음향용 설비를 위한 전원공급 간선 선로 길이는 가능한 한 짧게 유지하는 것이 바람직하다. 특히 전술한 것처럼 많은 전자파 방해를 일으키는 조명 디머나 기계구동 모터의 영향으로부터 최대한 피해를 줄이기 위해서는 선로의 길이뿐만 아니라 선로의 설치 경로도 세심하게 선정해야 한다.

다음은 공연장의 고정용과 가설용 전원 공급 판넬 설치 예이다. 파워 앰프와 같은 공연용 음향 설비는 특히 고용량의 전원 공급을 필요로 하므로, 일반 용도의 저용량 설비가 아닌 대용량 차단기와 15A~32A를 상회하는 고용량 전원 커넥터, 케이블을 이용하여 전원을 공급해 준다. 이와 같은 고용량 설비를 이용한 충분한 용량의 전원 공급은 확성시스템의 운영에서 최대의 확성 효율을 발휘하는데 매우 중요한 부분이다. 공연의 최대음량 부분에서 전체 시스템이 최대용량의 전력을 필요로 하는 상황에서 충분치 못한 전력용량을 가진 전원 시스템으로는 최대출력에서 큰 손실을 가져옴은 물론, 신호의 왜곡과 음질의 열화와 같은 심각한 문제점도 동반하기 때문이다.





제2절 접지와 공연장 설비

접지는 감전 등의 전기사고 예방 목적으로 전기기기와 대지(大地)를 도선으로 연결하여 기기의 전위를 0 으로 유지하여주는 것을 말하는데, 음향시스템의 접지는 일번 전기 설비의 접지와는 목적과 적용 방법에 차이가 있다. 무대음향 시스템에서 접지의 목적은 안전하고 안정적인 전기장비 운영환경 구축과 외부로부터 유입되거나 시스템 내부에서 발생하는 전기적인 노이즈를 최소화하는데 있다.

1) 접지(Grounding) 시스템과 음향기기의 접지

일반적으로 접지는 계통접지(system ground)와 기기접지(Equipment ground)로 나뉘는데, 변압기의 중성점(Neutral)이나 중성단자를 접지봉에 그라운딩하는 등과 같이 전기공급 시스템의 동작에 직접적인 관계가 있는 것을 계통접지라 하고, 변압기 외함, 수배전반, 분전반, 전기기기, 배관의 접지와 같이 주로 장비의 안전을 위해 실시하는 것을 기기접지라 한다. 이와는 달리 특정 시스템의 이상적인 동작 상태를 유지하기 위해 언급된 접지와는 별도로 독립적인 접지시스템을 갖추는 것을 테크니컬(Technical) 접지라 한다. 공연 음향 시스템의 우수한 성능 확보를 위한 접지 시스템의 구축에는 초기에 대지 저항을 분석하여 적절한 접지저항을 확보하기 위한 계획의 수립과 각 장비 간, 또는 그룹 간 선로의 전위량 평가와 함께, 공연 상황에 따라 설치되는 가설 기기와 선로를 고려한 세심한 고려가 필요하다.

2) 공연장 접지 특성

공연장 음향설비의 설치와 운영에 필요한 접지의 기술적인 중요성은 계속 제기되어 왔으나, 실제로 국내의 전기설비 기술기준이나 내선규정에서는 공연장에 필요한 접지설비의 구성이나 기술적 배경에 대한 언급이 이루어지고 있지 않다. 따라서 일반적인 공연장 설비가 계획되고 설치될 때에는 대부분 전기설비기술기준에서 기준으로한 제1종, 제2종, 제3종, 특별제3종접지, 피뢰기접지, 피뢰침접지 및 발전기 중성점 접지 등과 같은 일반 시설물의 접지 기준을 바탕으로 접지 시스템을 구성해온 것이 현실이다. 이로 인해 공연용 음향 시스템의 특성과 맞지 않는 접지 시스템으로 인한 기기 오작동이나 잡음 발생 등의 문제가 흔히 발견된다.

기본적으로 공연장에서 뛰어난 음향 품질을 확보하는데 출발점이 되는 것이 양질의 전원공급과 안정적인 접지 시스템 구축이라는 것을 이해하여야 하며, 이를 바탕으로 한 전원 운영계획, 고조파노이즈 발생을 막기 위한 방안, 전자파 유도장해 대책에 이어지는 확장된 전원, 접지 계획을 수립하여야 한다.

3) 접지의 원리와 정의

전자기(Electromagnetic) 이론에서는 대지의 전위를 0 전위(Zero potential)라고 하지만, 실제로 대지표면상의 임의의 지점에서 전위가 항상 영전위를 유지한다고 볼 수는 없다. 특히 직류나 저주파 전위는 거의 “0” 에 가깝다고 볼 수 있지만 고주파 성분의 전위는 대지 표면에서 큰 편차를 갖는다. 또한 대지표면에서 직류나 저주파 전위도 정확하게는 “0” 이 아니고 지구중심을 향하여 복잡한 형태의 전위 기울기(Electric potential gradient)를 나타낸다. 지구와 같이 큰 자체 정전용량을 가지고 있는 물체는 큰 용량의 전하량을 축적시킬 수 있다. 이때 축적된 전하량보다 상당히 작은 크기의 전하량이 유입되거나 또는 유출되더라도 물체 자체의 전위는 큰 변동이 발생하지 않는데, 이것이 접지(Grounding)의 원리이다. 정전용량이 매우 크다는 것은 접지전류의 유입에 따른 전위변동이 극히 적다는 것을 의미하므로 모든 전자회로나 전기기기를 대지에 접속하는 이유 즉, 접지를 하는 이유가 여기에 있다.

이러한 원리를 이용하여 '접지'를 한다는 것은 여러 가지 전기설비, 구조물을 대지에 전기적으로 완전히 접속하는 것을 의미한다. 즉 금속 등의 전도성 물체를 대지와 전기적으로 접속하여 그 전위를 대지와 같은 전위 또는 전위차를 최소화시키는 것이다. 접지설비는 전력설비의 사고나 절연불량, 전원회로나 전자장치에 번개서지(Lighting surge)또는 개폐서지(Switching surge)와 같은 과도이상전압이 침입할 때 취급자를 감전사고로부터 보호하고, 설비기기의 절연파괴를 방지할 뿐만 아니라, 정보통신설비에서 잡음을 제거하여 전송 정보의 품질을 유지하고 향상시키는데 중요한 역할을 한다.

4) 접지의 목적과 종류

① 안전용 또는 강전용 접지

전력계통의 지락고장전류 등을 대지로 방류함으로써 전위상승에 따른 전로절연파괴 및 화재방지, 전기설비에 발생하는 접촉전압 및 보폭전압을 안전범위 내로 유지하는 등의 목적으로 설치한다.

② 기능용 또는 약전용 접지

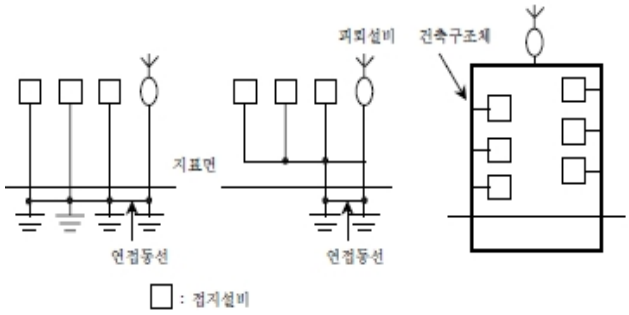
전기계통과 민감한 전자·통신 계통이 상호 접속되어 있을때 이들 계통 사이에 등전위를 유지하여 전위의 안정된 기준점을 제공함으로써 장해를 최소화하기 위한 목적으로 설치한다.

5) 접지설비의 구성

접지는 공통접지와 단독접지 방식으로 구분할 수 있으며, 이 두 가지를 절충한 형태도 있다.

① 공통접지

공통접지는 다른 시설인 통신시스템, 전기설비, 제어설비 및 피뢰설비와 같은 여러 설비를 하나의 접지전극인 공통으로 접속하여 사용하는 접지방식이다.



공통접지의 구성방법

공통접지의 장점은 다음과 같다.

a. 접지선이 짧아지고 접지 배선구조가 단순해져 보수점검이 쉽다.
b. 각 접지전극이 병렬로 연결되므로 합성저항을 낮추기가 쉽고 건축의 철골 구조체를 연결하여 접지성능을 향상시키고 보조효과를 높인다.
c. 여러 접지전극을 연결하므로 서지(Surge)의 방전이 용이하다.
d. 여러 설비가 공통의 접지전극에 연결되므로 등전위가 구성되어 장비 간의 전위차가 발생되지 않는다.
e. 시공접지봉 수를 줄일 수 있어 접지공사비를 줄일 수 있다.

반면, 모든 설비가 공통으로 연결되므로 일부 기기의 접지전의 성능 약화나 손상 등으로 인해 전체 시스템에 영향을 줄 수가 있다. 공통접지의 단점은 다음과 같다.

a. 접지전극의 손상이나 접지성능이 약화되면 접속된 모든 설비에 동시에 영향이 파급된다.
b. 설비 간에 연결된 접지배선의 길이가 너무 길어지면 이로 인해 설비 간의 접지전위차가 발생할 수 있다.
c. 접지를 공유하고 있는 설비 중 어떤 설비에 접지전류가 발생할 때 각 접지전극 간에 발생한 접지저항으로 인해 접지점의 전위가 상승하고, 이것이 접지전류에 의한 전위상승이 접지를 공통하고 있는 모든 설비에 파급된다.

② 단독접지와 공통접지 비교

한정된 부지 내에 많은 접지극을 독립적으로 매설하는 독립 접지는 접지극 간의 결합에 의해 상호 전위차가 발생된다. 또한 공용접지방식도 대형 건물 전체가 반드시 등전위로 되지는 않으며 노이즈, 서지가 접지선을 통해 전달되는 등의 문제도 있다. 그러나 낮은 저항의 건축 구조체를 이용한 접지의 공용방식은 감전 등에 대한 안전접지 측면에서는 매우 유효한 접지방식이다.

6) 저압계통의 접지방식

저압계통의 접지방식은 지락 보호시스템, 감전보호 측면의 기기접지와 EMC&EMI 측면의 접지방식 등을 종합적으로 검토하여야 한다. IEC에서는 변압기 중성점 접지, 중성선과 보호도체의 사용여부에 따라 계통접지방식으로 구분하고 있고, 국내는 KSCIEC60364 및 전기설비기술기준에서 정의하고 있다.

① 저압계통의 전자파장애(EMI) 보호

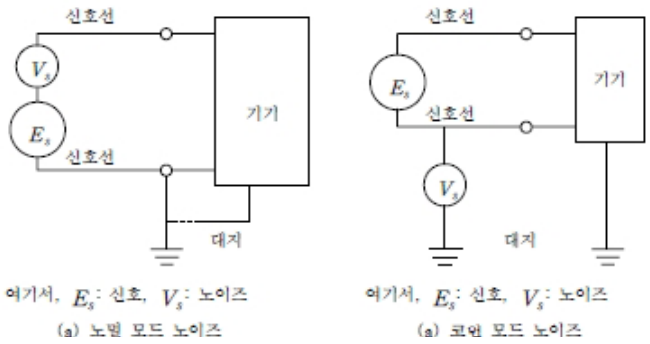
전기설비기술기준, KSCIEC 에서는 전기설비에 대한 전자파장애(EMI)로 생기는 방해를 완화하기 위해 다음 항목에 관한 유기과전압 감소대책과 EMI에 대해 검토방법을 다음과 같이 규정하고 있다.

a. 고감도 기기와 전원 및 대전류 설비의 이격
b. 과도상태에서 불필요한 동작을 방지하기 위한 시간지연 특성이 있는 보호장치를 선정하며, 금속케이스를 이용해 본딩, 차폐 한다.
c. 전력선과 신호선의 적절한 분리와 수직으로 교차하여야 하며, 전력선과 신호선은 피뢰 인하 도선과 적절한 이격 또는 차폐한다.
d. 시스템 간의 상호 유도루프 형성을 피하고, 차폐 또는 트위스트 페어 케이블을 사용한다.

② 노이즈 측면의 접지

전력케이블과 제어케이블 사이에 발생하는 유도장해에는 유도장해의 현상별 분류에 있는 것처럼 케이블 상호간의 전기적 결합(정전적 결합, 전자

적 결합)에 의한 노이즈이다. 정전유도 노이즈와 전자유도 노이즈로 대표되는데 실제의 제어기기에 침입하는 경우는 신호선 간에 중첩하여 나타나는 노멀 모드잡음(선간잡음)과 대지 등의 기준점, 그리고 각 선 간에 동일하게 나타나는 코먼 모드잡음(대지잡음)의 두 종류이다.



정전유도

정전유도 노이즈는 전력케이블과 신호 케이블 간의 정전용량과 신호선의 대지 간 정전용량의 관계에 의해 신호선에 발생한 유도전압으로 인해 생기며, 전자유도 노이즈는 전력케이블과 신호케이블이 평행배선 상태에 있을 때 양자의 상호 인덕턴스로 발생한다.

③ 정전 및 전자유도 노이즈 대책

전력케이블과 신호선 간의 정전유도 노이즈에 대한 일반적 대책으로는 전력 케이블과 신호선의 거리를 가능한 한 띄우고 정전차폐층을 가진 케이블을 사용하는 것이다. 또한 접지대책으로는 차폐층의 대지전위를 확보하는 것이 목적이므로 낮은 저항(수Ω이하)에 편단(Single Point) 접지를 한다.

전자유도 노이즈에 대한 일반적 대책은 정전유도 노이즈 대책과 동일하지만 그 외에 자기 차폐층, 전자 차폐증을 가진 케이블을 사용하는 일이다. 접지대책으로는 낮은 저항체에 양단접지한다.

또한 정전차폐와 전자유도 차폐 효과가 있는 이중차폐구조 케이블을 사용하고, 정전차폐 편단접지, 전자차폐는 양단접지로 한다.

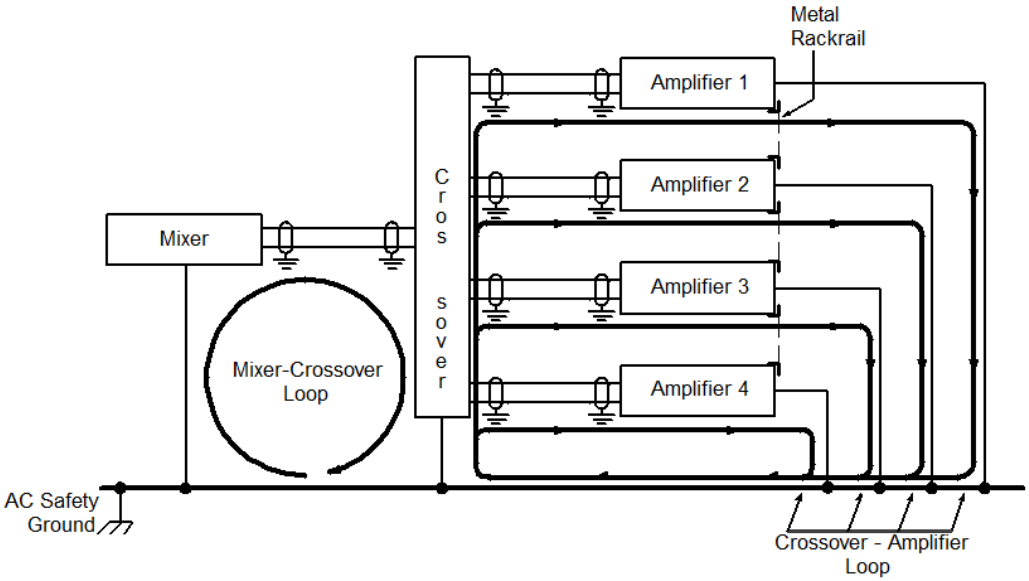
7) 공연음향설비의 접지

① 테크니컬 접지시스템

테크니컬 접지의 목적은 EMI (Electro-Magnetic Interference)의 영향이나 시스템이나 내부나 외부로부터 접근하는 전자기장의 영향상태에서도 기기의 회로나 안정적으로 동작하게 함으로써 잡음이 음향시스템으로 유입되는 것을 방지하는 데 있다. 높은 품질이 요구되는 전문적인 음향시스템과 외부의 영향에 취약한 신호선을 위한 접지 시스템인 것이다.

② 그라운드 루프

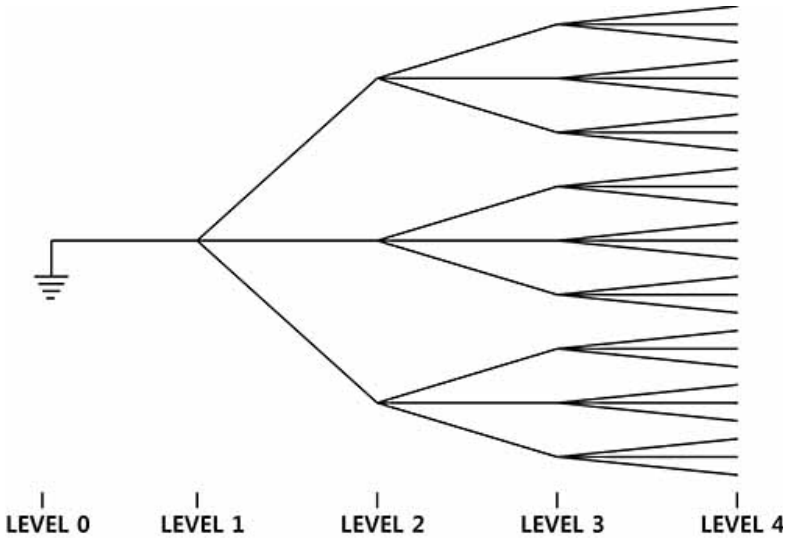
그림 3.1에서 보는바와 같이 이미 접지된 회로가 다른 지점에서 중복 접지되는 경우에 그라운드 루프가 발생한다. 그라운드 푸르가 형성되며 전자기장이 유도되기 쉽고, 접지전위에 변화를 일으켜 전류를 발생하고 잡음의 원인이 된다. 이때 발생하는 전류의 크기는 루프영역의 크기, 전자기장 발생원인 도체에 흐르는 전류의 크기와 주파수 그리고 그 도체가 얼마나 루프에 근접되어 있는가에 따라 결정된다. 유도전류가 전혀 없다면 음향 시스템에는 아무영향도 주지 않게 된다.



음향 시스템에서의 그라운드 루프 발생

③ 테크니컬 접지시스템의 구현

이 시스템은 아래 그림과 같이 접지판에서 마스터 접지 버스로 연결되고 그 다음 하부단계를 통하여 최종장비까지 접지결합을 이루게 되며, 이것은 기기접지와 병행되는 2개의 그라운드 경로 중 하나지만 절연되어 독립적인 접지경로를 구축한다.



테크니컬 접지시스템의 구조(Star Grounding)

a. Level 0 : 접지판과 Master 테크니컬 접지연결
b. Level 1 : Master 테크니컬 접지단계
모든 테크니컬 접지의 접속이 모이는 단계로 1개 지점만 설치
c. Level 2 : Local테크니컬 접지버스단계
d. Level 3 : Equipment 테크니컬 접지 버스단계
e. Level 4 : 접지의 최종단계

1단계 : Master Technical Ground (Bus)

건물의 접지판은 변압기의 중성점과 뉴트럴, 기기접지에 공통접속이 된다. 마스터 테크티컬 접지도 공통접속되지만 다음단계의 접속을 위해 절연된 bus bar를 설치하여야 한다. 버스바의 설치는 전원공급 패널밑이나 옆에 버스바 박스를 따로 설치한다면 전기적인 위험 없이 접지 접속작업이나 점검할 수 있어 편리할것이다. 규격으

로는 두께1/4인치, 폭 1.5인치의 단단한 동재질의 막대에 접속단자 결합이 용이하도록 되어있고, 길이는 접속하여야 할 단자의 양에 따라 조장할것, 표면은 매끄럽고 부식된 부분이 없을 것 등이다. 버스바는 패널 또는 back box와 전기적으로 분리(절연)되어야 한다.



접지용 Bus Bar

2단계 : Local Technical Ground Bus

Local Technical Ground Bus는 설치 장소부터 대략 30m정도의 거리 안쪽 장비들 접지단자를 모아 접속한다. 가능하면 장비와 가까이에 설치되어 있는 것이 좋다. 이때 거리가 가까울수록 Local 범위 안의 장비에 그라운드 루프가 형성되더라도 그 영향이 최소화된다.

3단계 : Equipment Technical Ground Bus

a. Console

콘솔은 음향시스템의 중심적인 역할을 하는 곳이다. 거의 모든장비의 입출력이 콘솔과 연결되어 있다. 콘솔이 테크니컬 접지의 집결지가 되는 것이 이상적이라 할 수 있다.

b. Rack

랙이 사용되는 경우에는 각각의 장비에서 랙의 버스로 접지를 접결시키고 랙에서는 하나의 케이블로 로컬 접지 버스에 접속시킨다. 각 랙에는 동일한 종류의 장비들이 들어갈수 있도록 즉, Mic level 장비나 Line Level 장비만 모아서 장착함으로써 서로 다른 성격의 장비들이 접지를 공유하지 못하게 하는 것이 좋다. 이때 각각의 장비들은 내부적으로 새시와 접지되어 있고, 새시는 랙에 고정나사로 연결되므로 랙 안에서 그라운드 루프를 형성하게 된다.

4단계 : 장비와 접지 분기

모든 AC Power Outlet(콘센트)는 각각 하나의 절연된 접지 접속단자를 갖고 있어야 하며, 여러 개의 콘센트가 하나의 Circuit Breaker에 연결된 경우라도 마찬가지이다. 이때 전원 콘센트는 로컬 접지버스로부터 15m정도 이내에 있는 것이 좋다. 랙안에 설치된 콘센트의 접지는 랙 접지버스에 연결한다.

8) 공연장 전기설비의 접지

테크니컬 접지는 높은 품질이 요구되는 전문적인 음향시스템과 외부의 영향에 취약한 신호선을 위한 접지지만, 계통접지와 기기접지는 일반적인 모든 전기공급시스템에 적용된다. 목적은 전기회로에 발생하는 이상전압을 제어하는 것으로, 대지를 통해 이상전류를 안정하게 흘려보냄으로써 인체를 보호함은 물론 화재, 기기손상 등의 재해를 예방하기 위한 수단이며, 제어하고자 하는 기기의 동작을 안정하게 하는 것이다.

제3절 음향장비와 노이즈

음향시스템을 운용하거나 관리하는 엔지니어라면 그 시스템이 소형이냐 대형이냐에 관계없이 갖가지 형태의 노이즈를 접하게 된다. 대형 음향시스템에서는 여러 가지 장비들이 복잡하게 얽혀 있기 때문에 노이즈의 발생가능성이 높아지고 소형 시스템에서는 장비들 자체 보다는 전기나 그라운드 상태에 의한 잡음이 쉽게 발생한다. 이러한 노이즈는 마치 논의 벼들 사이에 생긴 피와 같아서 많으면 많을수록 벼의 성장을 방해하여 결국은 수확을 떨어뜨리듯이 우리가 듣고자 하는 소리를 제대로 들을 수 없게 한다. 또한 노이즈는 발생원인이나 나타나는 형태에 따라 핑크 노이즈(PINK NOISE), 화이트 노이즈(WHITE NOISE), 험(HUM), 버즈(BUZZ), 히스(HISS), 스태틱(STATIC), 팝콘 노이즈 등과 같은 여러가지 기술적 혹은 비기술적(주로 의성어 형태의) 명칭들을 가지고 있고 우리는 이미 이들 중 몇 가지에는 익숙해져 있다. EMI 에 의한 영향도 이러한 여러 가지 형태들 중 하나로 나타나게 된다.

노이즈는 전기적 신호의 형태로 존재한다. 물론 음향 시스템에서는 이러한 신호가 스피커를 통해 확성이 된 형태로 확인이 되지만 일일이 확성을 하여 확인해보지 않아도 어떤 장비건 간에 일정한 레벨의 노이즈는 항상 존재하는 것이다. 이러한 노이즈의 레벨이 높아지게 되어 우리가 듣고자 하는 프로그램이 가지고 있는 레벨과 부분적으로 혹은 전체적으로 겹치게 되면 그 겹치는 부분은 마스킹(MASKING)이 되어 제대로 들리지 않게 됨으로써 프로그램으로서의 의미를 상실하게 되는 것이다. 이것을 기술적인 용어로 표현하면 “과도한 노이즈 레벨이 다이나믹 레인지를 감소시키는” 것이 되는 것이다. 뿐만 아니라 공연장이나 집회공간 등 사람들이 많이 모이는 공간에서 잡음이 많은 시스템의 사용은 사람들로 하여금 매우 신경이 거슬리게 만들어 쉽게 짜증이 나게 만든다. 또한 기술적으로는 노이즈는 시스널을 증폭하는 앰프의 출력을 소모시킬 뿐 아니라 노이즈로 인한 이차적인 왜곡을 증가시키고 더 나아가서는 스피커의 보이스 코일에 과도한 열을 발생시켜 드라이버를 파손시키기도 한다. 하지만 반대로 각종 전자장비의 특성을 측정하거나 조정하는데 유용하게 쓰이는 노이즈들도 있다. 이것들은 앞에서 언급한 여러 가지 종류의 노이즈들 중 핑크노이즈와 화이트노이즈 두 가지 인데 이들은 이러한 목적에 사용하기 위해 인위적으로 만들어낸 노이즈들이다.

1) 노이즈 장애

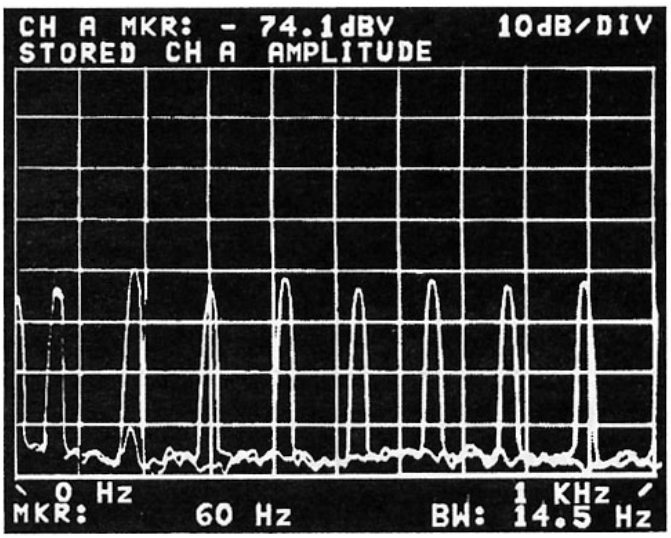
화이트노이즈나 핑크노이즈와 같이 일정한 목적을 위해 인위적으로 만들어진 노이즈가 있는가 하면 '노이즈' 원래의 의미에 좀 더 충실한(?) 노이즈 들이 있다. 험(HUM), 버즈(BUZZ), 히스(HISS), 스태틱(STATIC),팝콘 노이즈 등 여러 가지 명칭으로 정의 되어져 불리는 이들 노이즈는 앞의 두 노이즈들과는 달리 우리가 원치 않는 대상일 경우가 대부분이다.

① 험(HUM)

험은 일반적으로 AC 라인으로부터 발생한 EMI 들이 인접한 시그널 라인을 통해 유입되어 만드는 노이즈라고 할 수 있다. 이러한 험은 트랜스포머를 만들때 양단이 제대로 분리(ISOLATED) 되지 못한 경우에나 파워 서플라이 불량 등으로 발생할 수 있고, AC 장비 및 도선 주위에 발생하는 전자기장내에 신호선이 위치하여 발생하거나 AC 라인 자체에서 발생하는 과도한 하모닉 디스토션이 원인이 되기도 한다. 이와 같은 이유로 60 Hz의 AC 전원을 사용하는 우리나라의 경우 60Hz 주파수와 그 배음 주파수 (HARMONICS)인 120Hz, 180 Hz 등에 발생한다는 것을 알 수 있다.

② 버즈(BUZZ)

버즈는 험과 유사한 성격의 노이즈라고 할 수 있다. 차이점은 험이 가지고 있는 성분 외에도 그 배음과 직 간접적으로 연관이 있는 주파수성분의 에너지가 포함되어 있다는 것이다. 이러한 버즈는 SCR (SILICON CONTRILLED RACTIFIER) 디머를 사용하는 장비로부터 흔히 발생하곤 한다. SCR 디머는 AC 전원을 구성하고 있는 60Hz 사인파형의 앞뒤를 잘라내면서 작동을 하는데 이때 잘려진 사인파형의 단면 꼭대기부분에서 발생하는 2차적인 하모닉 디스토션이 주변에 있는 부실한 쉴드와 그라운드를 가진 음향장비로 침투하여 버즈가 발생하게 된다.



SCR 디머로부터 발생한 버즈 노이즈

③ **스태틱**(STATICS)

스태틱은 일반적으로 AC 라인으로부터 발생한 EMI 들이 인접한 시그널 라인을 통해 유입되어 만드는 노이즈라고 할 수 있다. 이러한 험은 주변에 발생한 번개나 전원선에서 발생하는 스파크, 발전기나 전동모터, RF 신호 등과 같은 것들이 음향장비로 침투하여 발생하는 노이즈이다. RF 신호에 의해 발생하는 노이즈는 RFI 로 불리기도 한다. 험과 버즈, 스태틱과 같은 노이즈는 장비가 가지고 있는 그라운드와 쉴드의 상태를 양호하게 유지하는 것으로 상당부분 간소시킬 수 있다는 것에 주의해야 한다.

④ **팝콘노이즈**(POPCORN NOISE)

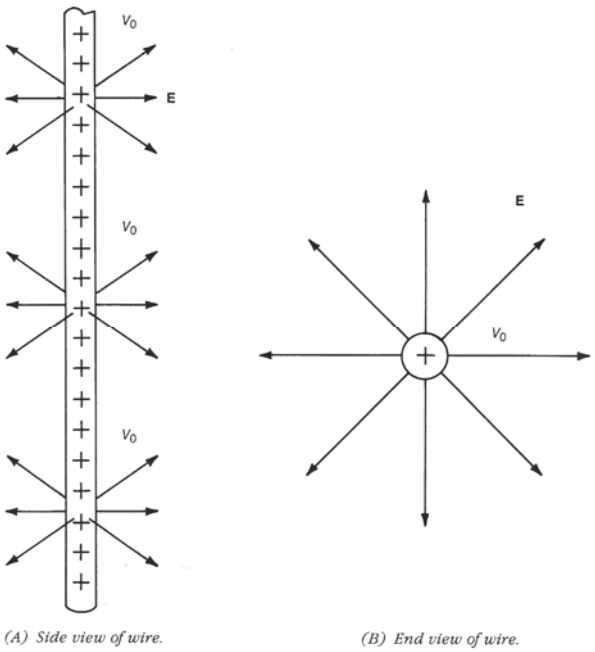
팝콘노이즈는 음향장비 내부의 트랜지스터가 파손되면서 생기거나 패치베이나 기타 커넥터의 접점부위가 오염되었거나 불량할 때 발생하는 튀는 듯한 노이즈를 지칭하며 규칙적인 정비와 유지관리를 통해서 충분히 막을 수 있는 노이즈라 할 수 있다.

이들 음향장비와 관련된 몇 가지의 노이즈 중 대부분은 장비로 공급되는 전원과 그라운드, 쉴드의 성능에 따라 그 양이 크게 좌우되는 것들이기 때문에 음향시스템에서 좋은 전원시스템과 그라운드, 쉴드(개별 케이블의 쉴드와 배관을 포함하여)를 확보하는 것이 얼마나 중요한 것인지 말해주는 좋은 예라고 할 수 있다.

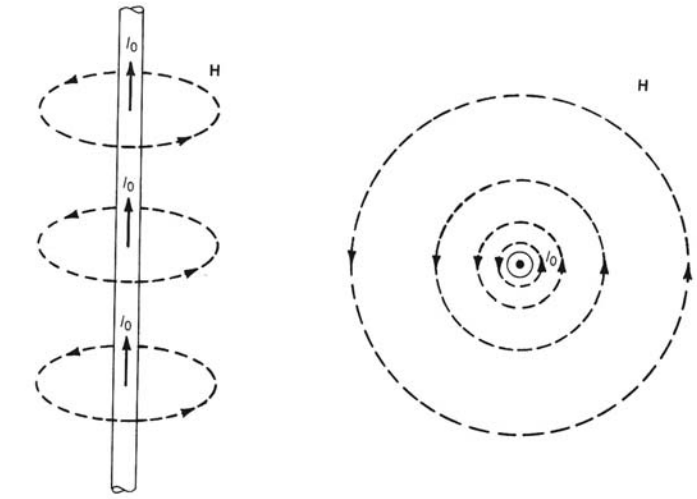
그럼 먼저 실제 상황에서 일반적으로 접하게 되는 몇 가지의 상황을 아래와 같이 정리하였다.

2) EMI 노이즈

노이즈(Noise) 란 음향장비의 내/외부에서 생성, 유입되어 기존의 시그널과 함께 이동하지만 우리에겐 아무런 쓸모가 없는, 아니 실제로 커다란 문제가 되는 불필요한 신호라고 할 수 있다. 전기적 신호를 매체로 하는 장비의 경우에 이러한 노이즈를 electromagnetic interference (EMI) 라고 부르며 이름에서도 알 수 있듯이 EMI 는 전기적 혹은 자기적 에너지로부터 기인하며 험(Hum), 버즈(Buzz), 왜곡(Distortion), 크로스토크(Cross Talk) 와 같이 여러 가지 형태로 나타난다.

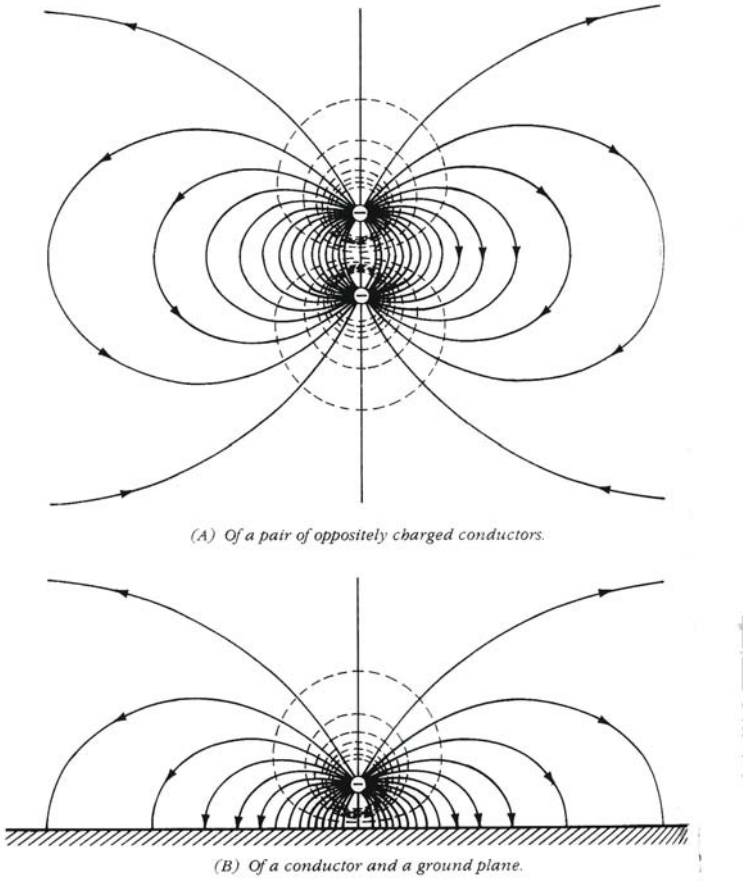


도체 주변에 생성되는 Electric Fields 의 형태



(A) Side view of conductor. (B) End view of conductor.

전도체 주변에 생성되는 Magnetic Fields 의 형태



(A) Of a pair of oppositely charged conductors.

(B) Of a conductor and a ground plane.

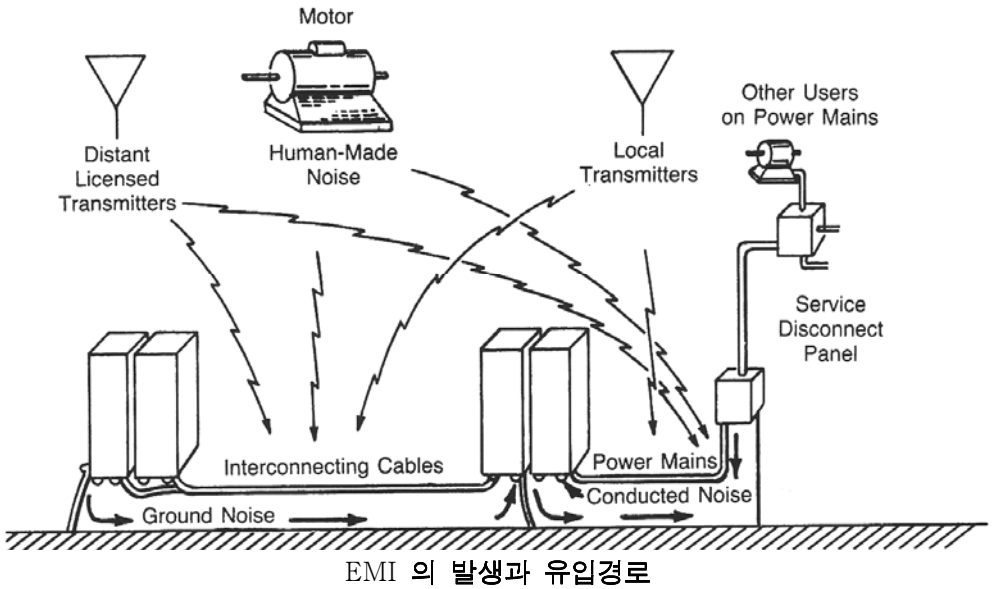
전도체 주변에 생성되는 전기장(실선)과 자기장(점선)의 형태 비교

① EMI 노이즈는 어디로부터 오는가?

EMI 는 전기를 사용해 작동되는 모든 물체로부터 올 수 있다. 이러한 전기의 이동은 주변에 전자기장을 형성하게 되고 이렇게 발생된 전자기장이 주변에 위치한 장비에 문제를 일으키는 것이다. 그렇지만 실제로 이렇게 모든 전기 장비들이 EMI를 생성하는 중에서도 대부분의 전기 장비는 음향 장비에 주는 영향이 미미하다고 할 수 있는데 다음과 같은 몇 가지의 장비들 혹은 상황들이 문제를 일으키는 주범들이라고 할 수 있다.

a. 고출력 RF 송출장비
b. 마이크레벨, 라인레벨 등과 같이 낮은 레벨의 신호가 RF 송출장비에 근접해 있을때
c. 대형 전동모터나 스위치로 컨트롤 되는 유도전류형(Inductive)산업장비
d. 디머를 사용하는 조명기기
e. AC 라인의 사인파형을 단락시키는 구조의 기기

고전압을 사용하는 장비나 RF 장비의 경우 비교적 먼 거리에 까지 전기장(electric fields)을 형성하고, 고전류를 사용하는 장비는 비교적 근거리에 자기장(magnetic fields)을 형성하게 된다. 하지만 일반적으로 자기장은 근거리에 있을 때에 한하여 고려대상에 포함시킨다.

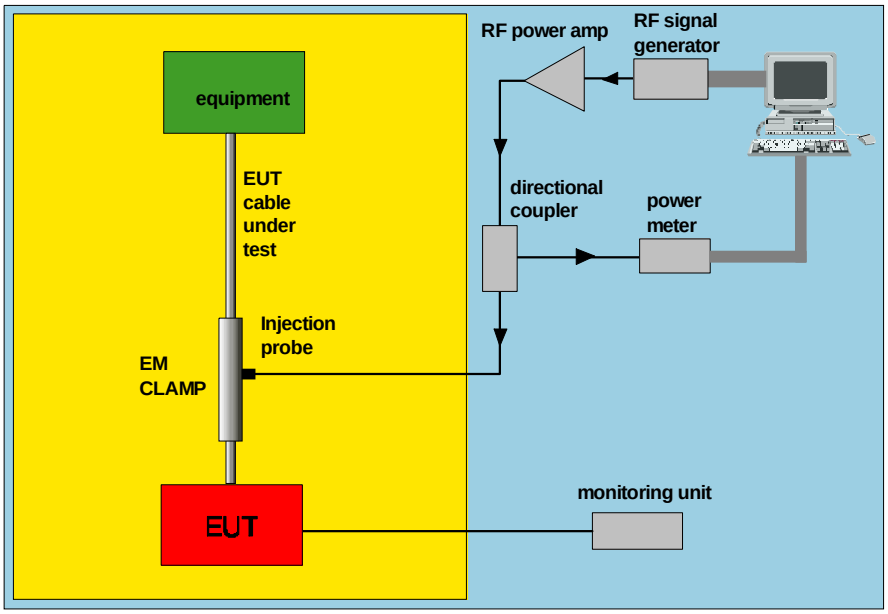


EMI 의 발생과 유입경로

② EMI 노이즈의 이동경로

EMI 는 일반적으로 대기 중이나 전도성을 띤 선로를 통해 이동한다. 하지만 대개 이 두 가지 경로를 복합적으로 이용해 이동하게 된다. 예를 들어 디머를 사용한 조명기기에서 발생한 단절된 형태의 사인파형은 조명회로의 선로를 타고 이동하다가 대기 중으로 전자기장을 방출하게 되고 이를 케이블이나 각종 음향기기들이 픽업하는 형태로 나타나게 되는 경우이다. EMI 는 전기장이나 자기장의 형태로 전파되거나 두 가지가 혼합된 형태로 전파된다. 전기장은 자신이 공격하여 들어가는 회로에 일정한 전압을 발생시키게 되는데 실제로 이렇게 침범해 들어가는 전기장과 침범당하는 회로간의 관계는 두 전선 사이에 연결된 케페시터(Capacitor) 로 형상화해 볼 수도 있다. 자기장의 경우는 자신이 침범하는 회로에 전류를 발생시킨다. 모두들 알고 있는바와 같이 전류가 흐르기 위해서는 하나의 닫혀진 회로가 형성되어야 하는데 음향장비의 경우 땅을 통해 연결된 접지선이나 발란스드 라인의 한 선을 통해 회로 안으로 침범해 들어올 수 있다. 전기장과 마찬가지로 자기장도 인접한 두 전선을 통해 모델링해 볼 수 있는데 전선의 간격이 가깝거나 많이 감겨있을 수록 커플링정도가 증가한다.

전기장이나 자기장 모두 주파수가 상승하는데 따라서 증가를 하며 기존 AC 전원의 주파수인 60hz 보다 높은 주파수를 갖게 되는 절단된 형태의 사인파의 경우 EMI 에 의한 피해를 증가시킨다.



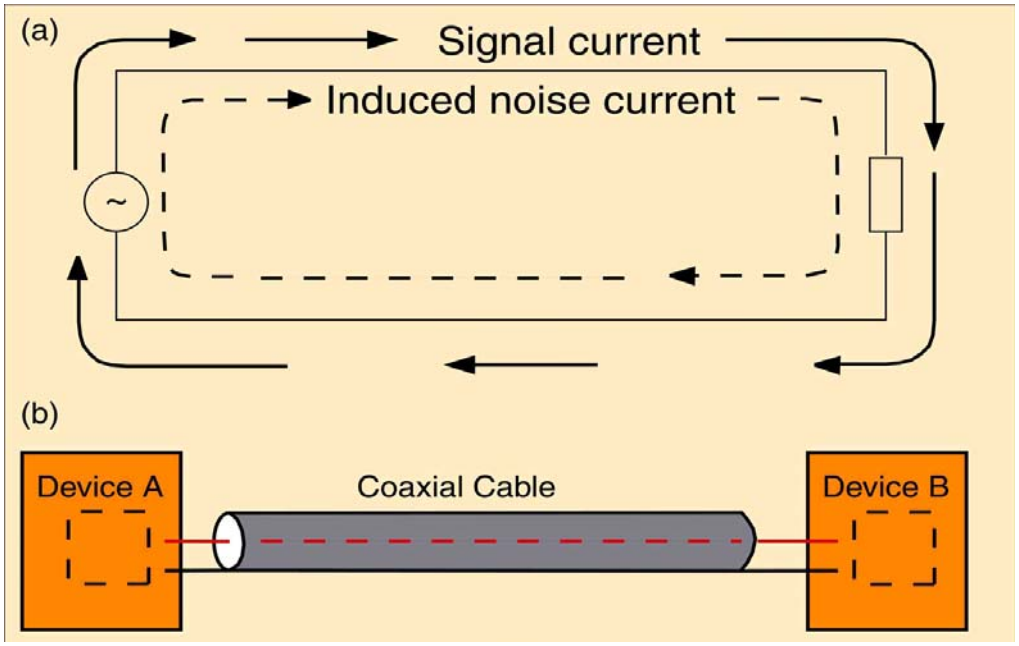
EMI 노이즈를 측정하기 위한 셋업

③ 노이즈가 장비로 유입되는 경로와 그 부작용은?

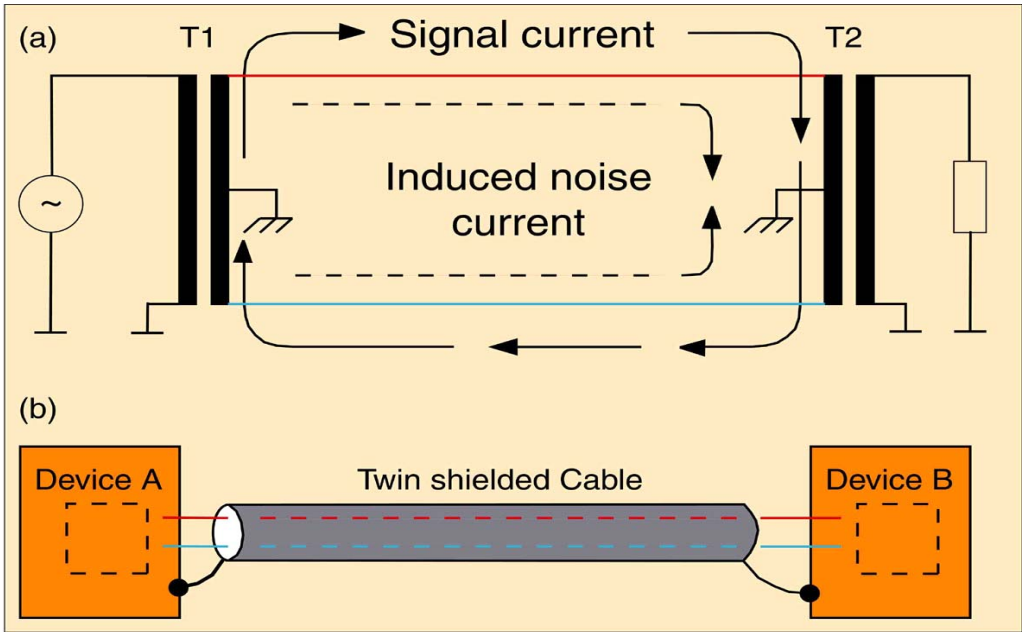
앞에서 언급한바와 같이 두 가지의 EMI 이동경로 중 대기 중을 통한 장비로의 유입은 그 빈도가 비교적 흔하지 않다고 할 수 있다. 굳이 예를 들자면 워키토키와 같은 무선통신장비를 믹싱콘솔 옆에서 켰다 껏다 하는 경우인데 이는 그다지 자주 발생하는 경우라고 할 수는 없을 것이다. 이보다 흔하게 발생하는 경우가 장비에 연결된 AC 라인이나 컨트롤 라인 혹은 장비간을 연결하고 있는 신호선을 통해 유입되는 경우이다. 이런 경우에는 신호의 입출력단의 임피던스 값이 EMI 에 대한 면역성을 결정하는 중요한 요인이 되기도 하는데 600Ω 이하의 임피던스를 가지고 있는 회로에는 자기장의 영향이 우세한 반면 10kΩ 이상의 임피던스 값을 가지고 있는 회로의 경우에는 전기장의 영향이 두드러진다. 이들 두 값의 중간에 위치한 장비들은 두 가지 모두로부터 영향을 받는다고 할 수 있다.

서로 연결된 두 장비 간을 흐르는 시그널은 장비의 출력부 그라운드를 기준으로 생각해 볼 수 있다. 장비의 어느 부분에나 발생할 수 있는 특성 때문에 EMI 는 그라운드 시스템에 전류나 전압을 발생시킬 수 있다. 만약에 입력부 회로가 같은 전위의 그라운드에 연결 되어 있지 않다면 입력부에서 노이즈를 발생시킬 수 있는 것이다. 하지만 이러한 회로가 발란스 방식으로 구성되어 있다면 입력 신호가 균형이 잘 잡힌 주파수대역 까지는 이와 같은 그라운드 노이즈를 상당부분 제거할 수 있다. (주파수가 상승하면 할수록 노이즈 제거율이 떨어진다.)

쉽게 예측해 볼 수 있는 바와 같이 언발란스 방식의 회로는 위와 같은 노이즈의 상쇄가 불가능해 지므로 EMI 에 대한 면역성이 떨어진다고 할 수 있다.



언발란스 회로의 구성



발란스 회로의 구성

이와 같이 장비내부로 유입되거나 발생한 EMI 가 오디오나 컨트롤 신호와 섞이게 되면 그것이 바로 들을 수 있는 노이즈의 형태로 우리에게 전달된다.

또한 가청주파수 대역 밖의(예를 들어 20 Khz 이상의) EMI 신호가 마치 라디오 수신기에서 발생하는 현상처럼 불규칙한 역변조를 일으켜 가청 주

파수 대역으로 침범해 들어오는 경우도 발생한다. 때때로 가청주파수 대역 밖의 EMI 시그널의 강도가 매우 강할 때에는 입력신호에 과부하가 걸리는 것과 같은 현상을 일으킬 수 있으므로 주의 해야 한다.

앞에서는 이어 음향장비에 발생하는 노이즈의 주된 원인이 되는 EMI의 발생원인과 유입경로, 특징과 함께 그것이 가져오는 여러 가지 부작용등에 대해 살펴보았다. 그러면 어떻게 하면 EMI 의 영향을 피하고 노이즈의 발생을 줄일 수 있는지에 대해서 알아보기로 한다.

3) EMI 의 제어

EMI 는 다른 많은 자연현상들과 마찬가지로 우리가 원하든 원하지 않든 발생하는 물리현상이다. 대부분의 자연현상들이 그렇듯이 인간이 그것들을 잘 컨트롤하고 이용하면 인간에게 매우 큰 혜택을 주지만 그렇지 못할 경우에는 재앙이 되거나 여러 가지 해악을 끼치기도 한다. EMI 도 예외는 아니다. 인간은 전기를 흐르게 만드는 도체 주변에 전기장과 자기장이 발생한다는 것을 발견한 후로 그것을 활용하여 우리생활에 도움을 주는 많은 것들을 발명해 냈다. 하지만 또 다른 측면에서 우리가 채 컨트롤하지 못한 전자기장은 아직도 우리에게 많은 문제점들을 안겨주는 골치덩어리 라고 할 수 있다. 이렇게 EMI 가 일으키는 문제점들에 의해 피해를 보는 대표적인 분야들 중의 하나가 음향이 아닐까 한다. 물론 기타 방송관련 부분이나 음향이 아니더라도 일정한 전기적 시그널을 매체로 사용하는 분야의 경우에도 이러한 문제점들을 공통적으로 가지고 있다고 할 수 있을 것이다. 기술의 발달로 점점 미세한 레벨의 시그널들을 다루는 장비가 늘어가고 있고 이러한 장비들의 경우 특히 EMI 로 부터의 영향에 민감한 특성을 가지기 쉽게 되기 때문이다. 그렇다면 우리가 지금까지 발견해 낸 EMI 의 컨트롤 방법은 몇 가지나 될까? 단 세 가지이다. 물론 “단 세 가지” 라고 하지만 이 세 가지들은 꽤 폭넓은 범위를 커버한다. 이 세 가지를 살펴보면 다음과 같다.

a. EMI 를 발생시키는 원천에서 발생을 줄이거나 제거한다.
b. EMI 가 전달되는 경로를 효과적으로 차단해 영향을 줄인다.

c. EMI를 좀 더 잘 흡수할 수 있는 물질을 주변에 두어 EMI 를 그곳으로 흘려보낸다.

이와 같은 세 가지 방안에는 꽤 많은 구체적인 방법들이 있으리라 예상할 수 있지만 실제로는 이를 구체화 할 수 있는 방법들은 소수에 지나지 않는 것이 현실이다. 또한 이러한 방법들 중에서도 일시적인 효과를 보는데 그치는 것이 있는가 하면 비교적 오랜 시간동안 효과를 지속하는 효과적인 방법이 있기도 하다.

4) EMI 제어를 위한 몇 가지 방안

EMI 에 관련된 참고자료를 참고해 보면 앞에서 언급했던 바와 같이 이를 컨트롤하기 위한 몇 가지 방법들이 제시되어 있는 것을 알 수 있다. 이것들은 다음과 같다.

- 쉴딩 (Shielding)
- 그라운딩과 본딩 (Grounding and Bonding)
- 밸런싱과 트위스팅 (Balancing and Twisting)
- 이격 (Separation and Routing)
- 분리 (Isolation)

위와 같은 방법들이 음향시스템 디자이너들이 고려할 수 있는 방안들이라고 할 수 있다. 이 외에도 회로의 임피던스 설계나 회로 내부에 RF 필터링기능의 추가와 같은 방법들을 생각해 볼 수 있지만 이들은 음향시스템 디자이너 보다는 회로를 설계하거나 제품을 개발하는 개발자들의 업무 쪽에 더 가깝다고 할 수 있다. 시스템 디자이너가 회로의 임피던스 설계나 RF 필터링에 대한 고려를 해야 하는 경우는 그러한 기능을 지닌 특정한 장비를 선택했을 경우에 한정하여 생각해 볼 수 있을 것이다.

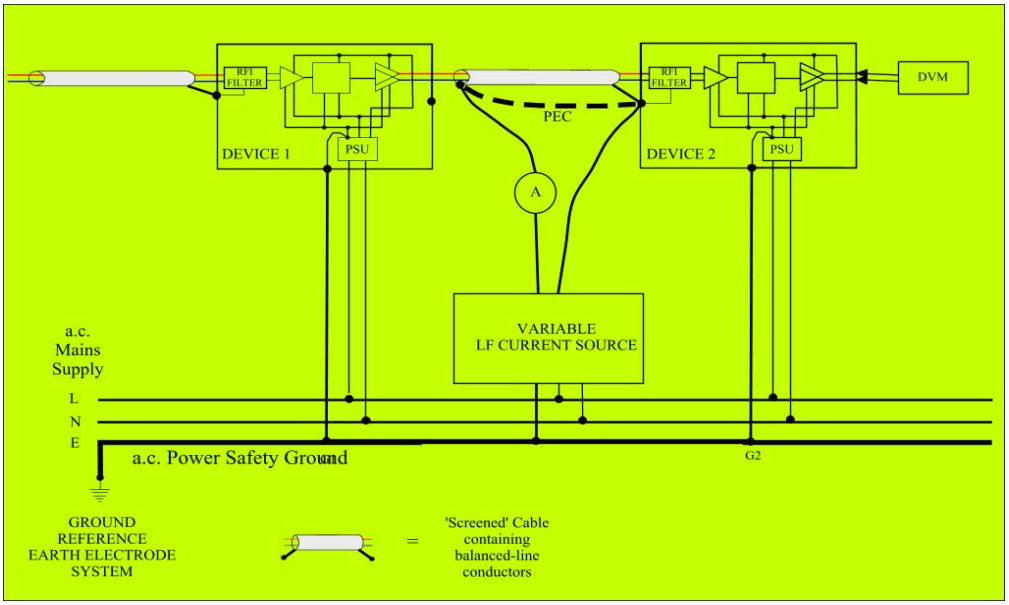
① 쉴딩 (Shielding)

쉴딩은 보호하고자하는 컨덕터와 EMI 사이에 하나 혹은 그 이상의 컨덕터를 위치시켜 이로 하여금 일종의 '방패' 역할을 하도록 하는 것을 뜻한다. 좀 더 쉽게 설명하면 접지된(이론적으로 제로전위의..) 쉴드는 인접한

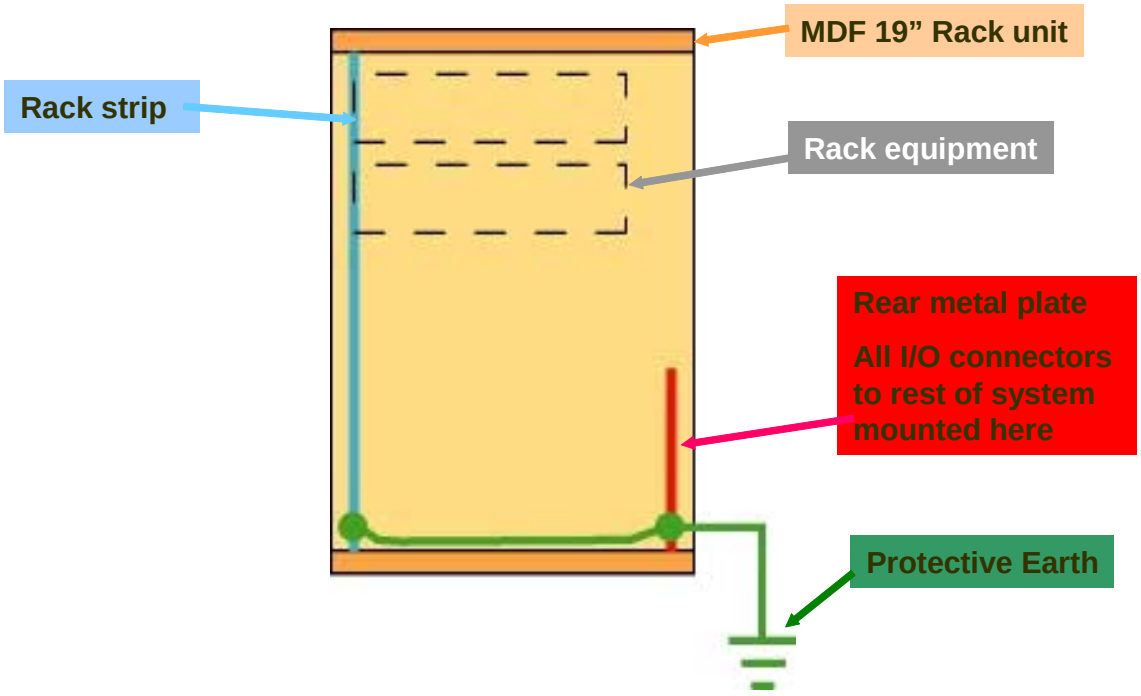
전기장으로부터 발생하는 일정한 전위의 전압을 땅으로 흘려보냄으로서 전기장의 영향이 보호하고자 하는 컨덕터에 까지 미치지 않도록 하는 역할을 하는 것이다. 이러한 쉴딩은 일반적으로 노이즈의 소스가 되는 장비 혹은 보호하고자 하는 장비에서 근접한 위치에서 이루어지는 것이 효과적이다. 또한 쉴딩은 전기장(Electric Fields)에 대해서 효과가 있으며, 쉴드의 두께가 2mm를 넘거나 Mu-메탈과 같이 유전율(誘電率) 이 매우 높은 재료로 만들어지지 않는다면 자기장에 대해서는 거의 효과를 발휘하지 못한다. 쉴딩의 효과를 높이기 위해서는 쉴드의 재료가 전도율이 높은 컨덕터로 이루어져야 하며 접지가 잘 되어있어야 하며 표면에 개방되어 있는 부분이나 끊긴 곳이 있어서는 안 된다. 이런 이유들 때문에 얇은 알루미늄 호일로 된 쉴드가 즐겨 사용되고 있으며 그 효과는 호일의 두께가 두꺼울 수록 커진다고 할 수 있다.

② 그라운딩과 본딩 (Grounding and Bonding)

오디오 시스템에서 테크니컬 그라운드는 독립된 별도의 컨덕터를 통해서 장비의 회로나 쉴드를 대지와 이어주는 역할을 하며, 본딩은 시스템을 구성하고 있는 여러 장비들이 서로 같은 전위를 갖도록 낮은 임피던스의 컨덕터를 이용해서 서로 연결해주는 것을 말한다. 그라운딩은 쉴드로 하여금 EMI 로부터 발생한 일정한 전위를 대지로 흘려보내는 역할을 하며 그라운딩과 본딩 모두 연결된 장비 혹은 쉴드가 안정되고 일정한 전위를 갖도록 하여 그라운드 레퍼런스 노이즈와 같은 잡음의 유입을 막는 역할을 한다. 이와 같은 그라운드와 본딩이 제 기능을 발휘하기 위해서는 시스템에 연결된 모든 장비들이 낮은 레벨의 임피던스/노이즈 레벨을 가진 네트워크로 빠짐없이 연결되어 있어야 하며 그것이 최종적으로는 대지와 잘 접지되어 있어야 한다. 전체 시스템이 낮은 노이즈레벨을 갖도록 하기 위해서는 노이즈를 포함하고 있을 수도 있는 주변의 그라운드 컨덕터로의 접촉으로부터 보호하기 위해 절연피복을 사용하는 것이 일반적이며 또한 낮은 임피던스를 유지하기 위해 전도율이 뛰어난 비교적 두꺼운 굵기의 컨덕터를 사용하는 것이 바람직하며 이들을 가능한 한 짧고 곧게 유지하는 것이 유리하다. 중요 시스템에서는 고주파 영역에서 낮은 임피던스 특성을 보이는 알루미늄 호일이나 그물망으로 된 그라운드 컨덕터를 사용하기도 한다.



그라운딩과 본딩이 적용된 시스템 회로도



시스템 랙의 그라운딩

③ 밸런싱과 트위스팅 (Balancing and Twisting)

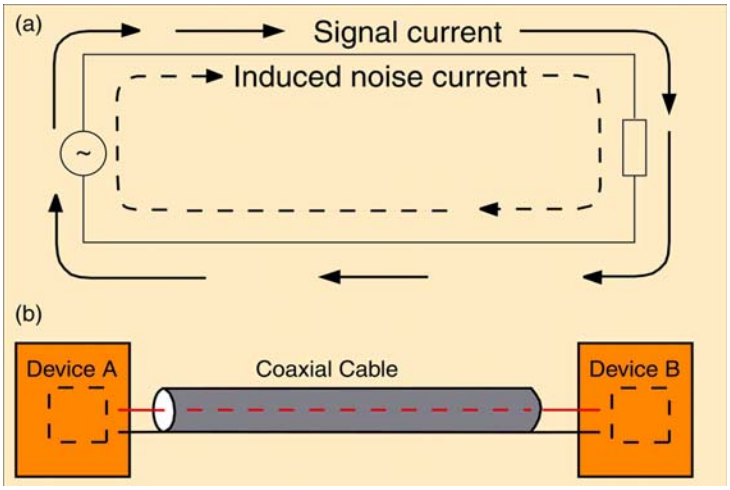
밸런싱 된 연결은 서로 반대되는 위상을 가진 컨덕터를 사용해 신호를 전송한 다음 이로부터 필요한 레벨의 시그널을 얻어내는 방식이다. 이때 서로 장반대의 위상을 가진 두개의 컨덕터로 유입된 동일한 레벨의 EMI

는 최종적으로 상반된 두개의 위상으로부터 시그널을 얻는 과정에서 서로 상쇄되어 그 피해를 최소화 할 수 있다. 하지만 이와 달리 서로 반대되는 위상의 신호를 갖지 않는 언밸런스 방식은 앞에서와 같은 상쇄효과가 발생할 수 없기 때문에 밸런스 방식에서와 같은 잡음 감소는 기대하기 힘들다.

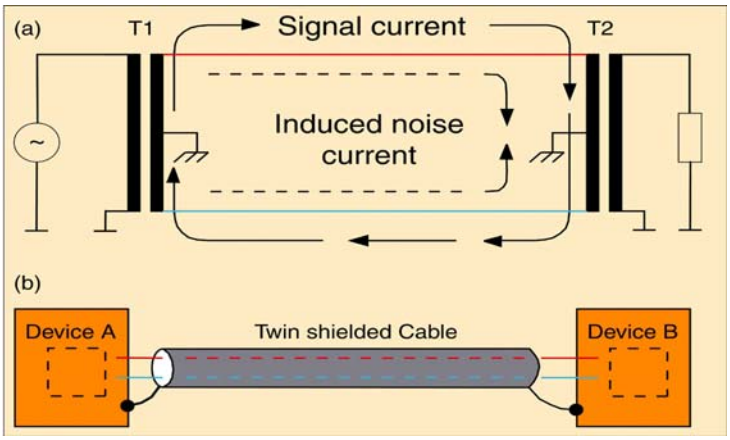
트위스팅은 말 그대로 밸런싱 된 신호선 들이 서로 꼬여진 상태를 뜻하는데 이러한 상태에서는 그렇지 않은 경우에서 보다 좀더 개선된 밸런싱 효과를 얻을 수 있을 뿐만 아니라 EMI 자체에 의한 영향을 비교적 적게 받게 된다. 대부분의 꼬인 한 쌍의 신호선에 발생한 노이즈들은 쉴드가 되었건 그렇지 않은 케이블에서건 일종의 공통모드(Common-mode)가 되게 되는데 이러한 공통모드의 시그널은 다른 상태의 시그널들에 비해 회로나 장비의 각 단계에서 차단하는 것이 쉬워진다. 이러한 특징이 전체적으로 EMI 에 대한 면역성을 증가시키고 시스템을 설계하는 디자이너로 하여금 좀더 노이즈의 영향을 덜 받는 시스템을 구성하는데 커더다란 도움을 준다고 할 수 있다.

서로 트위스팅 된 선로를 통해 자기장에 유도되는 현상도 없앨 수 있다. 이는 일정한 방향성을 가진 자기장에 노출된 신호선의 일정 부위가 짧은 구간을 주기로 계속 바뀌기 때문에 서로 인접한 구간에서의 자기장의 방향이 서로 반대 극성을 띠게 되어 결국에는 서로 상쇄되는 효과가 생기기 때문이다. 결과적으로 트위스팅 된 밸런스 라인은 선 자체로 EMI를 컨트롤 하는데 가장 효과적인 방법이라 할 수 있다.

또 하나 자기적 EMI 의 경우 전기 EMI 의 경우와는 달리 대상 장비나 선로가 EMI 의 소스로부터 수 미터 이내에 위치했을 때에만 영향을 받게 된다는 것이다. 이와는 달이 전기적 EMI 는 고출력 RF 송신장비 등에서 볼 수 있듯이 반경 수 킬로미터에 영향을 미칠 수 있다.



언발란스 회로의 구성



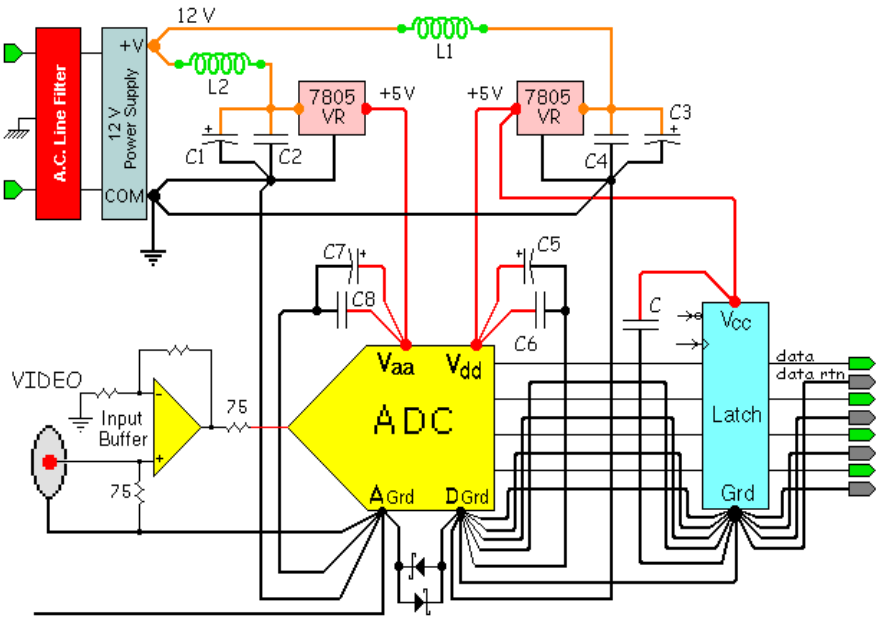
발란스 회로의 구성

④ **이격** (Separation and Routing)

이 방법은 EMI 에 민감한 케이블이나 장비를 EMI 소스로부터 가능한 한 멀리 떨어뜨려 설치하는 방법이다. 우리가 쉽게 예상할 수 있는바와 같이 EMI 는 거리의 증가에 따라 감소하게 된다. 일반적으로 전자기장은 음장과 자유음장과 마찬가지로 거리가 두배로 증가함에 따라 6 dB 의 감소효과가 있다. 기본 이격거리(10cm)를 준수하는 것은 어떠한 상화하에서도 지키도록 하는 것이 바람직하다. 꼭 기억해야 할 것은 대부분의 경우 이러한 이격거리를 얻기 위해서 필요해 지는 것은 비용이 아니라 세심한 설계와 그의 적용이라는 것이다.

⑤ 분리 (Isolation)

분리 (Isolation) 는 두개의 회로혹은 장비사이에 옵티컬 Isolator 나 혹은 트랜스포머를 설치하여 두 장비의 출력부와 다른 장비의 입력부가 서로 직접 연결되는 것을 막아 준다. 이러한 방식을 통해 모든 그라운드와 관련된 노이즈를 제거할 수 있으며 따라서 시스템을 열악한 환경에 있는 장비와 연결할 때에는 필수적으로 사용된다.



노이즈의 최소화를 위해 적용된 Power decoupling 회로의 예

5) 사용 중인 시스템을 체크해 보자

위에서 살펴본 바와 같이 EMI를 컨트롤하기 위한 여러 가지 방안들 중 우리가 사용하고 있는 시스템에 얼마나 잘 적용이 되어 있는지를 체크해 보는 것도 좋을 것이다. 아래의 각 항목들 중 몇 가지에 해당되는지를 점검해 보자.

① 전체 시스템이 독립적인 테크니컬 그라운드를 가지고 있는가?
② 음향시스템에 공급되는 전원이 조명이나 기타 다른 용도의 전원에서 분리된 별도의 변압기로부터 공급되는가?
③ 장비간의 연결이 밸런스 방식 혹은 트랜스포머가 사용된 밸런스 방식

으로 되어 있는가?

④ 각 장비들의 연결이 서로 낮은 임피던스로 유지되는가?

⑤ 서로 연결된 장비들의 운영레벨이 가급적 높은 방식으로 되어 있는가? (예를 들어 프로용 +4dBu 으로)

⑥ 쉴드와 트위스팅이 잘 된 케이블을 사용하고 있는가?

⑦ 주변에 조명의 디머장비나 고출력의 RF 송신기, 또는 전동모터로 구동되는 기계설비가 가까이 있는가?

⑧ 마이크 혹은 라인 신호의 증폭도가 얼마나 되는가? (낮은 증폭도를 요구할 수록 좋다)

⑨ 각 장비들을 연결한 케이블이 짧은 거리로 유지되는가?

⑩ 전원라인이나 기타 높은 레벨의 선로로부터 충분한 이격거리를 유지하고 있는가?

이와 같은 10 문항의 체크리스트를 이용해 현재 사용하고 있는 시스템이 EMI 로부터 얼마나 보호되고 있는지를 평가해 볼 수 있을 것이다. 이들 문항에서 언급된 각각의 항목들이 모두 지켜진 시스템이라면 그렇지 않은 시스템에 비해 월등히 낮은 노이즈레벨을 얻을 수 있지만 이들 중 몇 가지의 처리가 부족하다면 그 효과를 크게 떨어뜨릴 수 있다. 따라서 좀더 깨끗한 음질의 음향시스템을 원한다면 그 시스템을 구성하고 운용할 때 이와 같은 내용에 대한 세심한 고려가 필수적이라 할 수 있을 것이다.

음향시스템최적화와 문제해결 과정

음향시스템최적화와 문제해결 과정

2015 무대예술 전문교육
음향시스템최적화와 문제해결 과정

발 행 일 2015. 5
발 행 처 아르코예술인력개발원
홈페이지 edu.arko.or.kr
주 소 경기도 고양시 일산동구 성현로 513번길 10 (사리현동 464-1)
연 락 처 02-760-4650 / 4658
기 획 아르코예술인력개발원 무대교육팀
제 작 한국근로장애인진흥회

본 교재는 무단전제를 금하며, 내용의 일부를 가공하거나 인용할 때에는
반드시 출전을 밝하시기 바랍니다.