

[Technical Paper]

초음파를 이용한 비상방송시스템에 관한 연구

백동현

가천대학교 설비소방공학과 교수

Study on the Emergency Broadcasting System Using Ultrasonic Waves

Dong-Hyun Baek

Professor, Dept. of Fire Protection Engineering, Gachon Univ.

(Received November 23, 2019; Revised December 12, 2019; Accepted December 23, 2019)

요 약

NFSC202에는 화재로 인하여 하나의 층의 확성기 또는 배선이 단락되어도 다른 층의 화재 통보에 지장이 없도록 규정하고 있다. 이를 위해 Analog digital converter (ADC), High pass filter (HPF), Low pass filter (LPF)로 구성된 초음파송수신장치를 제작하였으며 시험을 통해 해당 장치가 증폭기출력, 확성기용량, 음량레벨의 변동에 관계없이 동작함을 확인하였다. 또한 기준주파수 110 kHz(-12 dB)를 송신하는 경우 단락시 -12dB~18 dB, 정상인 경우 -24 dB~-66 dB, 단선시에는 -66 dB을 초과하는 경우와 수신데이터가 없는 경우의 설정된 값을 만족하였다. 따라서 NFSC202 규정에 적합한 시스템임을 확인하였으며 본 시스템을 적용할 경우 점검기준이나 시험기준이 수정 또는 개정되어야 한다.

ABSTRACT

NFSC 202 stipulates that if a loudspeaker or wiring on one floor of a building is shorted because of fire, it should not interfere with the fire notification on the other floors. To address this problem, this study proposes an ultrasonic transmitter/receiver consisting of an ADC, HPF, and LPF in an emergency broadcasting system that can operate regardless of the volume level of the amplifier output loudspeaker capacity. After transmitting the transmission frequency at -12 dB (110 kHz), it is received at -18 dB by transmitting -12 dB in case of short circuit depending on the frequency characteristics. Typically, depending on the loudspeaker capacity, it is received from -24 dB to -66 dB. In case of disconnection, it exceeds -66 dB and no data are received. It is also possible to check the track status during fire or general broadcasting. Thus, it was confirmed that the system is suitable for NFSC 202 regulations. Furthermore, as the current system is replaced, the inspection or test criteria should be amended or revised.

Keywords: Ultrasonic wave, Emergency broadcast system, Transmission, Received transmission

1. 서 론

현재 대다수 비상방송시스템장비는 주로 전류검출방식을 사용하고 있다. 그러므로 음량(Volume), 증폭기(AMP)용량, 확성기(Speaker)용량에 따른 전류 편차가 많고 설치후 오작동이 많아 유지보수가 어려우며 단선 및 단락이 발생하였을 경우 육안으로 확인하기 곤란하다. 특히 휴즈방식이나 폴리스위치방식은 가격이 저렴한 반면 문제발생시 수동으로 그 용량에 맞추어 교체해야 하는 어려움이 있다. 또

한 방송중에는 단선, 단락시험이 되지 않기 때문에 비상시 방송할 수 없는 문제가 있어 화재나 재해발생시 방송이 되지 않으므로 상황전파를 할 수 없게 된다⁽¹⁾. 이것은 비상방송설비의 화재안전기준(NFSC202)에서 규정하고 있는 “화재로 인하여 하나의 층의 확성기 또는 배선이 단락되어도 다른 층의 화재 통보에 지장이 없도록 하여야 한다.”⁽²⁾는 것에도 위배된다. 그러므로 선로의 상태점검이 육안으로 가능하고 단락뿐 아니라 단선도 체크 가능하며 비상방송시라도 단선, 단락상태를 확인할 수 있으며 증폭기(AMP)용량,

[†]Corresponding Author, E-Mail: bulbaek@hanmail.net. TEL: +82-31-750-5712, FAX: +82-31-750-8749

© 2019 Korean Institute of Fire Science & Engineering. All right reserved.

음량(Volume), 확장기용량 및 수량에 관계없이 작동될 수 있어야 한다. 따라서 이를 만족할 수 있는 초음파를 이용한 새로운 비상방송시스템에 대해 논하고자 한다.

2. 설치대상 및 구성과 기동

2.1 설치대상

비상방송설비는 연면적 3,500 m² 이상, 지하층을 제외한 층수가 11층 이상, 지하층의 층수가 3층 이상인 전 소방대상물에 설치하여야 한다.

2.2 구성과 기동

비상방송설비의 구성은 입력 및 기동을 위한 마이크(Microphone), 테이프(Tape), 라디오(Radio), 사이렌(Siren), 재생장치(PLAYER)등과 확성기, 입력신호를 증폭하는 증폭기, 신호의 혼합 및 입력 레벨을 조절하는 혼합기, 상용과 비상용의 전원장치, 원격조작과 회로조작에 필요한 조작장치, 기기상호간과 기기와 확장기간 또는 기기와 전원간을 연결하는 배선이 있으며 설치위치나 동작을 표시하는 표시등, 음량조절기등을 포함할 수 있다. 비상방송설비의 기동방법은 자동화재탐지설비와 연동기동, 비상전화에 의한 기동, 발신기에 의한 기동이 있다. 비상방송설비의 형식에는 퓨즈방식, 폴리스위치방식과 시스템방식이 있으며 퓨즈방식, 폴리스위치방식은 모두 전류검출방법이며 시스템방식에는 임피던스방법과 초음파방법이 있다.

Figure 1은 비상방송시스템의 기본구성이다. 퓨즈방식은 Figure 1의 A와 B사이 에 퓨즈를 삽입한 것으로 가격이 저렴하다. 그러나 일반 방송중에도 방송출력에 따라 퓨즈가 단선될 수 있어 층마다 직접 방송 청취여부를 확인하여야 한다. 그럼에도 확장기용량에 따라 퓨즈용량을 다르게 사용하여야 하기 때문에 유지보수에 어려움이 많다.

폴리스위치방식은 Figure 1의 A와 B사이 에 Positive temperature coefficient (PTC)를 삽입한 것이다. 가격이 저렴하나 일반 방송중에도 방송출력에 따라 PTC가 단선될 수 있고 화재방송중에만 시험이 가능하며 PTC 특성에 따라

선로단선이나 반응시간이 다르게 나타날 수 있다.

3. 초음파방식 비상방송시스템

초음파를 이용한 방식은 Figure 1의 A, B사이 에 Analog digital converter (ADC), High pass filter (HPF), Low pass filter (LPF)로 구성된 초음파송·수신장치를 설치하여 실시간으로 채널(Channel)당 0.3 s 이내로 체크할 수 있다. 아울러 화재방송중이나 일반 방송중에도 선로상태를 확인할 수 있으며 증폭기출력, 확장기용량, 음량레벨과 관계없이 작동시킬 수 있다.

3.1 구성 Block도

Figure 2는 초음파를 이용한 비상방송시스템의 구성도이다. 일반 방송시스템의 마이크(Mic), 증폭기, 회로선택스위치(Selector), 확성기(Speaker)의 구성요소에 Micro control unit (MCU), 초음파 송 수신장치, 수신레벨 분석기(Receiving level analysis, RLA), LPF가 추가되었다.

Figure 3에서 초음파송·수신부는 Analog digital converter (ADC), High pass filter (HPF), Low pass filter (LPF)로 구성된다. 초음파 송신기에서의 송신주파수인 110 kHz는 확성기, 매칭트랜스를 통과하면서 일정비율의 손실이 발생한다. 그러므로 LPF와 HPF를 통과시켜 원래 송신주파수인 110 kHz를 검출한 후 ADC를 통해 디지털신호로 변환하여

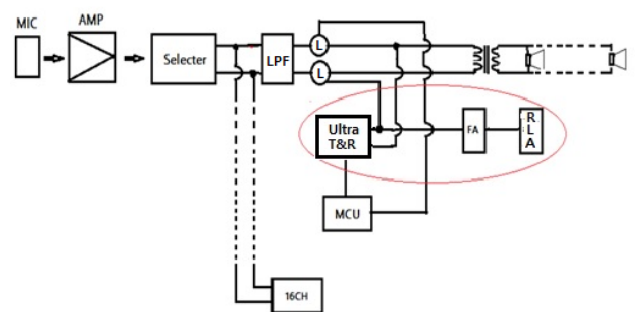


Figure 2. Configuration block diagram.

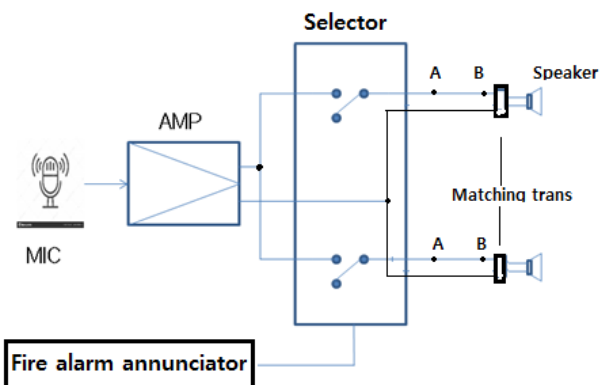


Figure 1. Basic emergency broadcasting system.

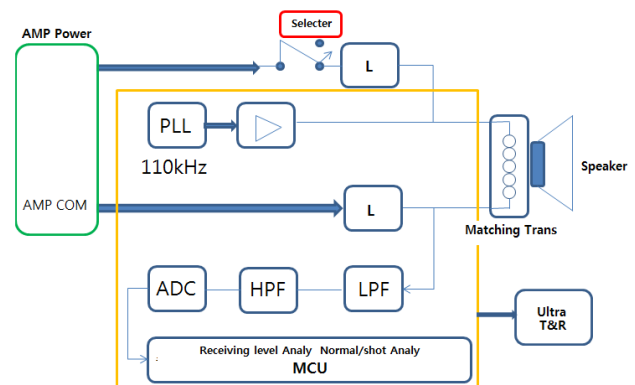
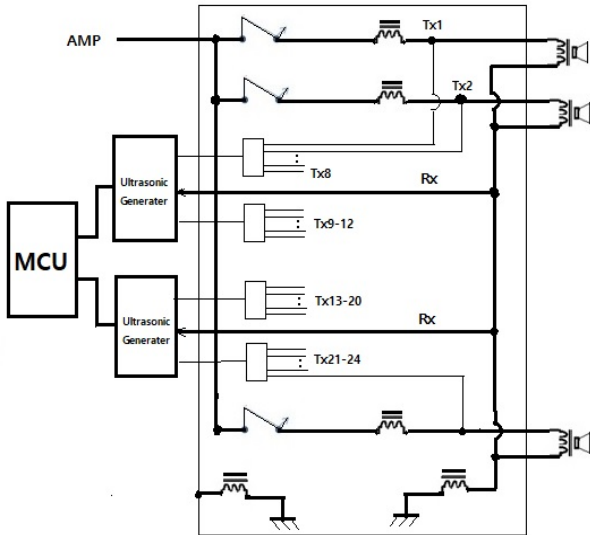


Figure 3. Ultrasonic wave, emergency broadcast system.

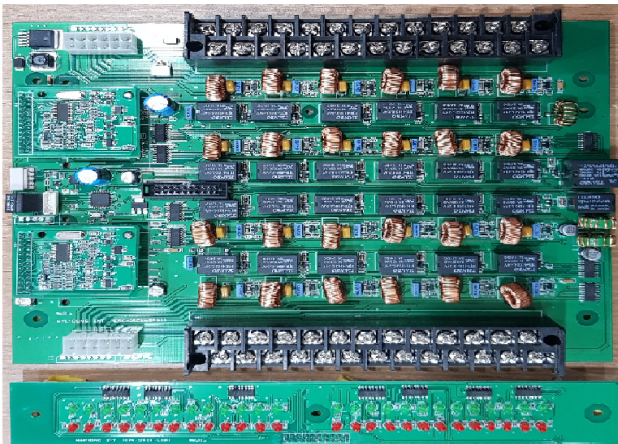
MCU에서 분석한 다음 선로의 단락/단선/정상을 판단한다. 회로 단선시에는 일정비율의 손실은 매칭트랜스와 결합된 확성기의 용량에 따라 다르게 나타난다.

3.2 회로설계와 실장회로

Figure 4의 (a)는 회로도이며 (b)는 본 연구를 위해 제작한 실장회로이다. 회로에는 DC24 V의 전원을 사용하고 110 kHz (-12 dB) 초음파발생기 2개, 멀티플렉스(Multiplex) 4개로 구성하고 각 멀티플렉스는 각각 12개의 채널을 갖도록 하였다. 증폭기에 접속된 회로에서 선택스위치를 지나 접속된 인덕터(Inductor)를 접속하고 출력값을 수신하며 그 값을 멀티플렉스에 송신한다. 이 때 값은 주파수에 따라 임피던스가 변하며 변화된 값을 수신한 Rx로부터 초음파발생기의 값과 비교한 후 MCU에서 분석한후 멀티플렉스(Multiplex)를 통해 각 회로에 전달한다.



(a) Circuit



(b) Field circuit

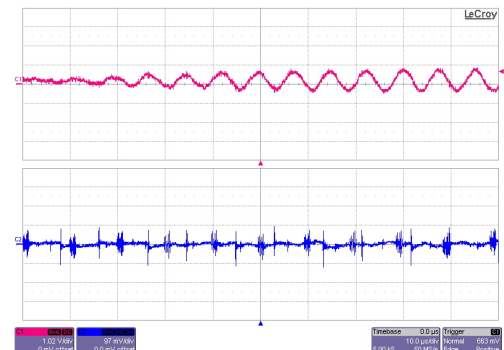
Figure 4. Circuit and field circuit.

3.3 측정결과 및 고찰

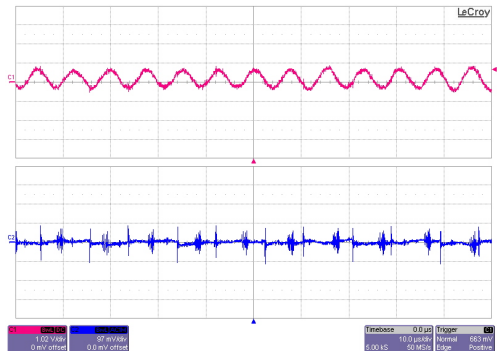
송신주파수 110 kHz(-12 dB)를 송신한 후 주파수 특성에 따라 수신 주파수를 분석하여 회로의 정상, 단락, 단선등의 경우에 대하여 시험을 실시하였다. 이 때 -12 dB송신하여 단락시에는 -12 dB~18 dB에서 수신되어야 하며, 정상인 경우에는 확성기 용량에 따라 -24 dB로부터 -66 dB까지 수신되고, 단선시에는 -66 dB을 초과하던지 수신데이터가 없는 경우가 된다. 따라서 선로가 정상적인 경우에 확성기 용량이 변화할 때와 선로가 단락된 경우 그리고 단선되었을 때의 송·수신주파수 값을 측정하였다.

Figure 5는 선로가 정상적인 경우 110 kHz의 주파수(-12 dB)를 송신하였을 때 확성기에서의 출력파형이다. (a)는 1 W인 경우로 -12 dB 송신하여 -54 dB, (b)는 3 W인 경우로 -12 dB 송신하여 -48 dB, (c)는 5 W인 경우로 -12 dB 송신하여 -42 dB, (d)는 40 W인 경우로 -12 dB 송신하여 -30 dB가 수신되어 기준값에 적정하였다. 이 때 (a), (b), (c), (d)의 파형 중 상단은 1 V/div, 10 μs이고 하단 파형의 단위는 0.1 V/div, 10 μs이다.

Figure 6의 (a)는 선로를 단락시켜 놓고 측정한 파형으로 -12 dB 송신하여 -12 dB로 수신되는 것을 알 수 있다. (b)는 선로를 단선시켜 놓고 측정한 파형으로 -12 dB 송신하였으나 수신되는 값이 나타나지 않고 있다. 이는 수신데이터가 없음을 의미한다. 이 때 Figure 6의 (a), (b)에서 상·하단 파형의 단위는 1 V/div, 10 μs이다.



(a) 1 W



(b) 3 W

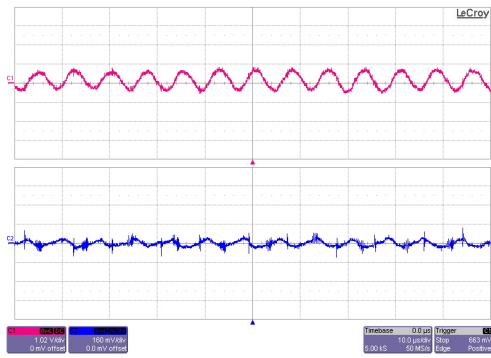
Figure 5. Output wave by watt.

4. 결 론

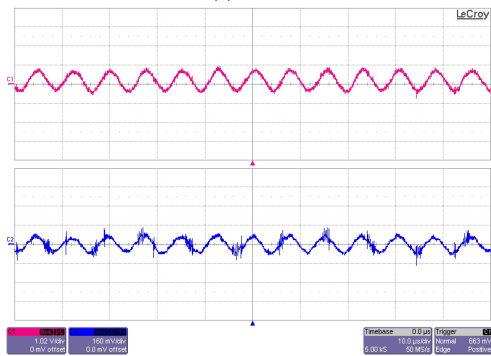
본 연구는 비상방송설비의 화재안전기준(NFSC202)에 적합한 새로운 방송시스템이다. 실험결과 정상시는 물론 방송중일 때도 시험이 가능하였으며 송신주파수 110 kHz (-12 dB)를 송신한 후 주파수 특성에 따라 단락시에는 -12 dB 송신하여 -18 dB에서 수신되고, 정상인 경우에는 확성기 용량에 따라 -24 dB부터 -66 dB까지 수신되며, 단선시에는 -66 dB을 초과하던지 수신데이터가 없는 경우이었다. 또한 증폭기용량, 볼륨, 확성기 용량 및 수량에 따른 오차 해소, 단선, 단락등에 대한 육안 확인을 할 수 있었으며 화재등 비상상황 발생시에도 계속 방송이 가능하였다. 따라서 가격은 저렴하나 유지, 보수가 어려운 현 시스템에 적용할 경우 점검기준(체크리스트) 수정이나 시험 기준이 개정되어야 한다.

References

1. D. H Baek, Discussion on Performance Improvement of Emergency Broadcast Facilities, Korea Forensic Science Forum (2019).
2. NFSC National Fire Safety Code, Fire Department (2018).
3. D. H Baek and S. G. Kim, “Fire Eelectrical Facilities Theory”, DongIl Publishinghouse, Korea, pp. 365-385 (2019).
4. J. G. Quintiere, “Fundamentals of Fire Phenomena”, John Wiley, & Sons Ltd., Chichester, UK (2006).
5. S. C. Kim, “A Study on Fire Characteristics of Solid Combustible Materials Based on Real Scale Fire Test”, Journal of Korean Institute of Fire Science & Engineering, Vol. 25, No. 5, pp. 62-68 (2011).

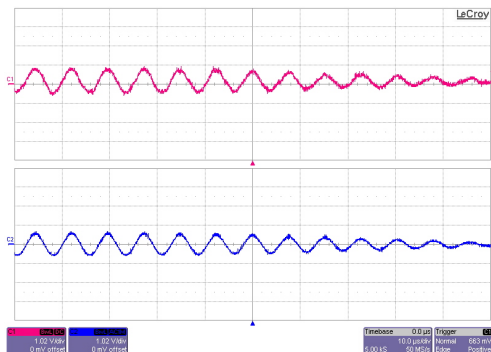


(c) 5 W

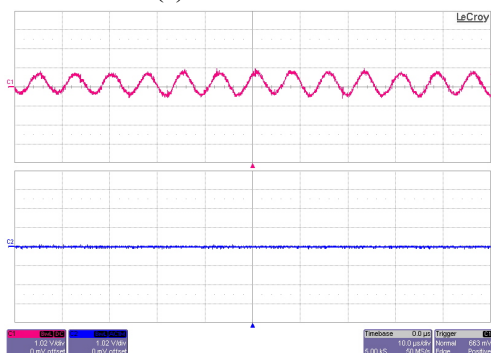


(d) 40 W

Figure 5. (Continued).



(a) at Line short



(b) at Line open

Figure 6. Output wave at line short and line open.