

싸인 보드용 초음파 스피커 상태표시를 위한 LED 구동 회로의 설계

이경량*, 여성대*, 장영진*, 차재상*, 김진태**, 신재권**, 김성권*** 정회원

LED Driving Circuit Design of Ultrasonic Speaker System for Sign Board

Kyung-Ryang Lee*, Sung-Dae Yeo*, Young-Jin Jang*, Jae-Sang Cha*, Jin-Tae Kim**, Jae-Kwon Shin**, and Seong-Kweon Kim*** *Regular Members*

요 약

본 연구에서는 싸인 보드의 집중도를 올리기 위한 초음파 스피커 시스템의 음성신호이득, 방사패턴과 같은 상태정보 표시를 위한 LED 구동 회로를 소개한다. 초음파 스피커 시스템은 에너지 손실이 적고 음이 멀리 전달된다. 이러한 특징을 지닌 초음파 스피커는 일상생활에서 다양하게 쓰일 수 있다는 점에서 매우 유용하다. 상기 장점을 살려서 제안된 LED 회로는 초음파 스피커 시스템으로부터 인터페이스를 제공받아 선형적인 LED 밝기로써 상태정보를 표현한다. 설계된 회로는 동부 0.35um CMOS 공정을 사용하였다.

Key Words : Ultrasonic Speaker; LED Control; Transducer

ABSTRACT

In this study, we introduce an LED Driving circuit in order that the information state can indicate audio signal gain and radiate pattern of ultrasonic speaker system for a sign board. Ultrasonic speaker system decreases energy loss and transmits the sound farther. Ultrasonic speaker having such characteristics is useful in that it can be widely used in daily life. Additionally, Proposed LED circuit indicates the information state as linear LED brightness taken from interface of ultrasonic speaker system. Designed circuit is confirmed through 0.35 μm CMOS process by Dong-bu.

I. 서 론

광고 효과를 올리기 위해서는 싸인보드와 같은 시각효과와 대형스피커 시스템을 활용한 음향효과가 널리 사용되는데, 대형 스피커를 통한 음향효과는 공공장소에서 쉽게 구현할 수 있지만, 전방위적인 소음 피해를 줄 수 있다. 따라서, 다양한 싸인보드의 활용과 더불어 특정지역을 통과하는 사람들에게만 음향효과를 제공할 수 있는 초음파 스피커 시스템을 활용한 연구가 진행되어 왔다.

초음파 스피커 시스템의 가장 큰 특징은 신호의 직진성을 이용해 방사패턴을 특정구역으로 제한할 수 있다는 점이다 [1].

그림 1은 일반 스피커와 초음파 스피커 시스템의 방사패

턴 차이를 보인다. 방사 패턴 폭이 넓은 일반 스피커와는 달리 초음파 스피커는 방사 패턴 폭이 좁다. 초음파 스피커는 음을 특정 방향으로 좁게 방사시키기 때문에 에너지 손실이 적고, 음을 멀리 전달하여 반사가 심한 공간에서도 명료한 음성 전달이 가능한 특징을 가지고 있다 [2].

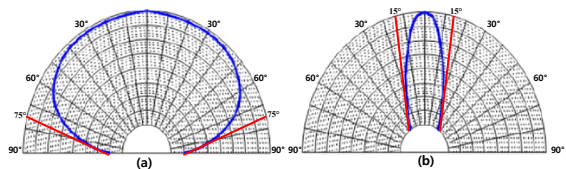


그림 1. Radiate Pattern (a) Conventional Speaker (b) Ultrasonic Speaker

* 본 연구는 2013년 중소기업 융복합기술개발사업 지원으로 수행하였음.

*서울과학기술대학교 NID융합기술대학원, **파이브텍, ***서울과학기술대학교 전자IT미디어공학과, 교신저자

접수일자 : 2013년 9월 2일, 수정완료일자 : 2013년 10월 6일, 최종 게재확정일자 : 2013년 10월 10일

또한 초음파 스피커를 마이크와 동일한 공간에 배치할 경우, 초음파 스피커가 음을 전면으로만 방사시키기 때문에 Howling이 발생하지 않는다. 이것을 스피커폰에 적용하면, 통화자 본인만 상대 통화자의 음성을 들을 수 있기 때문에 주위 사람의 피해를 최소화 할 수 있다 [3].

현재 초음파 스피커는 일상생활에서 다양하게 사용하고 있으며 이와 결합한 인터페이스 개발도 활발히 이루어지고 있다. 초음파 스피커 시스템 사용자는 본인이 사용하는 스피커가 어떤 상태인지 인지할 필요가 있으며, 본 연구에서는 LED 구동회로를 통해 시스템 동작 여부, 볼륨, 방사패턴, 음성신호 입출력과 같은 초음파 스피커 시스템의 상태정보를 LED의 밝기로 표시한다.

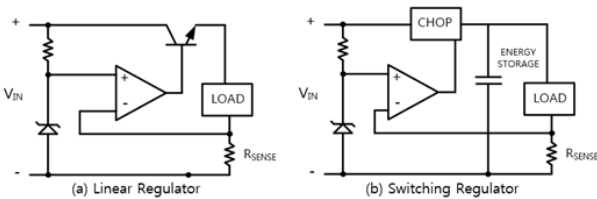


그림 2. Conventional LED Driver Circuit

그림 2는 LED 구동회로를 위한 기존 연구로써 선형 레귤레이터와 스위칭 레귤레이터를 나타낸다.

R_{SENSE} 저항을 통해 LED_{LOAD} 의 전류변화를 모니터링하고 있다. 기준전압과 비교를 통해 TR 또는 Energy Storage가 포함된 스위칭 Block을 구동하여 정전류 또는 정전압 출력을 만들어낸다 [4]. 기존 레귤레이터에서는 IR Drop 또는 Band-Gap Reference(BGR)를 통해 열전압에 해당되는 기준 전압을 생성할 수 있다.

선형 레귤레이터는 스위칭 방식에 비해 상대적으로 효율은 낮지만, 효과적인 전류제어 특성을 확인할 수 있으며, 스위칭 레귤레이터의 경우 높은 효율의 장점이 있지만, 스위칭 동작으로 인한 잡음 및 회로 규모가 증가하는 문제점이 있다 [5].

따라서 효과적인 LED 구동회로는 정전류 방식으로 높은 선형성과 효율을 얻을 수 있는 회로라고 할 수 있다.

본 연구에서는 초음파 스피커 시스템 상태정보를 LED 전달방식으로 사용함으로써 초음파 스피커 시스템 상태를 사용자에게 알려줄 수 있는 시스템을 제안하였다.

II. SYSTEM & OPERATION

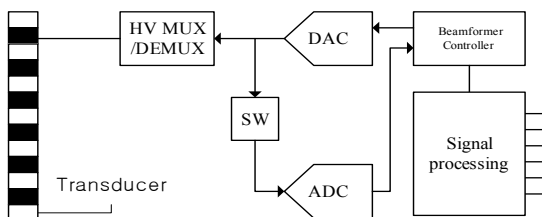


그림 3. Block Diagram of Ultrasonic Speaker System

그림 3은 초음파스피커 시스템의 Block Diagram을 나타낸다. 초음파 스피커 시스템은 Transducer 배열로 이루어진 초음파 스피커로부터 아날로그 신호입출력을 Beam Former Controller 와 주고받는다. Beam former Controller와 Signal Processor는 수신한 상태정보를 인터페이스로 변환하여 외부로 전달할 수 있다.

이와 같은 초음파 스피커 시스템은 스피커의 상태정보를 Signal Processor를 통해 외부 인터페이스로 전달한다. Transducer와 Beam former는 DAC/DEMUX를 통해 초음파 스피커 방향으로 신호를 송신하고, ADC/MUX를 통해 수신한다.

Beam Former로 수신된 음성신호이득, 방사패턴 등의 상태정보는 Processor를 통해 변환되어 State Indicate LED Circuit으로 전달되어 동작한다.

1. State Indicate LED Circuit Design

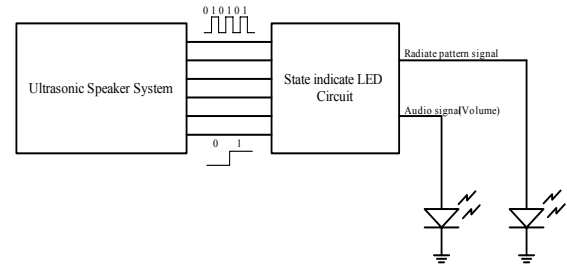


그림 4. State Indicate LED Circuit for Ultrasonic Speaker system

그림 4는 상태정보 출력을 위해 LED회로가 추가된 초음파 스피커 시스템을 나타낸다. 상태정보 LED 회로는 초음파 스피커 시스템 Processor로부터 6-Phase Clock 입력을 받는다. 입력된 6-phase clock은 LED 회로 내 전류 바이어스 원을 선형적으로 증가시킨다. 제안된 회로에서는 초음파 스피커 시스템의 상태정보 중 음성신호이득과 방사패턴 2채널을 선택하여, 각 채널 크기에 비례하는 정 전류 출력 회로를 설계하였다. 음성신호이득 표시를 위해 Processor 6-Phase Clock 출력은 초음파스피커 음성신호이득을 총 64단계의 이득으로 구분될 수 있다.

또한 가변방사패턴 표시를 위해 Processor 6-Phase Clock 출력은 초음파스피커 방사 각 15~75도를 총 64단계의 조도레벨로 구분될 수 있다.

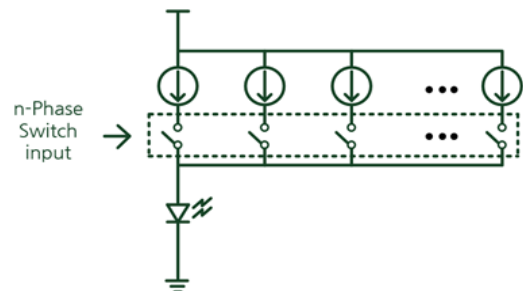


그림 5. Current Mode LED Driver Circuit

그림 5는 제안된 LED 구동회로를 나타낸다.

선형성을 확보하기 위해 스위칭 레귤레이터를 설계하였으며, 설계된 구동회로는 n-Phase Switch 입력에 따른 전류원 채널열 구성을 통해 선형적인 전류 공급이 가능한 회로를 포함하고 있다.

2. State Indicate LED Circuit Operation

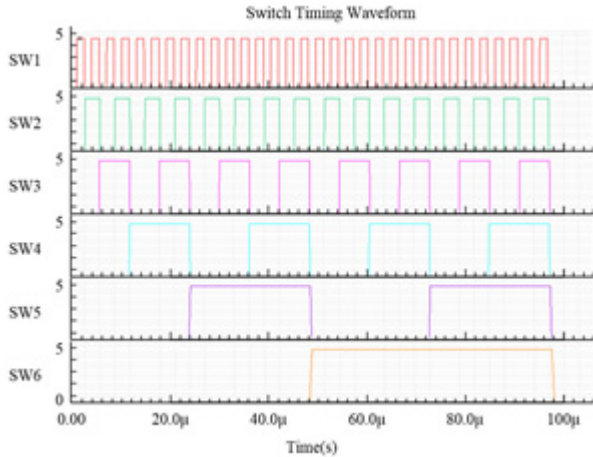


그림 6. State Indicate LED Circuit for Ultrasonic Speaker System Operation

그림 6은 전류원의 선형적인 증가를 확인하기 위해 디지털 입력신호로 사용된 6-Phase 입력신호를 나타낸다.

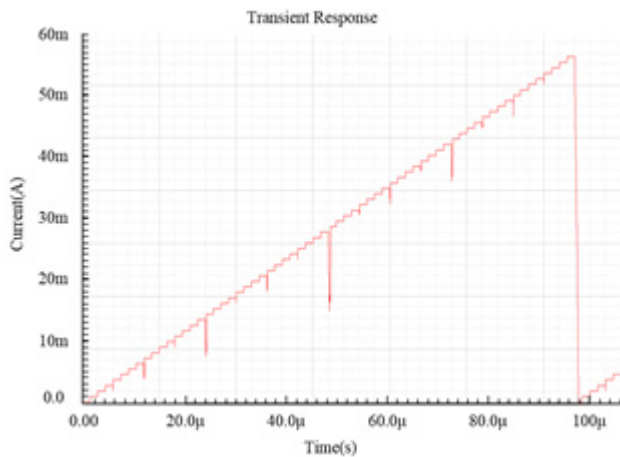


그림 7. State Indicate LED Circuit for Ultrasonic Speaker System Operation

그림 7은 제안된 회로의 출력을 보이는 시뮬레이션 결과를 나타낸다. x축은 시간, y축은 전류를 나타낸다. 6-Phase 선형 Digit입력을 받아 각 전류채널이 더해져 선형 출력 특성을 나타내고 있다. 일반적인 LED 는 최대전류 밝기에 해당되는 Maximum Current Rating으로 6~70mA를 가지기 때문에 LSB에 해당되는 최소 전류 크기는 9.6u width에서 800µA로 설계되었다.

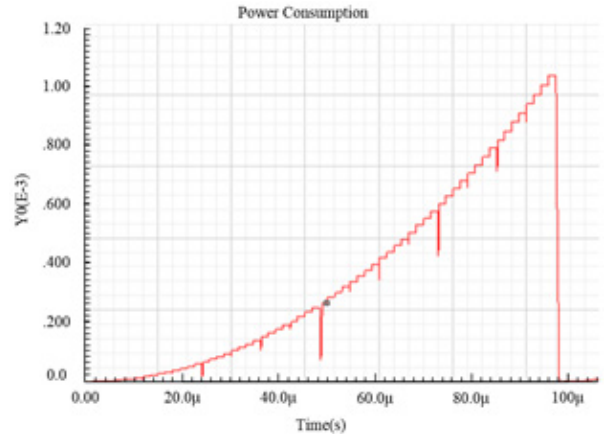


그림 8. State Indicate LED Circuit for Ultrasonic Speaker System Power Consumption

그림 8은 제안된 LED구동회로의 소모전력 결과를 나타낸다. 위 결과는 동부0.35um CMOS 공정을 통해 확인되었다.

Ⅲ. 결론

본 연구에서는 초음파 스피커 시스템의 상태정보 표현을 위한 전류모드 LED 구동회로를 제안하여 설계하였다. 설계된 구동회로는 6-Phase 해상도로 스위치 입력을 받는 정전류원으로 동작한다. 9.6um에 해당되는 LSB 800µA 해상도로 전류공급조절이 가능하며, 동부 0.35um CMOS 공정을 통해 확인되었다.

제안된 시스템은 LED 를 사용하여, 상태표시를 나타내는 시스템의 개발에 유용할 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] Chang Ho Moon, Do Hyun Ahn, Yong Rae Roh, "Fabrication of an Ultrasonic Speaker with Piezoelectric Ceramics", The journal of the acoustical society of Korea, pp.18-24, 1999.
- [2] Haksue Lee, Wonkyu Moon, "Research on the piezoelectric film type parametric loudspeaker", The Acoustical Society of Korea, pp.515-518, Fall 2004.
- [3] Hoon Kim, Jea-Kyoung Youm, Won-Sup Chung, Hee-Jun Kim, "A Color Temperature and Illuminance Controllable LED Lighting System", Journal of the Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers Vol. 23, No.12, pp. 10-22, Dec 2009.
- [4] Sung-Il Hong, Jung-Ser Ahn, Jin-Hee Kang, Myung-Hwan Kim, Chi-Ho Lin, "Design of Intelligent LED Lighting Device Control Circuit using ATmega8535", The Institute of Electronics Engineers of Korea, pp.472-473, Nov 2010.
- [5] Chi-Goog In, Chi-Ho Lin, "A New LED Light Device Lighting Control Algorithm for Optimal Energy Saving",

The Journal of the Institute of Internet Broadcasting and Communication (JIIBC), Vol.12, No.6, pp.17-23, Dec 2012.

저자

이 경 량 (Kyung-Ryang Lee)

정회원



- 2006년 : 명지대학교 컴퓨터공학과
- 2009~2011년 : 서울과학기술대학교 NID융합기술대학원 석사
- 2011년~현재 : 서울과학기술대학교 NID융합기술대학원 박사과정

<관심분야> : VLSI, SoC, POSIX

여 성 대 (Sung-Dae Yeo)

정회원



- 2011년 : 국립목포해양대학교 전자공학과
- 2011~2013년 : 국립서울과학기술대학교 NID융합기술대학원 석사
- 2013년~현재 : 국립서울과학기술대학교 NID융합기술대학원 박사과정

<관심분야> : IC 설계, Mixed 회로 설계, Sub-threshold 회로 설계

장 영 진 (Young-Jin Jang)

정회원



- 2012년 : 남서울대학교 컴퓨터공학과
- 2012~현재 : 서울과학기술대학교 NID융합기술대학원 석사과정

<관심분야> : VLSI, SoC, POSIX

차 재 상 (Jae-Sang Cha)

정회원



- 2000년 : 일본 Tohoku 대학교 대학원 전자공학과(공학박사)
- 2000~2002년 : 한국전자통신연구원 (ETRI) 무선방송기술연구소 선임연구원
- 2005년~현재 : 서울과학기술대학교 전자IT미디어공학과 부교수

<관심분야> : LED tracking, VLC, LED, 디지털방송전송기술

김 진 태 (Jin-Tae Kim)

정회원



- 1991년 : 건국대학교 전자공학과
- 1991~1993년 : 건국대학교 전자공학과 석사
- 1993년~1999 : 건국대학교 전자공학과 박사

<관심분야> : Smart Water Grid, 통신 application

신 재 권 (Jae-Kwon Shin)

정회원



- 1993년 : 단국대학교 전자공학과
- ~현재 : 파이프텍 R&D center 이사

<관심분야> : Smart Water Grid, 통신 application

김 성 권 (Seong-Kweon Kim)

정회원



- 2002년 : 일본TOHOKU대학교 대학원 전자공학과(공학박사)
- 2002~2004년 : 일본TOHOKU대학교 Assistant Professor & Research Fellow
- 2004~2009년 : 목포해양대학교 조교수

· 2009년~현재 : 서울과학기술대학교 전자IT미디어공학과 부교수

<관심분야> : 무선통신용 IC 설계, 아날로그 회로설계