

가변 안내 표지판용 멀티-채널 LED Driver IC 설계

정호빈*, 임세미***박희정*김형석**박준석***
국민대학교*, 중앙대학교**

Multi-Channel LED Driver IC Design for Variable Message Sign

Hyo-Bin Jung*, Se-Mi Lim*, Hee-Jeong Park*, Hyeong-Seok Kim** Jun-Seok Park*
Kookmin University*, ChungAng University**

Abstract - 본 논문에서는 가변안내표지판(VMS)용 멀티-채널 LED Driver IC를 설계 연구 하였다. 설계한 LED Driver IC의 채널 수는 96채널을 기본으로 하여 여분의 64채널을 추가로 구성하였다. VDD는 동작 환경에 따라 사용할 수 있게 12V, 6V, 3.3V로 구성하였다. 각 채널당 전류는 20mA로 일정한 전류가 흐를 수 있도록 하였다. 온도 변화에 따른 전류 변화로 인한 LED 휘도특성 변화를 줄이기 위해 트랜지스터를 여러단으로 쌓아 회로를 구성하였으며 내부 회로에 PTAT과 Bandgap Reference를 이용하여 트랜지스터에 안정적인 전원이 공급될 수 있게 구성하였다. 본 논문에 사용된 공정은 동부 0.13um 공정으로 최대 3.3V까지 사용할 수 있지만 12V 및 6V에도 사용할 수 있게 트랜지스터를 쌓는 회로를 구성하였다.

1. 서 론

최근 지능형 교통정보 시스템(ITS) 내 여러 가지 실시간 교통정보제공매체 중에서 가변안내표지판(VMS)은 운전자에게 전방의 도로 및 교통 상황이나 교통사고, 공사 정보를 제공함으로써 도로 이용자의 안전을 높이고 교통 혼잡을 완화하기 위해 도로에 설치하는 시설이다. 이러한 가변안내표지판(VMS)은 경로 변경이 가능한 도로상의 주요 지점에 설치되어 운전자의 경로변경에 대한 의사결정을 지원하는 가장 중요한 매체이다.

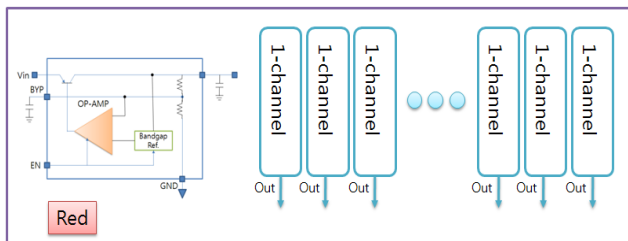
가변안내표지판(VMS)은 도로상에 위치하여 LED를 이용하여 다양한 글을 통해 운전자 및 보행자에게 안전한 도로 상황을 알려주게 된다. 일반적으로 가변안내표지판(VMS)에 적용되는 LED 모듈의 크기는 가장 많이 사용되는 것이 16*16개의 LED가 있는 모듈이 4개의 Cell을 구성하게 된다. 이것을 2단 10열로 배열하여 표출하게 된다. 이렇게 할 경우 LED의 총 개수는 20480개로 구성이 된다.

LED는 LED Driver를 통해 구동이 가능한데 가변안내표지판에 사용되어 지는 LED Driver의 경우 현재 상용화 중인 제품이 16채널, 24채널로 구성되어 있다. 가변안내표지판에 사용되는 LED의 개수를 고려했을 때 16채널의 경우 128개 정도의 LED Driver IC를 사용하게 된다. 또한 LED의 개당 전류 소모량이 20mA 정도 되기 때문에 많은 전력을 사용하게 된다.

본 논문에서는 LED Driver의 채널수를 기존 상용제품에 비해 늘리고 또한 일정한 전류 소모를 통해 LED의 휘도 특성변화를 없애는 LED Driver IC를 설계 연구 하였다.

2. 본 론

2.1 멀티-채널 LED Driver IC



<그림 1> 멀티-채널 LED Driver IC 블럭도

그림 1은 멀티-채널 LED Driver IC의 블럭도를 나타내었다. 멀티-채널 LED Driver IC는 3색(Red, Green, Blue)에 동작 가능하며 각각의 블럭을 Red, Green, Blue로 나눠 구성하였다. 각각의 채널에 동일한 바이어스와 출력 전류 특성을 내기 위해 Op-Amp를 이용한 PTAT 및 Bandgap Reference를 이용하였다.[1]

표 1은 설계할 멀티-채널 LED Driver IC의 Specification을 나타내었다. 전체 전류의 범위는 LED가 동작할 수 있는 전류범위로 설계 하였으며 기본적으로 20mA의 전류소모가 있다. 또한 멀티-채널로 인해 채널수가 많아 각 채널당 20mA의 전류가 흐를 경우 96채널을 기본으로 할 때 2A 정도의 전류가 발생한다. 따라서 GND의 최대 허용 용량 또한 고려하여 Specification을 설정하였다.

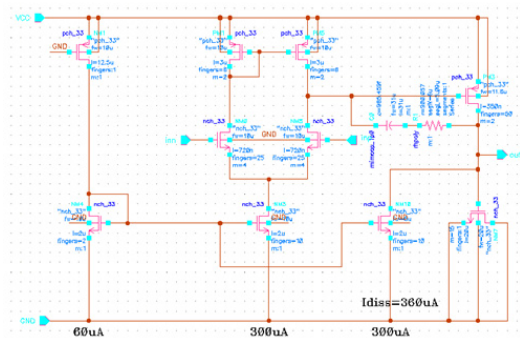
<표 1> LED Driver IC Specification

Operating Condition						
Characteristics	Symbol	Condition	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
Supply Voltage	VCC		1.1		13	V
Output Current	IO	OUTn	10		30	mA
	Imax	Max Rating			100	
GND Terminal Current	IGND				2500	
Operating Temp.	Temp.		-45		85	°C

2.2 동부 0.13um 공정을 이용한 회로 설계

본 연구에 사용된 공정은 동부 0.13um 공정을 사용하였다. 1Poly 8Metal로 구성되어 있으며 맨 상위층 Metal의 경우 두께가 다른 층에 비해 두꺼워 저항이 작아 손실을 줄일 수 있는 장점이 있다.

2.2.1 Op-Amp를 이용한 PTAT 및 Bandgap 회로 설계



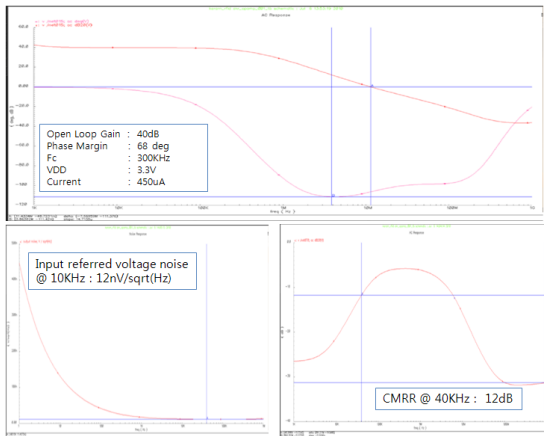
<그림 2> Op-Amp를 이용한 PTAT 회로도

그림 2는 Op-amp를 이용한 PTAT 회로도를 나타내었다. 또한 그림 3에서 모의시뮬 결과를 나타내었다. 이득은 40dB, Phase Margin은 68 deg. 차단 주파수는 300KHz, 3.3V Vdd를 사용하였고 전류는 450uA를 사용하였다. 노이즈는 @10KHz 12nV/sqrt(Hz)이고 CMRR은 40KHz에서 12dB의 특성을 나타내었다.

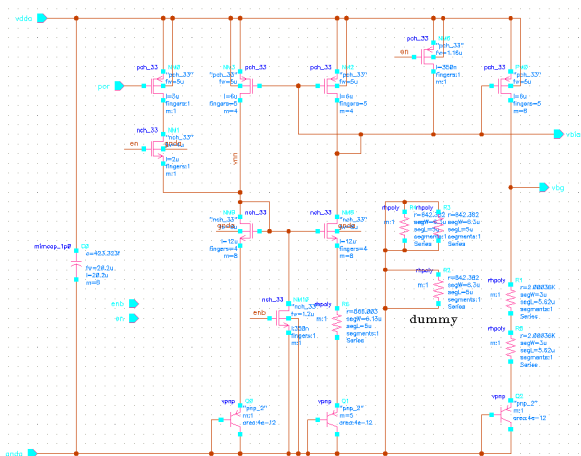
LED Driver에 사용되어 지는 Op-amp의 경우 매우 낮은 전력소모를 해야 한다. 또한 온도 변화에 따른 특성 변화가 없어야 각 채널에 공급되는 전원이 안정적이게 된다. 이에 따라 상온에서 실시한 모의시뮬 결과를 -40°C~100°C까지 변화시켜 추이를 확인하였다.

그림 4는 Bandgap Reference의 회로도를 나타내었다. Bandgap의 모

의시험 결과 전압은 1.265V(25°C)의 값을 얻었다. 또한 온도 변화에 따른 모의시험 결과 -40°C 에서는 1.26V, 100°C 에서는 1.265V의 출력 전압을 나타내었다.

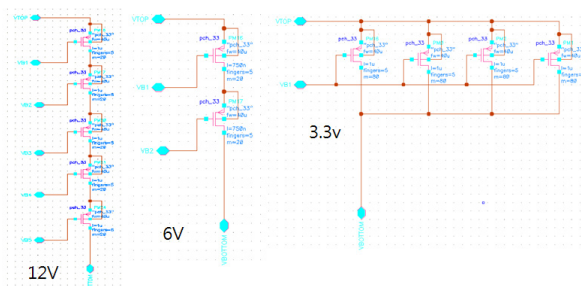


〈그림 3〉 Op-Amp의 시뮬레이션 결과



〈그림 4〉 Bandgap Reference 회로도

2.2.2 Transistor Stack을 이용한 LED Driver Core 설계



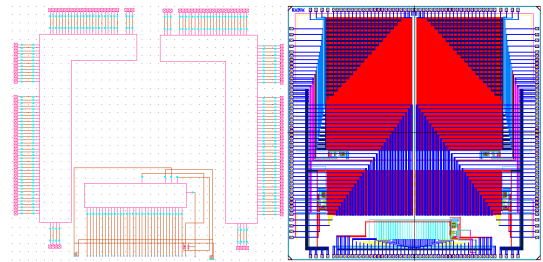
〈그림 5〉 12V, 6V, 3.3V 단일 채널 회로도

그림 5는 단일 채널용 Constant current 용 회로도이다. 각각의 VDD 전원은 12V, 6V, 3.3V의 3가지 종류로 구성 하였다. 사용되어지는 LED의 환경에 따라 변압기에서의 DC 변환을 다양하게 구성할 수 있게 설계 하였다.[2]

동부 0.13um 공정에서 제공하는 트랜지스터의 최대 전압은 3.3V이나 다양한 LED 시공환경에 사용하기 위해 Stack을 이용해 트랜지스터의 크기를 키우고 전압을 높여 사용할 수 있게 설계 하였다.

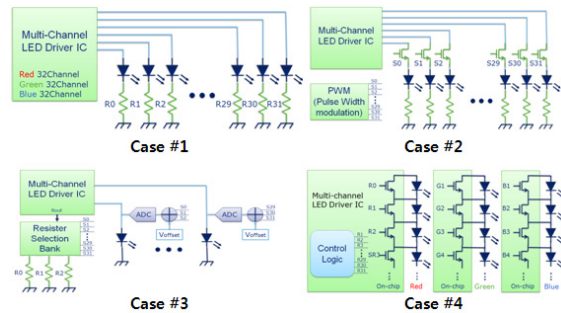
그림 6은 전체 회로도 및 레이아웃을 나타내었다. 전체 출력 포트는 208개이며 추후 208핀 QFP형태로의 패키지를 진행할 예정이다. 단일 채널 형태로 설계한 회로를 병렬로 구성하여 멀티-채널 LED Driver를 구현 하였다. 전체 레이아웃 크기는 5000um X 5000um이다.

레이아웃은 전체 크기를 고려해 좌우 대칭이 되게 설계 하였고 외부에서 저항을 통한 각 채널별 전압차를 확인 할 수 있게 설계 하였다.



〈그림 6〉 전체 회로도 및 Layout

2.3 Test Ability



〈그림 7〉 LED 사용 환경에 따른 측정 방법

멀티-채널 LED Driver IC의 측정과정은 4가지 정도로 진행 할 수 있다. 첫 번째는 96채널의 기본적인 DC 및 출력 테스트를 진행한다. 두 번째는 PWM(Pulse Width Modulation)을 이용해 각각의 출력단에 스위치를 이용한 제어를 통한 테스트가 가능하다.[3]

세 번째는 ADC(Analog to Digital Converter)를 이용하여 ADC의 Feedback loop을 이용, 저항 선택을 통한 전류를 조정할 수 있다.

마지막으로 네 번째는 추후 진행할 예정으로 Chip 내부에 스위치를 이용하여 전류소모를 줄이며 각각의 LED를 제어함으로써 효율적인 전원관리를 가능하게 한다.

3. 결 론

본 논문에서는 가변안내표지판(VMS)용 멀티-채널 LED Driver IC를 동부 0.13um 공정을 이용하여 설계 하였다. 가변안내표지판 하나에 들어가는 LED의 수량이 많기 때문에 거기에 따른 사용해야 하는 LED Driver IC의 수량 또한 증가하게 된다. 많은 수의 LED를 제어하는데 있어 적은 수의 LED Driver IC를 사용함으로써 효율적인 전력관리를 할 수 있는 장점이 있다.

설계한 멀티-채널 LED Driver IC는 기본 96채널 외에 추가로 64채널을 더 구성했다. 온도변화에 따른 전류변화로 인한 LED 특성 변화를 없애기 위해 PTAT 및 Bandgap으로 내부에서 안정적인 전원공급을 하였고, LED 설치 환경에 따른 전류구성을 위해 트랜지스터 stack을 통한 12V, 6V, 3.3V의 VDD로 동작 가능하도록 설계 하였다. 칩 전체 크기는 5000um X 5000um 레이아웃 하였다.

추후 208Pin QFP의 패키지를 진행할 예정이며 다양한 환경으로 테스트를 진행 할 예정이다.

감사의 글

본 연구는 한국건설교통기술평가원의 교통체계효율화사업(과제번호, 10교통체계-지능03)일환으로 수행 되었습니다. 연구 지원에 감사드립니다.

[참 고 문 헌]

- [1] Behzad Razavi " Design of Analog CMOS Integrated Circuits"
- [2] Heinz Van der Broect, Georg Sauerlander, and Matthias Went, "Power driver topologies and control schemes for LEDs," in Proceeding of APEC, pp.1319-1325, Mar. 2007.
- [3] D. Gacio, J.M. Alonso, L. Campa, M. Crespo, and M. Rico-Secades, "High frequency PWM dimming technique for high power factor converters in LED lighting," in Proceeding of APEC, pp. 743-749, Feb. 2010.