

고역률 절연형 LED 드라이버 - 오프라인 LED 조명 간소화

Offline LED Lighting Simplified: High Power Factor, Isolated LED Driver Needs No Opto-Isolators & Is TRIAC Dimmer Compatible

LT3799는 표준적 트라이악 디밍, 동적 PFC, 옵토커플러를 필요로 하지 않고 우수한 LED 전류 레귤레이션을 특징으로 하는 통합적인 오프라인 LED 드라이버 솔루션이다. 풍부한 기능의 이 고성능 IC를 이용함으로써 오프라인 LED 드라이버 솔루션을 대대적으로 간소화하고 크기를 소형화할 수 있을 것이다.

글/Wei Gu, Applications Engineering Section Leader, Linear Technology

전통적 조명에 대한 환경적 우려가 높아지고 LED 가격이 인하됨에 따라서 오프라인 애플리케이션의 조명 솔루션으로서 고전력 LED가 갈수록 더 인기를 끌고 있다. 기존의 LED 드라이버는 높은 역률, 높은 효율, 절연, 트라이악 디머 호환성 같은 오프라인 조명의 여러 요구사항을 충족하기 위해 다수의 외부 소자들을 사용해야 함으로써 번잡스러운 솔루션이 되었다. Linear Technology의 LT3799는 오프라인 LED 조명에 필요로 하는 모든 기능들을 통합함으로써 복잡하거나 많은 공간을 필요로 하지 않으면서 성능 상의 문제들을 해결한다.

LT3799는 절연형 플라이백 컨버터를 임계 전도(경계) 모드로 제어하며 4W부터 100W 이상까지 이르는 LED 전력을 필요로 하는 LED 애플리케이션에 이용하기에 적합하다. 또한 새로운 방식의 전류 센싱 기법을 이용함으로써 옵토커플러를 이용하지 않고서도 이차측으로 잘 레귤레이트된 출력 전류를 공급한다. 특유의 블리더 회로는 추가적인 소자 없이 LED 드라이버가 트라이악 디머와 호환이 가능하도록 한다. LED 개방 및 단락 회로 보호 기능은 장기적인 신뢰성을 달성하도록 한다.

옵토아이슬레이터 불필요

그림 1은 전체적인 LED 드라이버 솔루션을 보여준

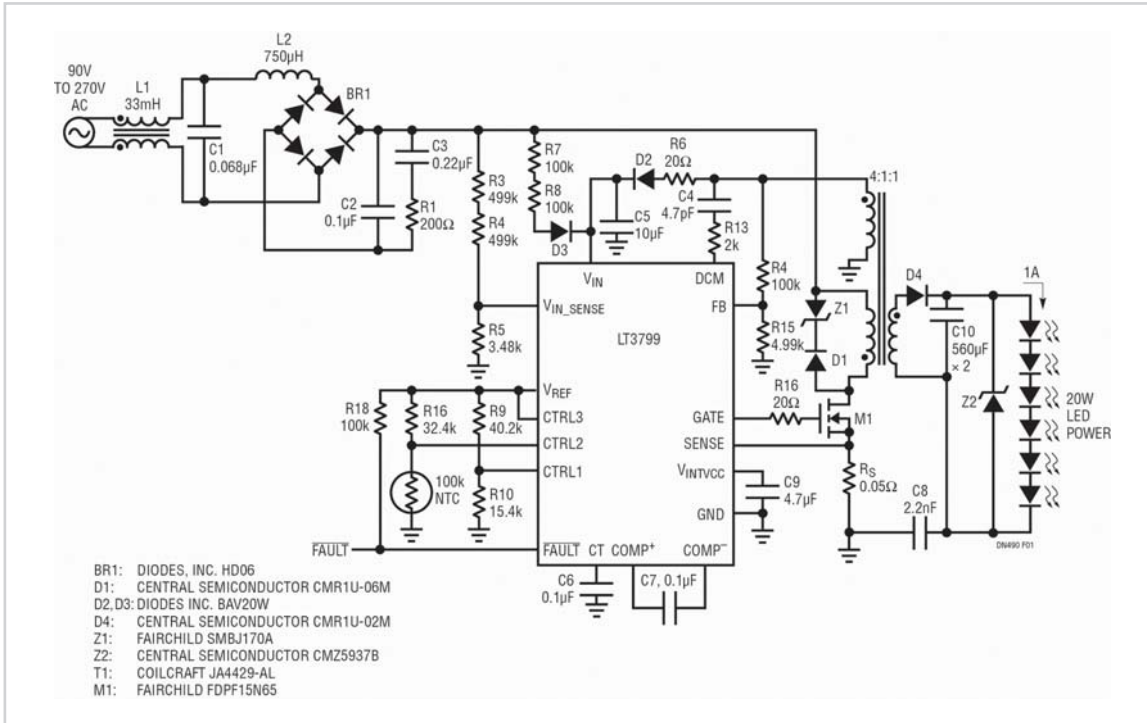
As environmental concerns over traditional lighting increase and the price of LEDs decreases, high power LEDs are fast becoming a popular lighting solution for offline applications. In order to meet the requirements of offline lighting-such as high power factor, high efficiency, isolation and TRIAC dimmer compatibility-prior LED drivers used many external discrete components, resulting in cumbersome solutions. The LT[®]3799 solves complexity, space and performance problems by integrating all the required functions for offline LED lighting.

The LT3799 controls an isolated flyback converter in critical conduction (boundary) mode, suitable for LED applications requiring 4W to over 100W of LED power. Its novel current sensing scheme delivers a well-regulated output current to the secondary side without using an opto-coupler. Its unique bleeder circuit makes the LED driver compatible with TRIAC dimmers without additional components. Open- and shorted-LED protection ensures long term reliability.

No-Opto Operation

Figure 1 shows a complete LED driver solution. The

Figure 1. TRIAC Dimmable 20W Offline LED Driver Using the LT3799



다. LT3799가 일차측 스위치 전류 파형으로부터 출력 전류를 검출한다. 경계 모드로 동작하는 플라이백 컨버터의 경우에 출력 전류의 공식은 다음과 같다:

$$I_{OUT} = 0.5 \cdot I_{PK} \cdot N \cdot (1-D)$$

I_{PK} 는 피크 스위치 전류이고, N 은 일차 대 이차 권선 비율이고, D 는 듀티 사이클이다. 이 IC는 새로운 방식의 피드백 제어를 통해서 피크 스위치 전류와 듀티 사이클을 조절하는 것으로서 출력 전류를 레귤레이트한다.

입력 전력 및 출력 전압 정보를 알아야 하는 여타의 일차측 검출 기법들과 달리, 이 새로운 방식의 기법은 트랜스포머 권선 저항, 스위치 $R_{DS(ON)}$, 출력 다이오드 포워드 전압 강하, LED 케이블 전압 강하로 인해서 정확도가 거의 영향을 받지 않으므로 훨씬 더 우수한 출력 전류 레귤레이션을 달성한다.

높은 역률과 낮은 고조파

LT3799는 라인 전류가 인가된 사인파 전압을 따르도

LT3799 senses the output current from the primary side switch current waveform. For a flyback converter operating in boundary mode, the equation for the output current is:

$$I_{OUT} = 0.5 \cdot I_{PK} \cdot N \cdot (1-D)$$

I_{PK} is the peak switch current, N is the primary to secondary turns ratio and D is the duty cycle. The IC regulates the output current by adjusting the peak switch current and the duty cycle through a novel feedback control.

Unlike other primary side sensing methods that need to know input power and output voltage information, this new scheme provides much better output current regulation since the accuracy is barely affected by transformer winding resistance, switch $R_{DS(ON)}$, output diode forward voltage drop and LED cable voltage drop.

High Power Factor, Low Harmonics

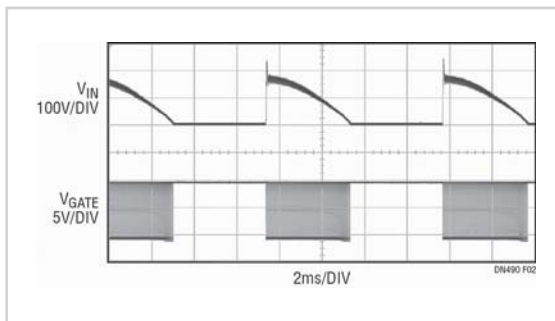
By forcing the line current to follow the applied sine-

록 함으로써 높은 역률을 달성하고 IEC61000-3-2의 Class C 조명 장비 고조파 요건을 충족한다. 출력되는 전류가 입력 전압에 비례하면 1의 역률을 달성하는 것이다. LT3799는 입력 전압에 따라서 피크 스위치 전류를 조절한다. 그럼으로써 0.97 이상의 역률을 달성한다. 저-대역폭 피드백 루프는 입력 전류를 왜곡하지 않고서 출력 전류 레귤레이션을 유지하도록 한다.

트라이액 디머 호환 가능

트라이액 디머는 오프 상태이더라도 완전히 오프인 것이 아니다. 그럼으로써 내부적 필터를 거쳐서 LED 드라이버로 상당한 양의 누설 전류가 흐르게 된다. 이 전류가 LED 드라이버의 입력 커패시터를 충전시킴으로써 임의적인 스위칭과 LED 깜빡임을 일으킨다. 이를 해결하기 위해서 이전의 솔루션들은 대형이면서 비싼 고전압 MOSFET을 포함하는 블리더 회로를 추가시켰다. LT3799는 트랜스포머 일차 권선과 메인 스위치를 블리더 회로로 활용함으로써 이러한 MOSFET이나 여타 추가적인 소자들을 필요로 하지 않는다. 그림 2에서 보듯이 트라이액이 오프이면 MOSFET 게이트 신호가 하이 가 되고 MOSFET이 온이 됨으로써 누설 전류를 블리딩 시키고 입력 전압을 0V로 유지한다. 트라이액이 턴 온하면 즉시 MOSFET이 정상적인 전력 공급 상태로 매끄럽게 전환한다.

Figure 2. MOSFET Gate Signal & V_{IN}



LED 개방 및 단락 보호

트랜스포머 삼차 권선을 통해서 LED 전압을 지속적

wave voltage, the LT3799 achieves high power factor and complies with IEC61000-3-2, Class C lighting equipment Harmonics Requirement. A power factor of one is achieved if the current drawn is proportional to the input voltage. The LT3799 modulates the peak switch current with a scaled version of the input voltage. This technique provides power factors of 0.97 or greater. A low bandwidth feedback loop keeps the output current regulated without distorting the input current.

TRIAC Dimmer Compatible

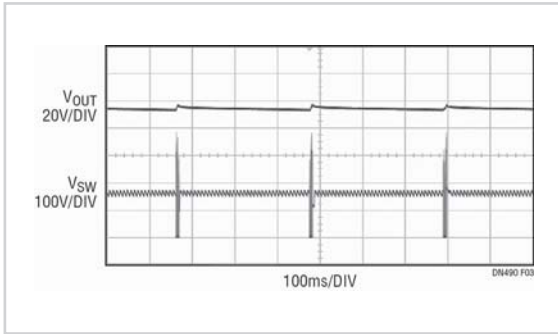
When the TRIAC dimmer is in the off state, it's not completely off. There is considerable leakage current flowing through its internal filter to the LED driver. This current charges up the input capacitor of the LED driver, causing random switching and LED flicker. Prior solutions added a bleeder circuit, including a large, expensive high voltage MOSFET. The LT3799 eliminates the need for this MOSFET or any other extra components by utilizing the transformer primary winding and the main switch as the bleeder circuit. As shown in Figure 2, the MOSFET gate signal is high and the MOSFET is on when the TRIAC is off, bleeding off the leakage current and keeping the input voltage at 0V. As soon as the TRIAC turns on, the MOSFET seamlessly changes back into a normal power delivery device.

Open- and Shorted-LED Protection

The LED voltage is constantly monitored through the transformer third winding. The third winding voltage is proportional to the output voltage when the main switch is off and the output diode is conducting current. In the event of overvoltage or open-LED, the main switch turns off and the capacitor at the CT pin discharges. The circuit enters hiccup mode as shown in Figure 3.

In a shorted LED event, the IC runs at minimum

Figure 3. Output Open-Circuit Event



으로 모니터링 한다. 이 삼차 권선 전압은 스위치가 오픈 이고 출력 다이오드가 전류를 전도할 때 메인 출력 전압에 비례한다. 과전압이나 개방 LED가 발생되면 메인 스위치가 턴오프 하고 CT 핀의 커패시터가 방전한다. 그러면 회로가 그림 3에서 보는 것과 같은 ‘hiccup’ 모드가 된다.

LED 단락 시에는 이 IC가 최소한의 주파수로 실행되다가 삼차 권선이 이 IC로 충분한 전력을 공급하지 못함으로써 V_{IN} 핀 전압이 UVLO 임계값 아래로 떨어진다. 그러면 이 IC가 그림 4에서 보는 것과 같이 스타트업 시퀀스로 전환한다.

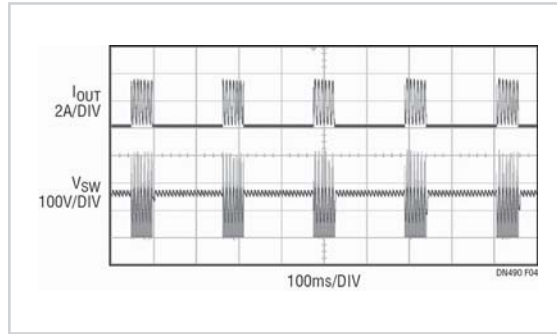
CTRL 핀과 아날로그 디밍

LT3799의 출력은 다중의 CTRL 핀을 통해서 조절할 수 있다. 예를 들어서 아날로그 디밍을 위해서는 출력 전류가 어떤 CTRL 핀으로 인가된 DC 제어 전압을 따르도록 할 수 있다. 이들 CTRL 핀을 이용해서 또한 과열 보호와 라인 브라운아웃 보호를 편리하게 구현할 수 있다.

요약

LT3799는 표준적 트라이앵글 디밍, 동적 PFC, 옴토커플러를 필요로 하지 않고 우수한 LED 전류 레귤레이션을 특징으로 하는 통합적인 오프라인 LED 드라이버 솔루션이다. 풍부한 기능의 이 고성능 IC를 이용함으로써 오프라인 LED 드라이버 솔루션을 대대적으로 간소화하고 크기를 소형화할 수 있을 것이다. **SN**

Figure 4. Output Short-Circuit Event



frequency before the V_{IN} pin voltage drops below the UVLO threshold as the third winding can't provide enough power to the IC. The IC then enters its start-up sequence as shown in Figure 4.

CTRL Pins and Analog Dimming

The LT3799's output can be adjusted through multiple CTRL pins. For example, the output current would follow a DC control voltage applied to any CTRL pin for analog dimming. Overtemperature protection and line brownout protection can also be easily implemented using these CTRL pins.

Conclusion

The LT3799 is a complete offline LED driver solution featuring standard TRIAC dimming, active PFC and well-regulated LED current with no opto-coupler. This high performance and feature-rich IC greatly simplifies and shrinks offline LED driver solutions. **SN**

*** 다양한 온라인 강좌를 보실 수 있습니다 ***

웹캐스트링크

www.webcastlink.com