

# [온세미컨덕터]다중 LED 어레이의 효율적인 구동 및 안전 모니터링

저자 Fabien Franc

2012년 04월 10일 (화) 10:12:11

편집부 ✉ editor@lednewskorea.com

LED는 전통적인 CCFL을 대체하는 LCD TV 백라이트팅 같은 부분에서 빛을 발광하는데 점점 더 많이 사용되고 있다. 산업용 조명 및 일반 조명에서 점진적으로 백열등, CFL(compact fluorescent lamps), 고휘도 전구를 대체해가고 있다. 내부에 흐르는 전류에 비례하는 빛의 세기를 제공하는 LED의 소모되는 전력은 전류와 LED의 순방향 전압에 비례한다.

그런데 비싼 PCB와 추가적인 방열판을 필요로 하여 전체 비용을 증가시키는 소수의 고전력 LED를 사용하기 보다는 다수의 소전류 LED를 사용하는 편이 광원과 전력 소모를 더 잘 분산시킬 수 있다. 예를 들어 LCD 백라이트팅에서는 백색 LED가 LCD의 한 변 또는 여러 변을 따라 고르게 배치된다. LED 조명기구에서는 다수의 LED를 사용했을 때 빛이 더 잘 확산되고 PCB 및 히트싱크 상에서 열이 더 잘 분산된다. 이러한 두 가지 이유로 여러 개의 LED를 사용하는 접근방식을 흔히 볼 수 있다.

병렬로 된 LED 보다 LED 스트링을 구동하면 전류가 매칭되어 더 적은 수의 인터커넥션 단자를 갖게 된다. 스트링이 하나 밖에 없을 경우 그 연결이 끊어지면 빛의 조사가 완전히 중지된다. 그러므로 여분의 소자를 배치하여 적어도 두 개의 스트링을 병렬로 할 필요가 있다. 그렇게 하면 LED에 인가되는 양극(anode) 전압이 줄어들어 안전성을 더 높일 수 있다.

한편, 다중 스트링 구성에서 광출력이 균일하려면 전류가 매칭되어 있어야 한다. 스트링들은 약간 다른 순방향 전압 특성을 경험하는데 선형 구동기를 사용하면 그로 인해 과도한 열이 방출될 수 있기 때문에 그러한 특성들을 모니터링 해야 한다. 이때 구동 회로는 LED 개방 및 LED 합선으로 인한 고장 상태를 탐지하고 동작을 계속해야 한다.

## 스텝업 컨버터 및 선형 구동기를 가진 24V DC 파워서플라이

전통적으로 TV세트에는 DC 24V를 공급하는 스위치모드 파워서플라이(SMPS)가 들어있다. 최근에는 이와 동일한 파워서플라이가 (스텝업 컨버터로도 알려져 있는) DC-DC 부스트 컨버터에 연결되어 긴 LED 스트링의 순방향 바이어스에 필요한 80 V ~ 200 V의 높은 전압을 생성한다. 스텝업 컨버터는 온세미컨덕터의 UC3843이나 NCP1252 같은 펄스폭 변조(PWM) 컨트롤러로 이루어져 있다.

선형 LED 컨트롤러는 다중 스트링 전류를 레귤레이팅하는데 사용되는데 선형 구동기에서의 전력 소모를 최소화하도록 양극 전압을 가능한 한 낮게 자동 조정하기 위해 부스트 컨버터에 피드백을 제공한다 (그림 1 참조). 동작하는 도중에 일어나는 장애들은 컨트롤러로 처리하면 되는데 이러한 장애로는 'LED 개방'과 'LED 합선' 채널 현상들이 있다.

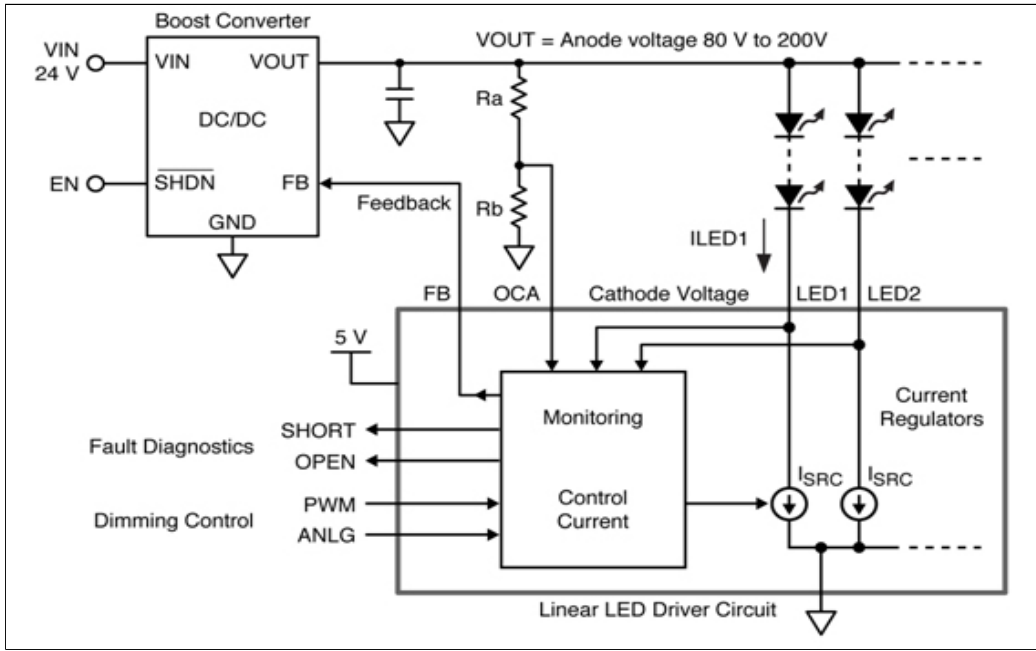


그림 1. 선형 구동기를 가진 DC-DC 부스트 컨버터

### LED 개방으로부터의 보호

과전압의 경우나 LED 스트링이 개방 회로가 되는 경우, 부스트 컨버터가 채널을 통해 전류를 레귤레이팅함에 따라 양극 전압(VOUT)을 증가시킨다. 정격 전압 초과 현상이 부스트 회로와 그 출력 커패시터, 또는 선형 구동기로 가는 손상을 피하기 위해서는 ‘LED 개방 전압’이라 불리는 안전값으로 최대 양극 전압을 제한해야 한다.

LED 개방을 탐지하는 한 가지 방법은 그림 1에 나와 있는 것처럼 양극 단자를 저항 분배기(Ra, Rb)에 연결한 후 그 중간 지점을 저 전압 비교기(OCA 입력)에 연결하는 것이다. 양극 전압이 LED 개방 전압에 도달하면 LED 구동기는 전류 레귤레이터 회로에 의해 그라운드 전위로 내려간 음극을 탐지하여 개방 채널을 식별한다. 그러면 개방 채널의 사용이 중지되어 파워서플라이는 시스템이 리셋되거나 DC-DC 부스트의 전력이 줄어들 때까지 그 채널을 무시한다.

LED 개방으로 인한 고장은 오픈-드레인 출력 플래그(OPEN)를 이용해 시스템에 보고된다(그림 2의 파형 참조). LED 개방 전압은 (차가운 주변 온도에서) 가장 높은 순방향 전압 LED에 따라 최대 양극 전압 위 10%나 20%로 설정될 수 있다.

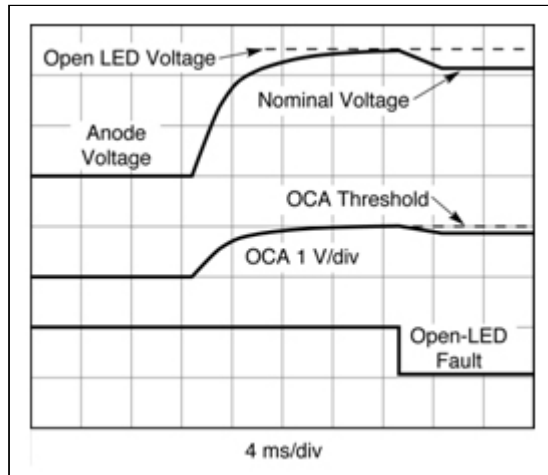


그림 2. 개방 LED일 경우의 파워업

### LED 합선으로부터의 보호

일부 예외적인 경우, 몇몇 LED는 합선되거나 스트링의 양극-음극 단자들이 우연히 연결될 수도 있다. 이로 인해 (LEDx 핀에서) 음극 전압을 상승시켜 구동 회로에서 과도한 열이 방출되는데 소모되는 전력을 줄이는 한 가지 옵션은 합선 상태가 제거될 때까지 LED 전류를 낮추는 것이다.

LED 순방향 전압들이 잘못 매치되면 LED 합선 고장을 유발할 수 있다. 이 상태의 기준은 상승한 음극 전압이 그 한계를 넘으면 장애가 유발되는 음극 전압이다. 이 장애는 오픈-드레인 출력 플래그(SHORT)를 이용하여 시스템에 보고된다. 구동 회로에서 소모되는 전력은  $PD = \sum V_{LEDx} \times I_{LEDx}$ . 와 같이 계산되는데 여기서  $V_{LEDx}$ 는 음극 전압이고,  $I_{LEDx}$ 는 각 채널의 LED 전류이다.

### 밝기 조절(dimming) 방법

밝기 조절(dimming)은 LED 전류를 변화시켜서 사용자가 광도나 휘도를 조절할 수 있게 해주는 중요한 기능인데 여기에는 두 가지 방법이 있다. 즉, 펄스폭 변조(PWM)를 이용하거나 아날로그 입력 신호를 이용하는 것이다.

PWM 조절 방식은 평균 LED 전류가 듀티사이클에 비례하도록 채널을 on 및 off로 반복해서 전환함으로써 LED 전류를 조정한다. 예를 들어, 100 mA 공칭 전류에서 5%의 듀티사이클은 5 mA의 평균 전류와 동등하다. 눈에 보이는 깜박거림이 생기지 않게 하려면 PWM 주파수가 적어도 100 Hz는 되어야 하는데 보통은 300 Hz 정도이다. 특히 낮은 듀티사이클에서는 PWM 주파수가 낮을수록 더 높은 해상도로 밝기를 조절할 수 있다.

PWM 밝기 조절 방식의 한 가지 이점은 LED의 색상을 보존해 준다는 점이다. 아날로그 밝기 조절 방식은 전압에 직비례하는 전류값을 설정해주는 아날로그 전압(ANLG 입력)으로부터 밝기 조절을 제어한다. 필요하다면 양쪽 방식 모두 동시에 이용할 수 있다.

### 솔루션

온세미컨덕터의 CAT4026 6채널 LED 컨트롤러는 다중 고전압 스트링을 모니터링하고 고장 진단을 지원하며 이들을 레귤레이팅하는 집적 솔루션을 제공한다. 각 채널은 외부 쌍극형 전력 트랜지스터(Q1 ~ Q6)를 통해 레귤레이팅된다(그림 3의 응용 회로 참조). 전압(RSET 핀)을 1 V로 조정하여 전류를 제어할 수 있도록 트랜지스터는 직렬 저항을 통해 그라운드에 연결된다.

트랜지스터는 또한 높은 전압을 경험할 수 있는 LED 음극에 연결되며, LED 합선으로 인한 고장 시 최대 양극 전압을 처리할 수 있어야 한다. 트랜지스터 정격 전압은 매우 중요하다. 트랜지스터에서 소모되는 전력의 좋은 근사값은 LED 전류에 콜렉터-에미터 간 전압을 곱한 것이다. 열 분산을 위해 패키지 스타일을 선택하고 PCB 레이아웃을 설계할 때는 최악의 상황을 고려해야 한다.

양극 전압은 LED 컨트롤러가 DC-DC 컨버터에 피드백을 제공하는 폐쇄 루프 시스템에 의해 자동으로 결정된다. CAT4026은 VCS 핀을 통해 가장 높은 순방향 전압 스트링이나 가장 낮은 음극 전압을 인식한다. 부스트 컨버터는 일단 가장 낮은 음극 전압이 공칭 헤드룸 전압에 있으면 정상 동작에 도달한다. 모든 채널들이 동일한 양극 전압에 묶여있기 때문에 다른 스트링들은 더 높은 음극 전압을 겪게 되는데 이로 인해 일부 전력이 트랜지스터에서 소모된다. 작동하는 모든 채널 전류는 그림 3에 나와있는 외부 저항( $R_1 \sim R_6$ )에 의해  $I_{LEDx} = 1V / R_x$ 로 각각 설정된다.

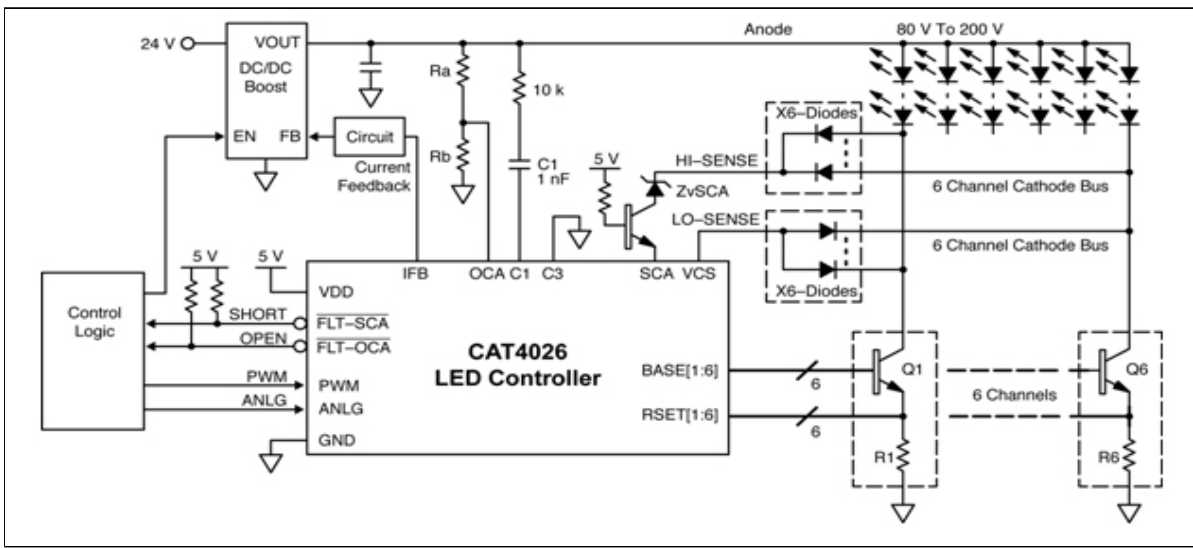


그림 3. CAT4026 LED 컨트롤러를 가진 부스트 컨버터

CAT4026의 VCS핀은 다이오드 OR 회로(LO-SENSE)를 통해 가장 낮은 음극 전압을 감지하며 다이오드 전압 강하에 0.6V를 추가한다. LED 개방은 OCA 핀 전압이 1V에 도달하고 개방 채널의 음극이 그라운드 전위로 떨어질 때 탐지된다. LED 합선은 SCA 핀에서 다이오드 OR 회로(HI-SENSE)를 통해 가장 높은 음극 전압이 감지될 때 탐지된다. 제너 다이오드(ZvSCA)는 LED 합선 문턱 전압을 조정할 수 있도록 해준다.

CAT4026은 최대 여섯 개의 LED 스트링을 제어하며 정확한 매칭을 보장한다. 스트링이 여섯 개 미만인 애플리케이션에서 사용되지 않는 채널 핀들은 연결하지 않고 남겨진다. 스트링이 여섯 개 이상인 애플리케이션에서는 다중 CAT4026 소자들이 병렬로 연결될 수 있다. 한 개의 마스터 컨트롤러는 파워서플라이에 피드백을 제공한다. CAT4026은 단면 PCB에 쉽게 장착할 수 있도록 SOIC 28 핀 패키지로 제공된다.

### 결론

선형 컨트롤러는 컨트롤러 IC 보다는 이산형 트랜지스터에서 전력이 소모되는 다중 LED 스트링을 구동하는 유연한 솔루션을 제공한다. CAT4026 컨트롤러는 스트링에 인가되는 높은 전압에 직접 연결 않으며 최대 200V또는 그 이상의 긴 LED 스트링과 100W이상의 출력을 갖는 애플리케이션에 이상적이다.