

AUTOMOTIVE MANUFACTURING & Technology

자동차 제조기술

COVER STORY | 프로세서 관리도 '전문화' 시대

시험, 승인, 실적

iglidur® 자동차 부품은 매년 1만건 이상의 혹독한 시험을 거쳐 고객사의 승인을 받습니다. 1964년부터 현재까지 1천가지가 넘는 자동차 어플리케이션을 세계유수의 자동차회사와 부품사에서 승인 받았습니다. 매년 1억개 이상의 이구스 부품이 거리를 달립니다.

iglidur® 자동차 부품은 이구스의 자체 원료소재로 제작되며 다음과 같은 장점을 제공합니다.

- 어떤 복잡형상도 양산 가능
- 내식/내유/내화확성
- 공차 보정
- 진동 감쇠
- 예측가능한 긴 수명
- 중량대비 고강성
- 소음 흡수
- 내열성

● 자동차를 위한 신소재기술

igus.kr

한국이구스(주)

24시간 고객센터전화 080-000-2911

팩스 (032)821-2913

제품시험 및 샘플문의:

<http://automotive.igus.kr>

email: automotive@igus.kr



직렬 스트링 LED기반의 리어 콤비네이션 램프와 응용 사례

최근 자동차 산업계는 긴 수명, 스타일링 및 디자인이 우수한 LED를 선호하고 있다. 단일 광원인 백열등과 달리 LED는 여러 개의 LED가 연계해 동작하므로 제동등과 미등이 필요로 하는 빛의 세기를 제공하기 때문이다. 미등이 필요로 하는 빛의 세기는 제동등보다 적으므로 미등의 전력은 제동등보다 낮은 평균 전력으로 조정된다.

글 브라이언 블랙번(Brian Blackburn), 온세미컨덕터

LED 어레이는 병렬-직렬 배치 방식을 통해 전기적으로 연결되거나 여러 개의 직렬 스트링(보통 세 개가 직렬로 연결)으로 되어 있는데, 후자는 각 스트링의 자체 전력 저항과 다이오드 바이어스가 병렬로 연결되어 전체 RCL을 구성한다. 스트링의 수는 최저 RCL 당 두 개에서 최대 여덟 개 이상이다.

여러 개의 LED가 갖는 빛의 세기 분포를 다루는데서 저항 기반의 전류원들은 일정한 제조 및 비용에 제약을 가진다. 고객사와 정

부의 광 출력 요구에 맞춰 RCL의 세기를 정규화 하기 위해서는 서로 다른 값의 저항기들을 준비해야 한다.

직렬 스트링 LED 기반의 RCL에 전류 레귤레이션을 제공하려면 반도체를 기반으로 한 ASSP(Application Specific Standard Product)를 사용할 수 있다. 이 기고문에서는 ASSP의 예를 들어 이것이 RCL 설계에 어떻게 적용되는지를 다루게 된다. 소자의 능력에 관한 설명 외 LED 하나가 개방되었을 때 LED 어레이를 어떻

게 자동으로 래치 오프(latch off) 하는 지 응용 회로를 통해 보여주려 하는 것이다. 이 래치 오프 회로는 백열등의 동작 실패를 흉내내는데 여전히 필요한 '하나가 나가면 모두 나가는' 동작의 근간이 된다.

배경 정보 및 애플리케이션

슬림한 디자인과 높은 신뢰성에 대한 약속은 LED 기반의 램프를 선택된 기술로 만들어준다. 백열 램프를 대체할 LED 램프의 장애 요인은 초기 비용 및 대체 비용이다.

이러한 이유로 인해 LED 기반의 RCL은 9.0V~16V인 정상적인 자동차의 연속 전압에서 LED 어레이 양단에 레귤레이션을 거친 제한된 전력을 제공하기 위해 전류 레귤

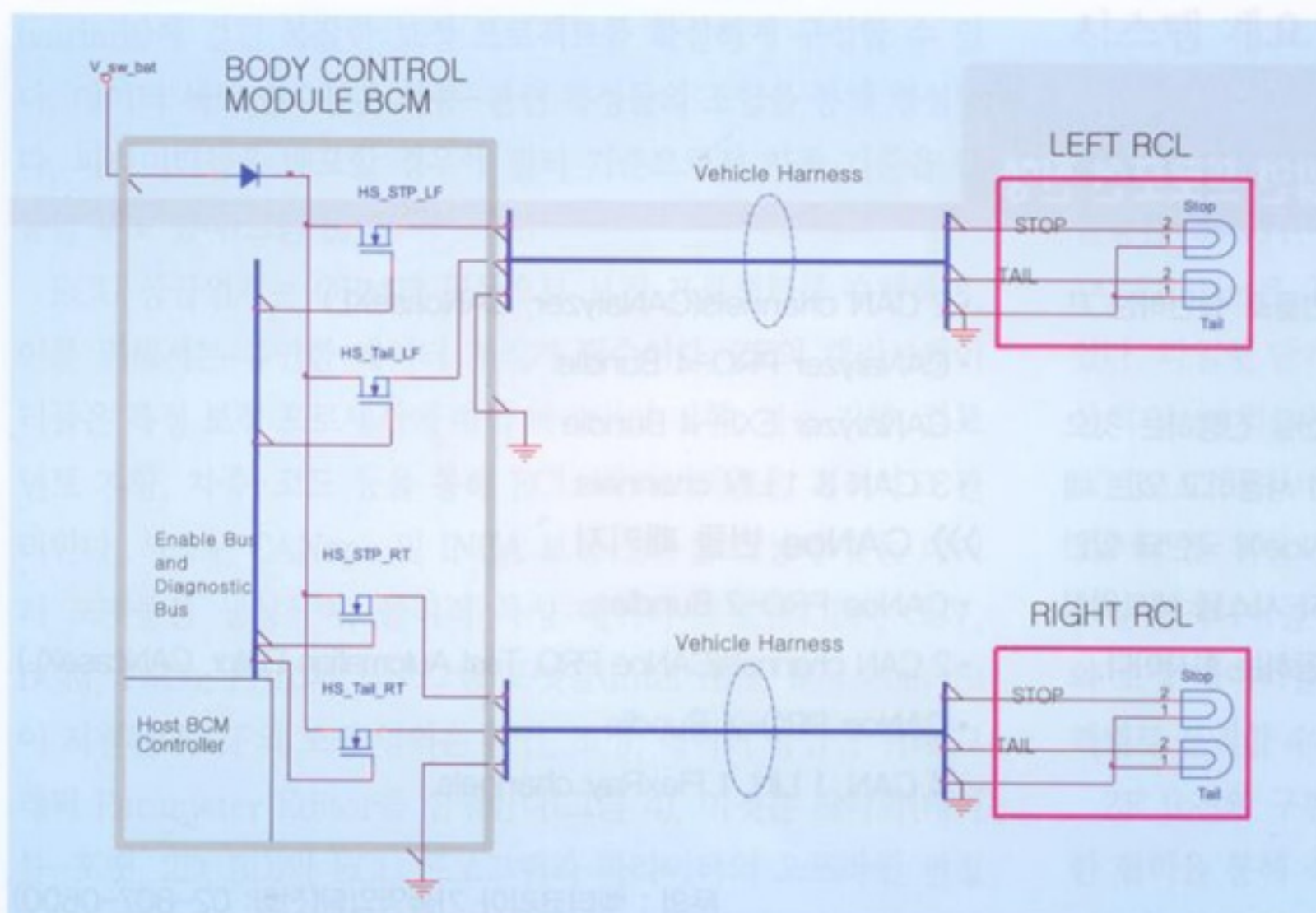


그림 1. 차량의 BCM 및 RCL 인터페이스

레이션을 필요로 한다. 게다가, 백열등 기술과 LED 기술은 개방 전구 조건에서 BCM(Body Control Module)에 서로 다른 문제를 가져다 준다.

그림 1은 차량의 BCM과 RCL 인터페이스를 나타낸다. BCM은 여러 채널의 하이 사이드 드라이버를 포함하고 있어 스위칭된 전력을 차량의 다양한 접지 부하에 공급한다. 각각의 HSD는 보통 전류 제한을 가지고 있어 적어도 정규 동작 실패 모드의 일부를 쇼트에서 그라운드, 쇼트에서 배터리, 개방 부하 소자의 온오프 같은 진단 신호를 가진다. 이 HSD가 백열등에 공급할 크기로 만들어졌으면 전류 제한은 high 정상 상태 전류 뿐만 아니라 유입 전류의 high도 해결해야 하며, HSD의 전류 제한 임계값을 높은 값으로 끌어올린다.

하지만 백열등이 타버리면 하이 사이드 드라이버는 개방 회로 여부를 쉽게 판단할 수 있는데, 이는 백열등이 동작에 실패해 개방되고 BCM의 HSD에 의해 0 전류가 쉽게 감지되기 때문이다. 이 개방 회로 조건은 LED 기반의 RCL의 경우 다르게 적용되므로 BCM의 HSD와 RCL의 전류 레귤레이터에 대해 특별한 사항들을 고려할 필요가 있다.

스트링 이론

LED 기반의 RCL에서 개별 LED들은 교차 결합(cross coupled) 토폴로지나 직렬 스트링(series strings) 토폴로지의 두 가지 방식으로 배열된다. 그림 2a와 2b는 이 토폴로지들을 자세히 보여준다. LED 어레이로 가는 전류원은 전력 저항을 사용하기 때문에 제한된다. 대부분의 LED는 LED 순방향 전압의 미스매치로 인해 병렬로 연결할 수 없으며, 병렬로 연결하면 전류 분배가 고르게 이루어지지 않을 수 있다. 더 낮은 전류를 필요로 하는 미등 모드에서는 전류 분배 문제가 더 복잡해진다.

LED의 특성은 정상 동작 전류 및 제동등 전류에서 결정되고 미등이 필요로 하는 전류에서보다 보통 열 배 더 크므로 그림 2b에 나와있는 토폴로지가 선호된다. 그림 2a의 단일 전력 저항은 각각의 LED 스트링에 딸린 별도 전력 저항으로 분리된다. 미등 모드에

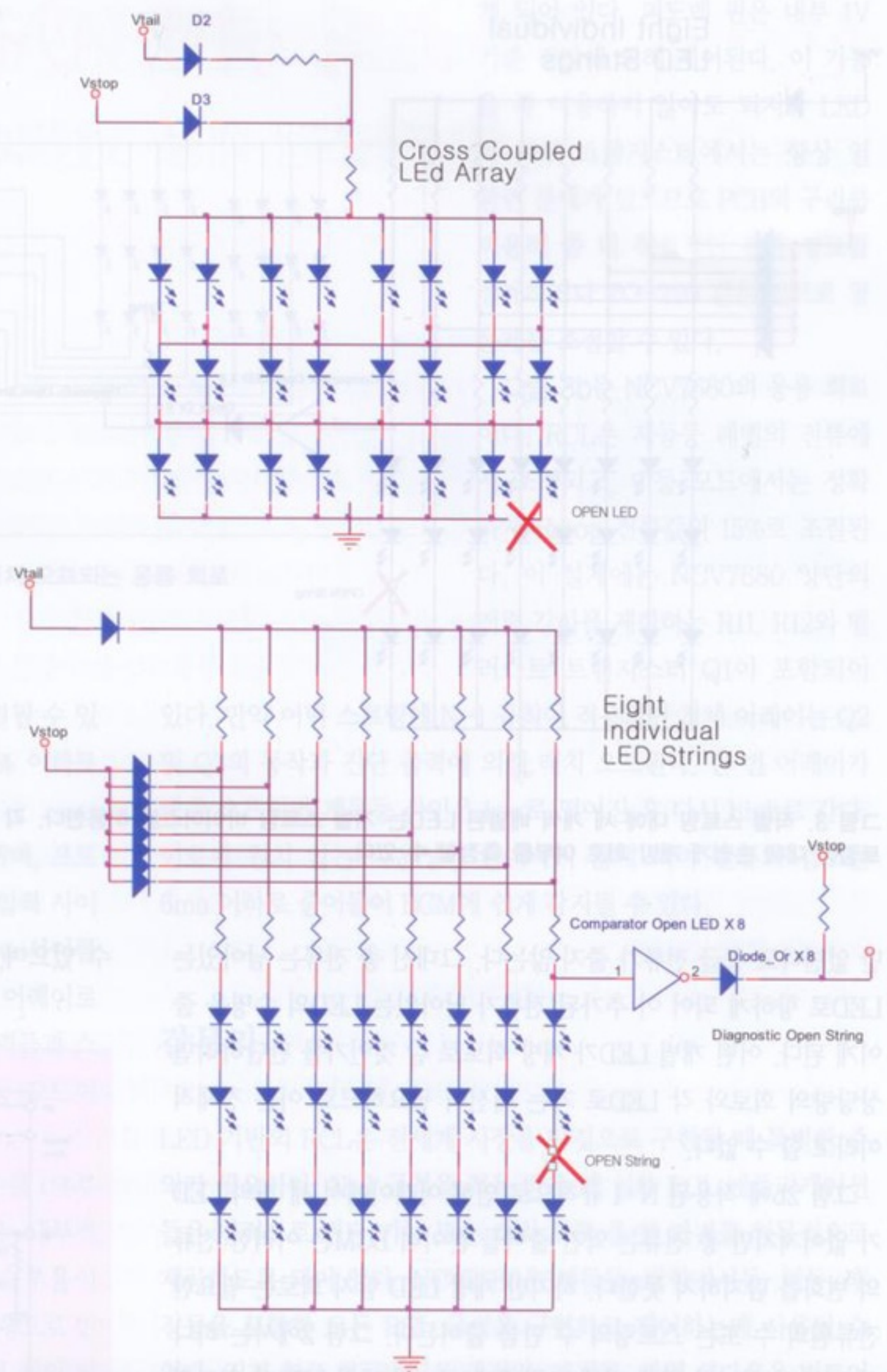


그림 2a. 교차 결합 토폴로지와 N-1 조건(위), 그림 2b. 직렬 스트링 토폴로지(아래)

서는 제동등 전력 피드의 다이오드 차단과 함께 총 전류가 모든 스트링에 고르게 배분된다.

전기적 설계 문제를 더 복잡하게 하는 것은 RCL 제조업체들이 정부의 요구 사항(FMVSS 108)과 씨름해야 한다는 데도 있다. 이 법 조항은 개방 회로로 가는 하나의 LED에서 필요한 광 출력을 유지할 것을 요구한다. 이는 N-1 규칙으로서 RCL이 의무적으로 추가적인 LED를 갖도록 할 수 있다. 그림 2에서 보듯이 하나의 LED

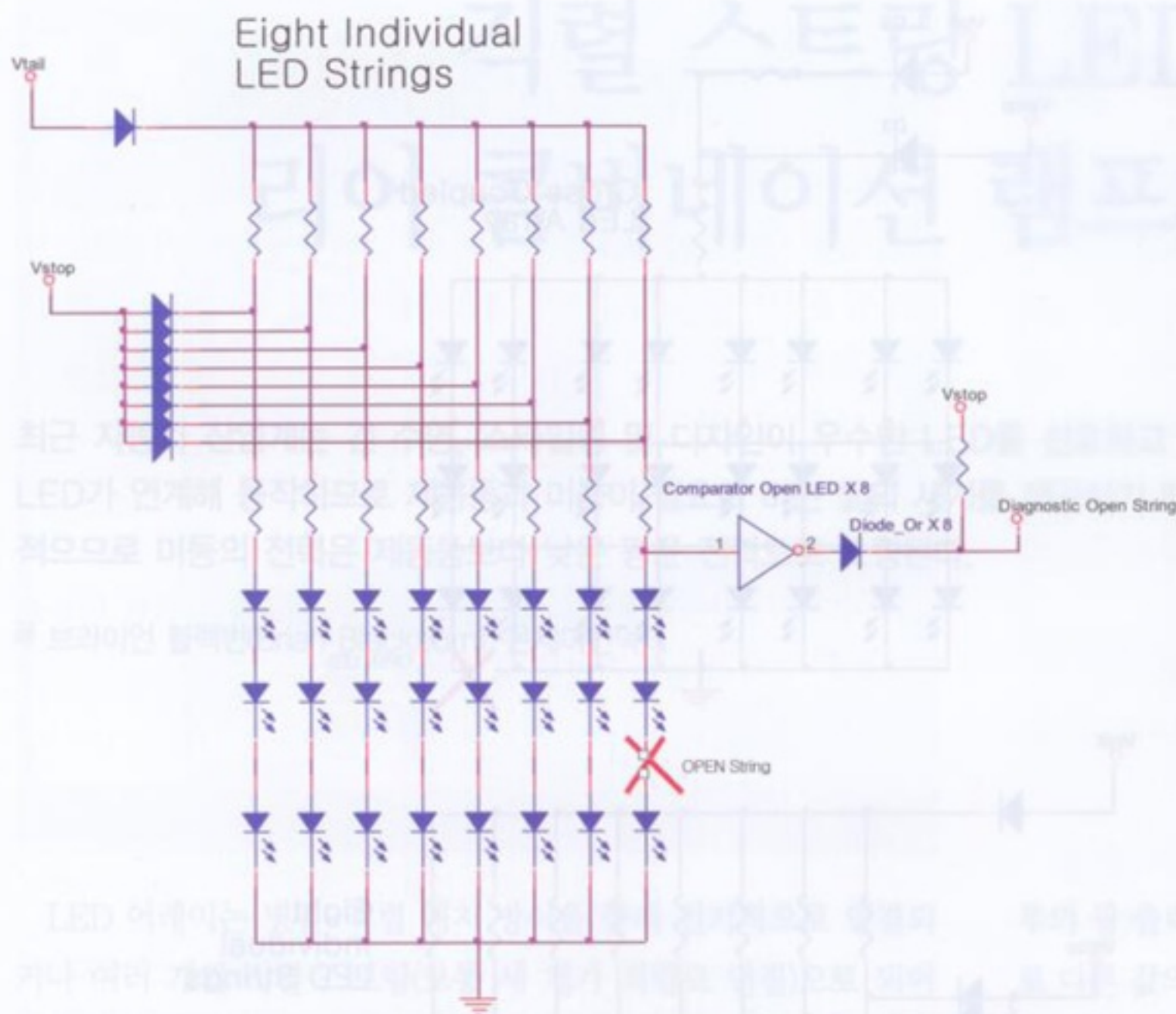


그림 3. 직렬 스트링 내에 세 개씩 배열된 LED는 개별 스트링 바이어스를 허용한다. 각 스트링에 대해 손쉽게 개방 회로 여부를 측정할 수 있다.

만 없앤다고 공급 전류가 줄지 않는다. 그대신 총 전류는 남아있는 LED로 향하게 되어 이 추가된 전류가 남아있는 LED의 수명을 줄이게 된다. 어떤 개별 LED가 개방 회로로 갈 것인가를 판단하려면 상당량의 회로와 각 LED로 가는 배선이 필요하므로 이는 경제적이라고 할 수 없다.

그림 2b에 적용된 N-1 규칙으로 인해 어레이에서 세 개의 LED가 없어지지만 총 전류는 약간 줄어들 뿐이며 BCM은 이러한 전류의 변화를 탐지하지 못한다. 하지만 개방 LED 탐지 회로는 필요한 전류원의 수 또는 스트링의 수 만큼 줄어든다. 그림 2에서는 하나의 LED만 없어진 것에 비해 그림 3에서는 세 개의 LED가 없어졌지만 진단 신호가 보장된다면 스트링 토폴로지가 적절한 선택이다. 이것은 바로 LED 기반의 방향지시등(Turn Indicator)에 적용되는데, 여기서는 BCM이 진짜 개방 부하를 탐지하고 드라이버가 경고를 받을 수 있도록 전체 어레이를 래치 오프(Latch-Off)하는 데 진단 표시를 사용한다. 일부 시장에서는 제동등에 대해서도 이 래치 오프 동작이 의무 조항이다.

여러 LED 스트링에 전력을 공급하기 위해 매칭된 연속 전류 싱크를 제공하려면 ASSP(Application Specific Standard Product) 선형 집적 회로가 사용될 수 있다. 이 소자는 어떤 스트

링이 N-1 규칙을 적용받게 생기면 플래그 역할을 해줄 진단 신호를 생성해야 한다. 이 경고 플래그는 전체 RCL을 래치 오프하여 BCM이 개방 회로 조건을 탐지하도록 하는데 사용될 수 있다. 온도초과 섯다운 및 전력 폴드백 기능 같은 항목들이 추가로 더해져 결국은 소자가 여러 가지 회로 쇼트 및 자동차 부하를 가지고 견뎌내야 하는 일시적인 전기적 조건에 더 강하게 만들어준다.

NCV7680은 RCL 엔지니어가 다양한 LED 어레이를 반복적으로 구현하기 위해 필요로 하는 모든 요건들을 충족시키도록 개발됐다. 이 소자는 특히 비용과 EMI 문제들로 인하여 스위치 모드 파워 서플라이가 아닌 연속 전류 선형 레귤레이터로 특별히 설계됐다.

그림 3a는 NCV7680의 회로도를 보여준다. 각 출력에서 레귤레이션을 거친 전류는 Rstop 핀에서 하나의 저항에 의해 값이 결정된다. 이 저항은 각 출력에 복제되는 특정값의 소전류를 공급한다. 이 출력들은 하나의 출력 당 10mA 이하에서부터 스트링 당 최대 100mA로 프로그램될 수 있으며, 레귤레이션을 거친 총 전류가 800mA가 되도록 한다.

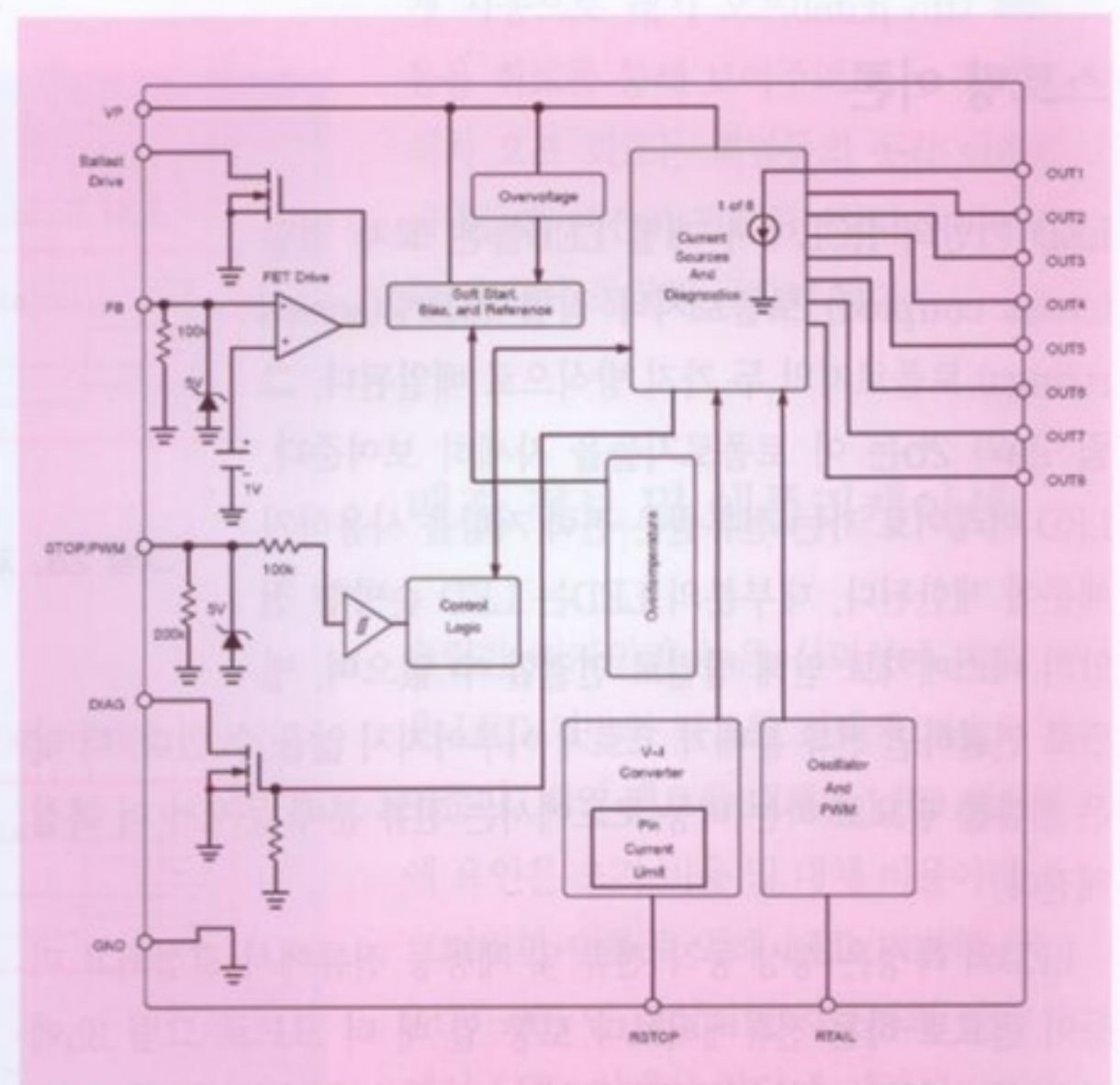


그림 3a. LED 기반의 RCL을 구현하는데 필요한 모든 기능을 갖추고 있는 NCV7680 회로도

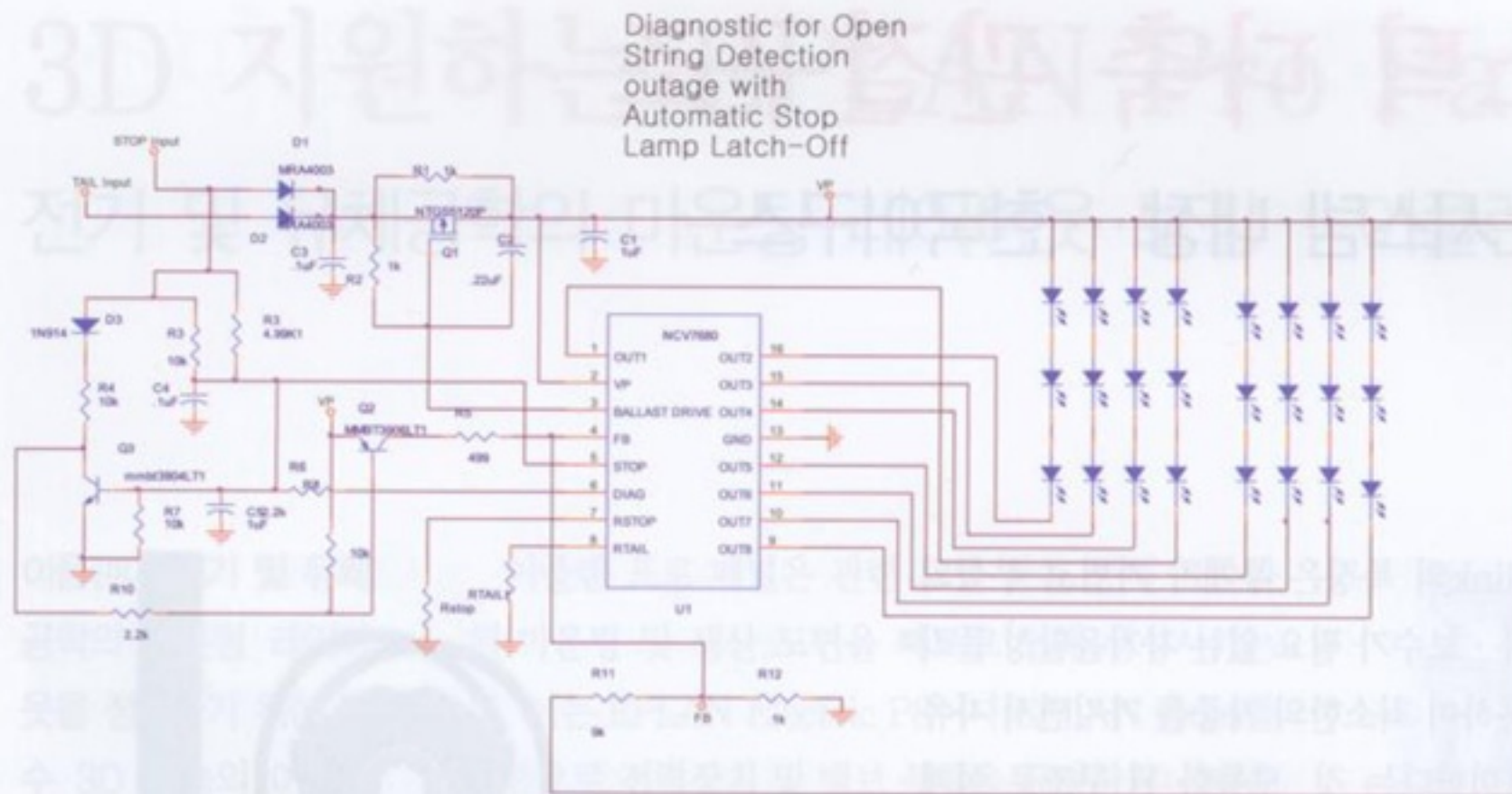


그림 3b. BCM 진단 기능을 위해 자동 래치 오프되는 응용 회로

이 출력들은 더 높은 스트링 전류를 위하여 함께 단락 연결될 수 있으며 전체 자동차 주변 온도 범위(-40℃~125℃)에서 5% 이하로 맞춰진다.

제동등 입력이 토글링되면 모든 출력이 on 상태로 바뀌며, 프로그램된 Rstop 값으로 레귤레이팅된다. 출력들은 제동등 입력 사이클이 끝날 때까지 on 상태로 남아 있다. 제동등 핀이 low 사이클에 있고 전력이 여전히 다이오드 OR을 통해 BCM에서 어레이로 공급되면 NCV7680은 내부 PWM 모드로 되돌아가서 출력들과 스트링들은 세기의 평균 전류값으로 조절된다. 이것은 미등 모드이다. 그리고 충격 계수는 Rtail값으로 선택할 수 있다.

그라운드와 연결되는 이 저항은 미등의 PWM 충격 계수를 0%부터 80% 사이에서 설정할 수 있다. 내부 오실레이터 주파수는 내부적으로 1kHz로 설정되는데 가장 중요한 것은 전류의 슬루율이 6ma/us의 낮은 레벨로 제한된다는 것. 이는 PWM 전류 파형으로 인한 발광 문제가 일어나지 않도록 해준다. 진단 신호는 여덟 개의 전류 출력에서 나온 내부 다이오드 OR이다. 제동등 입력이 high로 갈 때마다 진단 신호는 low로 간다. 어떤 LED 스트링이 개방 회로로 가고 제동등 기능이 활성화되어도 진단 기능이 활성화되지는 않으며 간단한 풀업만으로도 간단한 진단 기능을 위한 회로가 완성된다.

선형 레귤레이터인 NCV7680에서 열 관리는 순식간에 큰 문제가 된다. 이 소자는 SOIC 16패키지에 노출형 열 패드가 달려있지만, 일부의 경우 자동차의 전력 강하를 관리하는데 추가적인 도움이 필요하기도 하다. 이 소자는 하이 사이드 P 채널 MOSFET의 외부 게이트나 PNP 쌍극형 트랜지스터의 베이스를 구동시킬 수 있

게 되어 있다. 피드백 핀은 내부 1V 기준 전압에 의해 제어된다. 이 기능을 꼭 이용하지 않아도 되지만 LED와 외부 트랜지스터에서는 항상 열 관련 문제가 있으므로 PCB의 구리를 이용해 좀 더 직접적인 전력 경로를 설계하거나 TO-220 같은 것으로 열 문제를 조절할 수 있다.

그림 3b는 NCV7680의 응용 회로이다. RCL은 제동등 레벨의 전류에서 조정되고, 미등 모드에서는 정확하게 Rstop 전류값의 15%로 조절된다. 이 설계에는 NCV7680 양단의 전력 강하를 제한하는 R11, R12와 밸리스트 트랜지스터 Q1이 포함되어 있다. 만약 어떤 스트링에 N-1 규칙이 적용되면 전체 어레이는 Q2 및 Q3의 동작과 진단 출력에 의해 래치 오프된다. 한 번 어레이가 래치 오프되면 제동등 라인은 low로 떨어진 후 다시 high로 간다. 이로써 원치 않는 바운싱이 일어나지 않게 되며 전류의 감소는 6ma 이하로 줄어들어 BCM에 쉽게 감지될 수 있다.

갈무리

LED 기반의 RCL은 전세계 시장을 타깃으로 구현될 때 특별한 주의가 필요하다. N-1 규칙을 적용 받을 때 일부 RCL 애플리케이션들은 법적으로 진단 기능 또는 래치 오프 중 한 가지를 의무적으로 제공하도록 되어 있다. NCV7680은 제동등, 방향지시등, 미등, 후진등을 포함한 모든 RCL 구성을 구현하고 제어하는데 사용될 수 있다. 집적 회로 접근방식은 과전압, 과전류, 과열 섯다운을 빌트인 방식으로 보호하게 해준다.

저자

브라이언 블랙번(Brian Blackburn)은 온세미컨덕터의 시니어 FAE (Senior Field Application Engineer)이고, 차량 충돌 탐지 알고리즘에서 전기식 루어 닙시에 이르기까지 다양한 분야에서 50개의 특허를 획득했다. 일리노이스 대학에서 BSEE를 받은 블랙번의 연락처는 brian.blackburn@onsemi.com이다.