

후미등을 위한 차량용 2상(SEPIC + 선형) 정적 LED 드라이버 모듈 레퍼런스 설계



설명

이 레퍼런스 설계에서는 RCL(리어 콤비네이션 램프) 등 차량용 후미 용도에서 LED 구동을 위한 솔루션을 자세히 보여줍니다. 이 설계에는 SEPIC(단일 종단 일차 인덕턴스 컨버터)로 구성되는 LM5155-Q1 전압 레귤레이터가 구동하는 TPS9261x-Q1 선형 LED 드라이버 제품군을 사용합니다. SEPIC은 차량용 배터리로부터 조정된 전압을 공급합니다. 이 설계는 콜드 크랭크 조건을 통해 작동 가능하며, 동시에 솔루션 효율을 최적화합니다.

특징

- 콜드 크랭크를 통과하여 작동
- 벅 부스트 작동
- 개방 및 단락 감지
- 단일 LED 단락 감지(정지 및 방향지시등)
- CISPR25 클래스 5 적합

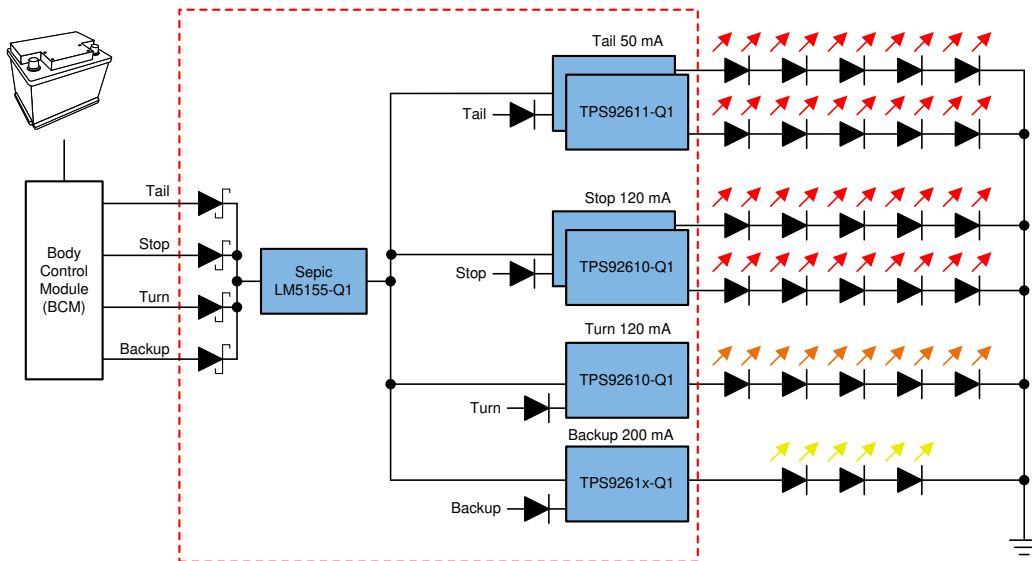
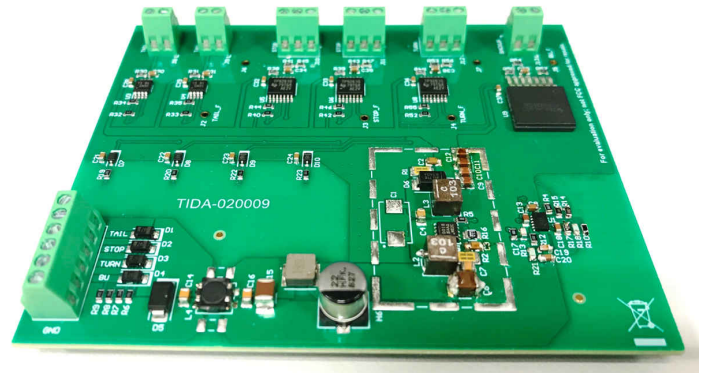
애플리케이션

- 외부 조명 - 미등

리소스

TIDA-020009	설계 폴더
LM5155-Q1	제품 폴더
TPS92610-Q1	제품 폴더
TPS92611-Q1	제품 폴더

당사 TI E2E™ 지원 전문가에게 문의하세요



1 시스템 설명

RCL(리어 콤비네이션 램프) 같은 새로운 후미등 용도에서 주요 광원은 LED 기반입니다. 그러한 용도에서는 LED 전류가 그렇게 높지 않기 때문에 선형 LED 드라이버는 주로 비용 효과적인 솔루션을 달성하는 데 사용됩니다. 가장 간단한 방법은 배터리에서 직접 선형 LED 드라이버에 전원을 공급하는 것인데, 여기에는 몇 가지 단점이 있습니다. 전력 손실은 배터리 전압 변화에 따라 달라지며, LED 스트링 전압은 시스템이 작동해야 하는 최소 작동 전압으로 한정됩니다.

이 레퍼런스 설계에서는 RCL(리어 콤비네이션 램프) 등 차량용 후미등 용도에서 LED 구동을 위한 솔루션을 자세히 보여줍니다. 여기서는 다양한 후면등 기능용으로 선형 LED 드라이버를 사용하며, LED 드라이버는 SEPIC(단일 종단 일차 인덕턴스 컨버터) LED 전원 공급 장치가 전원을 공급합니다. 벅 부스트 SEPIC LED 전원 공급 장치는 콜드 크랭크 등 다양한 배터리 전압을 통한 작동을 지원하며, 이 설계는 CISPR 25 전도 및 방사 방출 요건을 충족하면서 솔루션 크기와 효율을 최적화합니다.

1.1 주요 시스템 사양

표 1-1. 주요 시스템 사양

매개변수	사양
DC 입력 전압 범위	6 V~18 V
SEPIC 출력 전압	8V~16V, 기본값 = 12.5V
SEPIC 스위칭 주파수	460 KHz
LED 스트링 전류	미등 = 50mA, 정지등 = 120mA, 방향지시등 = 120mA, 후진등 = 210mA
LED 스트링 길이	미등, 정지등, 방향지시등 = LEDs 5개, 후진등 = LED 3개
작동 주변 온도	-40 - 85°C
PCB 폼 팩터	88 x 70mm(1.5 oz 2개 층)

2 시스템 개요

2.1 블록 다이어그램

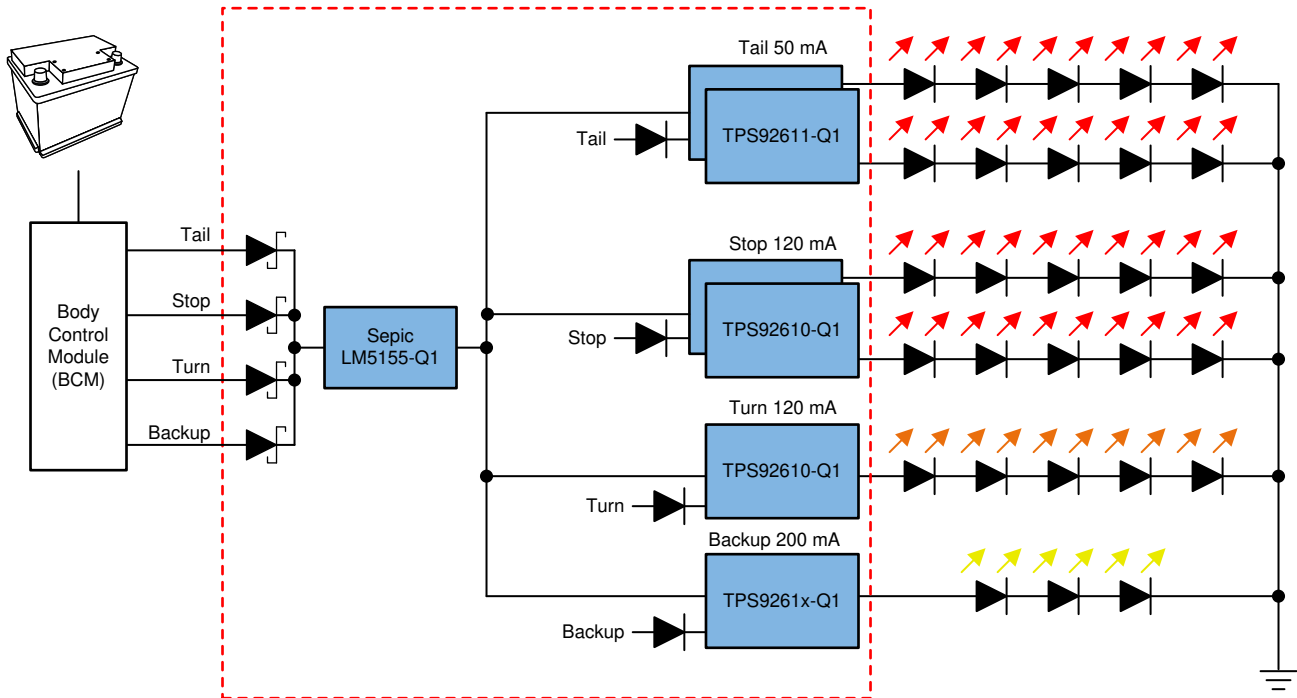


그림 2-1. TIDA-020009 블록 다이어그램

2.2 중요 제품

2.2.1 LM5155-Q1

LM5155x 장치는 입력 범위가 넓은 비동기 부스트 컨트roller로 피크 전류 모드 제어를 사용합니다. 이 장치는 부스트, SEPIC 및 플라이백 토폴로지에서 사용하기에 적합합니다.

이 장치는 입력 범위가 넓어 오토모티브 콜드 크랭크와 부하 덤프 과도 상태가 모두 포함됩니다. 이 장치는 최소 2.97V의 1개 셀 배터리로 시동할 수 있습니다. 시동 후에는 부스트 컨버터 출력으로 BIAS 핀을 공급해 최저 1.5V 입력까지 작동 가능합니다. 스위칭 주파수는 100 kHz부터 2.2 MHz까지 외부 저항으로 프로그래밍합니다. 2.2 MHz에서 스위칭하면 AM 대역 간섭이 최소화되며 작은 솔루션 크기와 빠른 과도 응답을 지원합니다.

이 장치는 1.5A 독립형 MOSFET 드라이버와 낮은 100mV 전류 한도 임계값을 사용합니다. 이 장치는 효율 개선을 위해 외부 VCC 공급 장치 사용을 지원합니다. 또한, 저부하 조건에서는 낮은 작동 전류와 펄스 스킵 작동이 효율을 향상시킵니다.

이 장치에는 사이클별 전류 한도, 과전압 보호, 라인 UVLO, 과열 시 차단 및 히킵 모드 과부하 보호(LM51551)와 같은 보호 기능이 내장되어 있습니다. 추가 기능으로는 낮은 셧다운 IQ, 프로그래밍 가능한 소프트 스타트, 프로그래밍 가능한 기울기 보상, 정밀 참조, 전력 양호 표시기 및 외부 클록 동기화 등이 있습니다.

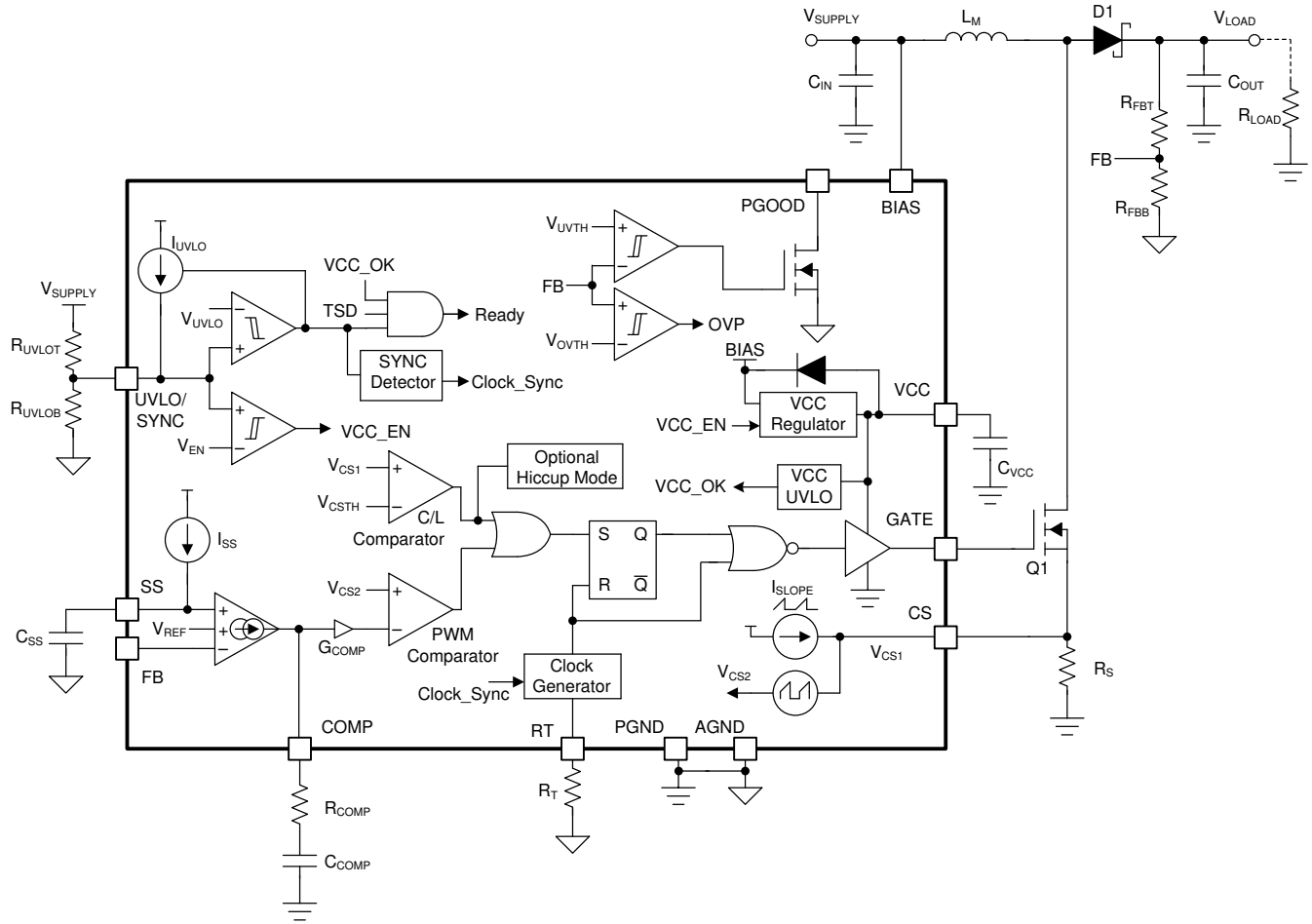
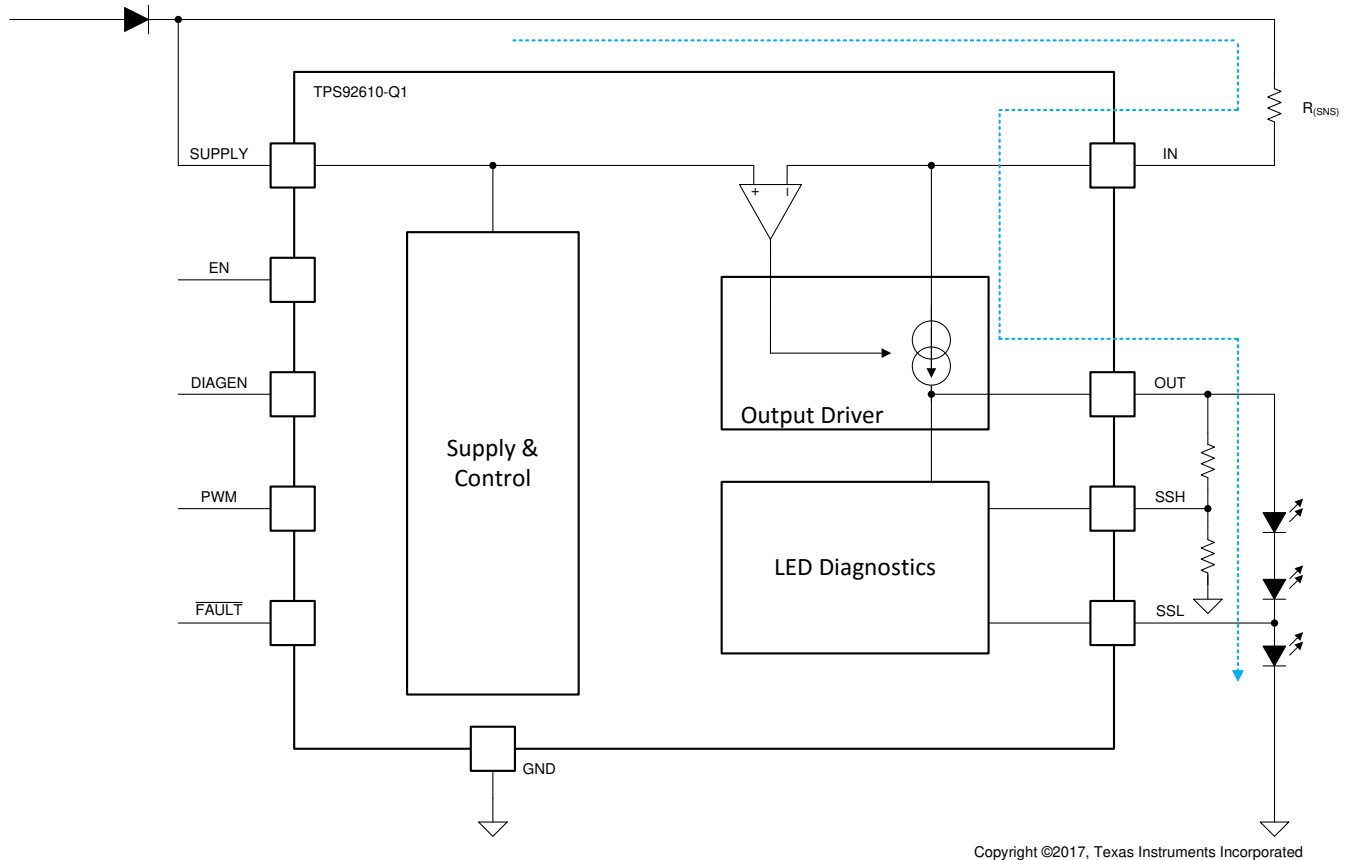


그림 2-2. LM5155-Q1의 기능 블록 다이어그램

2.2.2 TPS92610-Q1, TPS92611-Q1

TPS9261x-Q1 장치는 단일 채널 선형 LED 드라이버 제품군입니다. 이 제품군은 차량용 LED 용도의 간편한 솔루션을 제공합니다. 제품에는 다양한 패키지 옵션이 포함되어 있어 다양한 전류 범위와 진단 옵션을 제공합니다. HTSSOP-14 패키지의 TPS92610-Q1 장치는 LED 개방 회로 감지와 단락-접지 감지를 지원합니다. TPS92610-Q1 장치의 고유한 단일 LED 단락 감지 기능은 스트링 내 LED 하나가 단락되는 경우 진단을 도와줄 수 있습니다. "1회 오류 전체 오류(one-fails - all-fail)" 오류 버스를 통해 TPS92610-Q1 장치를 TPS9261x-Q1, TPS9263x-Q1 및 TPS9283x-Q1 제품군과 함께 사용할 수 있습니다. 출력 전류는 외부 R(SNS) 저항에서 설정할 수 있습니다. 전류는 R(SNS) 저항을 통해 공급장치에서 내부 전류원과 LED로 흐릅니다.



Copyright ©2017, Texas Instruments Incorporated

그림 2-3. TPS92610-Q1의 기능 블록 다이어그램

2.3 시스템 설계 이론

2.3.1 PCB 및 폼 팩터

이 레퍼런스 설계에서는 구리 1.5온스의 2개 층으로 된 PCB(인쇄 회로 기판)을 사용하며 모든 구성 요소들이 상층에 배치되어 있습니다. PCB는 특정 폼 팩터에 맞게 의도된 것이 아니며, 치수는 88mm x 70mm입니다. PCB와 관련해 설계의 일차적 의도는 컴팩트하면서도 보드의 성능을 테스트할 수 있도록 하는 것입니다. 이 레퍼런스 설계의 최종 프로덕션 버전에서는 슬루션의 크기를 더 줄일 수 있습니다. [그림 2-4](#)은(는) PCB의 3D 렌더링입니다.

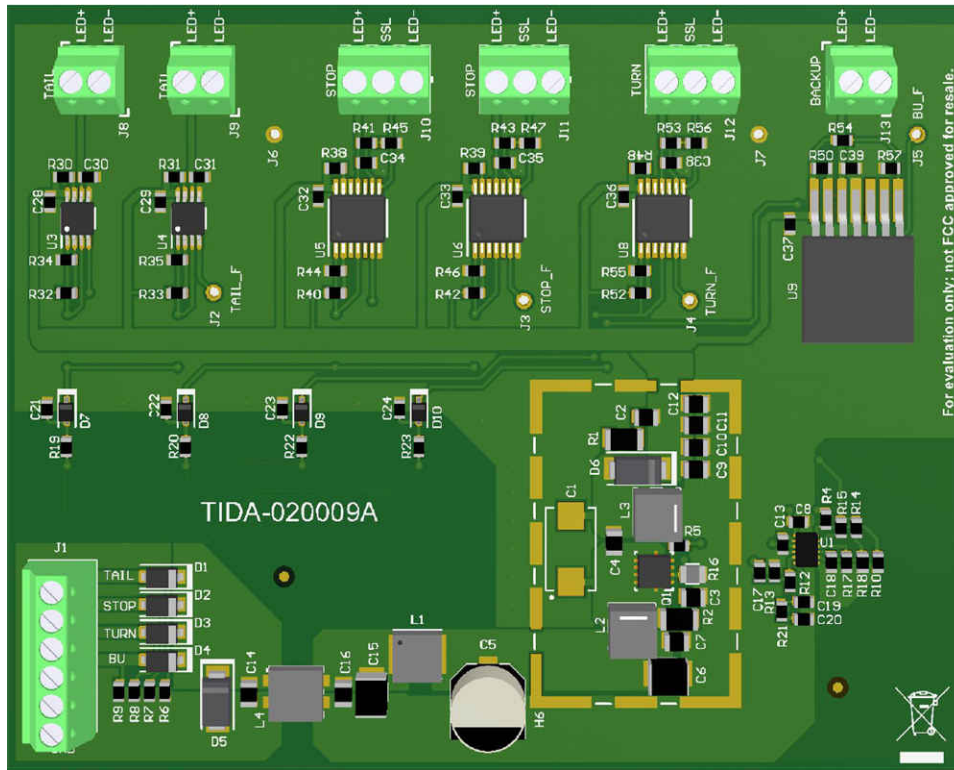


그림 2-4. TIDA-020009 PCB의 3D 렌더링

2.3.2 입력 보호

이 레퍼런스 설계에서는 그림 2-5에서 보듯이 입력 전력선에서 쇼트키(Schottky) 다이오드 D1부터 D4까지 사용해 역극성 보호를 구현합니다. 이들 다이오드는 전력 레일 중 하나 이상이 활성화되면 사전 전압 레귤레이터에 전력을 공급하는 OR 회로로 작동합니다.

과도 보호를 위해 TVS(과도 전압 억제기) 다이오드 D5를 역극성 보호 후 입력부에 배치해 전압을 클램핑합니다. 그러나 LM5155-Q1은 입력 전압을 최대 45V까지 지원합니다.

R6~R9 저항기를 배치해 쇼트키(Schottky) 다이오드의 역전류를 싱크합니다.

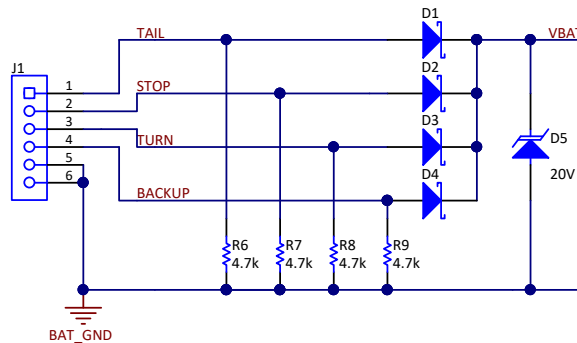


그림 2-5. 입력 보호 회로도

2.3.3 EMI 필터

전도 방출에는 2가지 형태가 있습니다. 공통 모드 노이즈와 차동 모드 노이즈입니다. 전도성 공통 모드 노이즈를 감소하기 위해서는 입력부에 공통 모드 초크를 배치하고, 차동 모드 노이즈를 감소하기 위해서는 LC 필터를 사용합니다. 방사 및 근거리 커플링을 줄이기 위해 설계에 금속 실드를 배치해 전체 전력계 구성 요소들을 가립니다. 전체 필터는 그림 2-6에 보이는 것처럼 L4, C14, C15, C16 및 L1로 구성됩니다. 자세한 사항은 [DC-DC 컨버터의 전도성 EMI를 사용한 간단한 성공\(Simple Success With Conducted EMI From DC-DC Converters\)](#)과 [DC-DC 컨버터에서 EMI에 대한 엔지니어 가이드\(파트 2\)](#):

노이즈 전파 및 여과(The Engineer's Guide To EMI In DC-DC Converters (Part 2): Noise Propagation And Filtering)를 참조하세요.

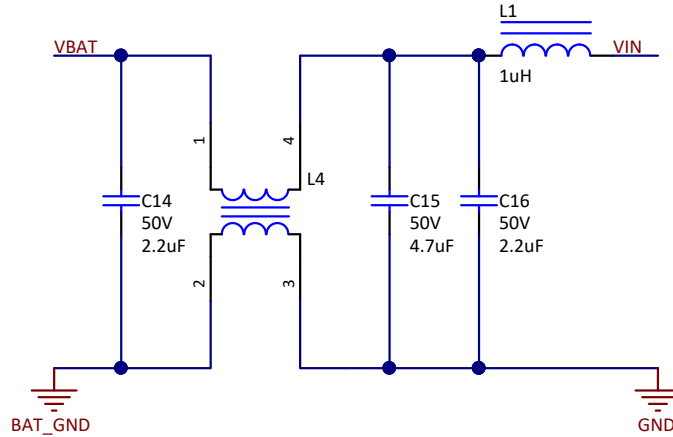


그림 2-6. EMI 필터 회로도

2.3.4 LM5155-Q1 전압 레귤레이터

이 설계에서 LM5155-Q1은 선형 LED 드라이버에 안정적인 공급을 제공하기 위해 SEPIC 전압 레귤레이터로 구성되어 있습니다. 표 2-1은(는) LM5155-Q1 전압 레귤레이터에 대한 기본 설계 파라미터입니다.

표 2-1. 기본 SEPIC 구성의 설계 파라미터

설계 파라미터	값
출력 전압	12.5 V
출력 전력	10W
DC 입력 전압 범위	6 V~18 V
스위칭 주파수	460 kHz

그림 2-7은(는) 이 레퍼런스 설계의 SEPIC 구성에서 LM5155-Q1의 기본 회로도입니다.

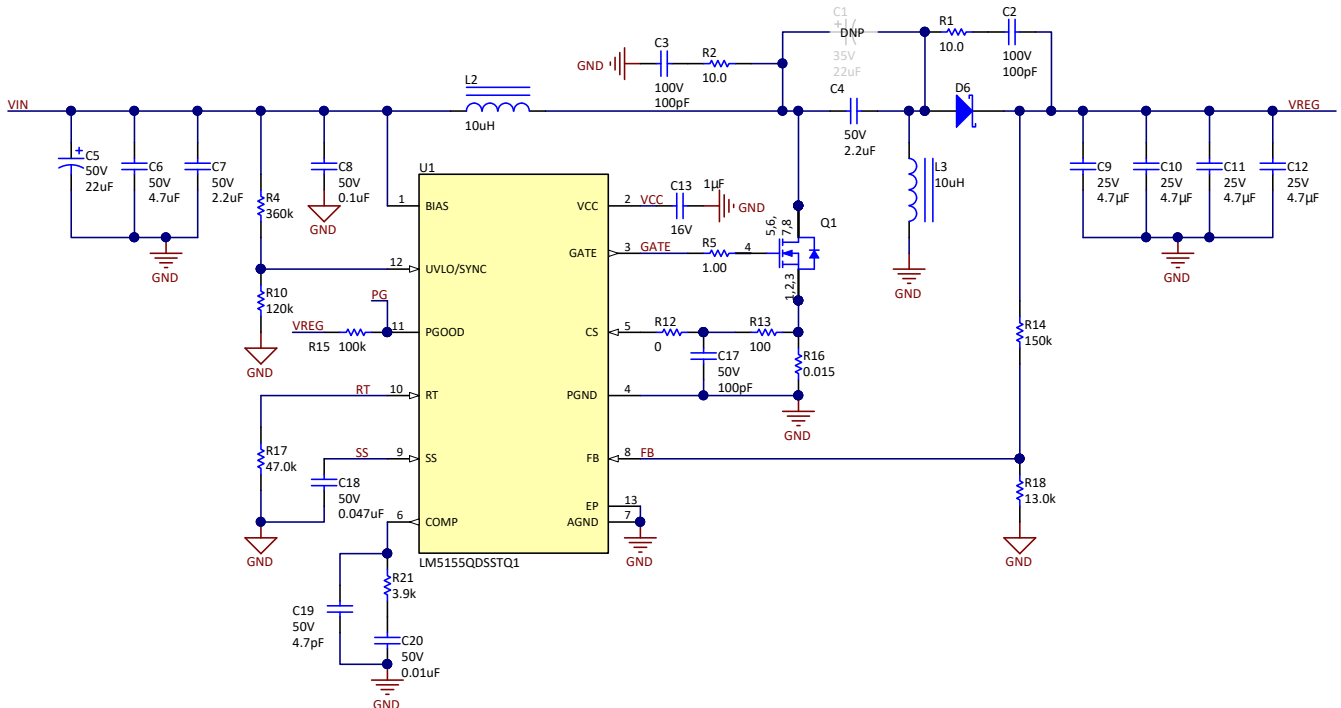


그림 2-7. LM5155-Q1 컨트롤러의 회로도(SEPIC 구성)

회로도의 주요 구성 요소는 LM5155x-Q1 2.2MHz 광범위 입력 비동기 부스트/SEPIC/플라이백 컨트롤러 데이터 시트의 지침에 따라 선택합니다.

입력 커패시터 C5, C6, C7 및 C8은 입력 전압 리플을 평활화하고 낮은 임피던스 공급을 제공합니다. 분압기 저항 R4와 R10은 원하는 시동 및 섯다운 전압 레벨을 설정합니다. 이 레퍼런스 설계에서 시동 전압은 6V이고 이력은 2V이며, 따라서 섯다운 전압은 4V입니다. 저항 R17과 커패시터 C18을 사용해 스위칭 주파수와 소프트스타트 시간을 설정합니다. 전압 레귤레이터 루프 C19의 보상을 위해, R21과 C20은 내부 트랜스컨덕턴스 오류 증폭기의 출력인 COMP 핀에 연결되어 있습니다. 저항 R14와 R18은 출력 전압 레벨을 조정합니다. 게이트 드라이버를 공급하는 내부 VCC 레귤레이터의 경우 우회 커패시터로 C13이 필요합니다. 저항 R13과 커패시터 C17은 기울기 보상을 설정합니다. 저압측 N 채널 MOSFET Q1과 정류기 다이오드에 걸친 저항/커패시터 스너버 네트워크(R2, C3)는 스위치 노드에서 링잉과 스파이크를 감소시킵니다. 이 값들을 계산하는 방법은 전원 팁을 참조하세요. 7개 단계에 걸쳐 R-C 스너버를 계산합니다.

출력 커패시터 C9, C10, C11과 C12는 출력 전압 리플을 평활화하고 과도 부하 조건에서 충전원을 제공합니다. 또한 출력 커패시터는 부하가 갑자기 분리될 때 출력 전압 오버슈트를 감소시킵니다. SEPIC 레귤레이터에서는 출력이 불연속 전류에 의해 공급되고 보통 리플 전류 요건이 높기 때문에 세라믹 커패시터가 가장 적합합니다. 출력 전압 리플은 출력 커패시터의 ESR이 지배적입니다. 출력 커패시터를 병렬로 연결하는 것은 효과적인 ESR을 최소화하고 출력 리플 전류를 여러 커패시터로 분할하는 데 좋은 선택입니다. 이 예시에서는 정격 전압이 25V인 4.7μF 세라믹 커패시터 4개를 사용합니다. 이 레퍼런스 설계에서 출력 전압 리플이 더 높은 것은 SEPIC 출력 전압에 연결되어 있는 선형 LED 드라이버에서는 문제가 되지 않습니다.

인덕터 L2와 L3는 최소 입력 전압 6V에서 최대 기대 인덕터 전류 2A를 초과하는 포화 정격 전류로 10μH를 갖습니다. 2.2μF 값을 갖는 C4는 커플링 커패시터를 형성하고, D6는 SEPIC의 정류기 다이오드를 형성합니다. 저압측 전원 스위치 Q1은 PowerPAK® 패키지에 들어 있는 60V 정격 N 채널 MOSFET입니다. R16은 전류 한도를 설정하기 위한 전류 감지 저항입니다.

2.3.5 후미등(2x TPS92611-Q1)

후미등의 경우 LED 스트링 2개가 사용되며, 각 스트링은 TPS92611-Q1 선형 LED 드라이버로 구동됩니다. 표 2-2은(는) 후미등을 위한 기본 설계 파라미터입니다.

표 2-2. 후미등의 기본 설계 파라미터

설계 파라미터	값
입력 전압	12.5 V
LED 스트링 전류	50 mA
직렬 연결 LED 개수	5

그림 2-8은 이 레퍼런스 설계의 후미등을 위한 TPS92611-Q1 선형 LED 드라이버의 기본 회로도입니다.

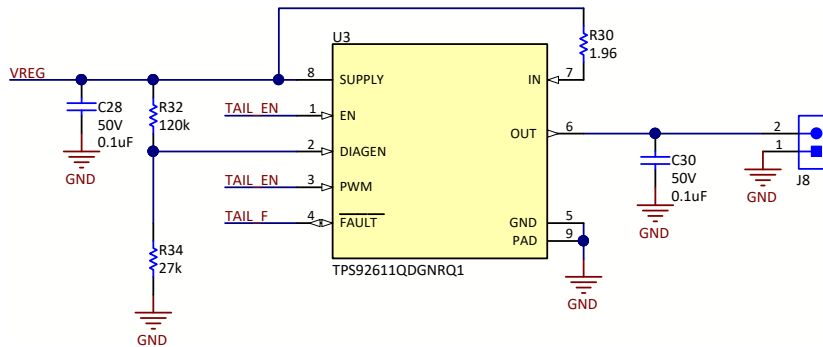


그림 2-8. TPS92611-Q1 후미등 LED 드라이버 회로도

회로도의 주요 구성 요소들은 TPS92611-Q1 차량용 단일 채널 선형 LED 드라이버 데이터 시트의 상세 설계 절차(Detailed Design Procedure) 섹션에 따라 선택됩니다.

저항 R30에서 LED 전류는 50mA로 설정됩니다. 노이즈 여과를 위해 커패시터 C26과 C30을 추가합니다. 저항 R32와 R34는 입력 전압 수준을 설정하며, 여기서 개방형 회로 감지가 활성화됩니다.

2.3.6 정지 신호등(2x TPS92610-Q1)

정지 신호등의 경우 LED 스트링 2개가 사용되며, 각 스트링은 TPS92610-Q1 선형 LED 드라이버로 구동됩니다. 표 2-3은 (는) 정지 신호등을 위한 기본 설계 파라미터입니다.

표 2-3. 정지 신호 등의 기본 설계 파라미터

설계 파라미터	값
입력 전압	12.5 V
LED 스트링 전류	120 mA
직렬 연결 LED 개수	5

그림 2-9 은 이 레퍼런스 설계의 정지 신호등을 위한 TPS92610-Q1 선형 LED 드라이버의 기본 회로도입니다.

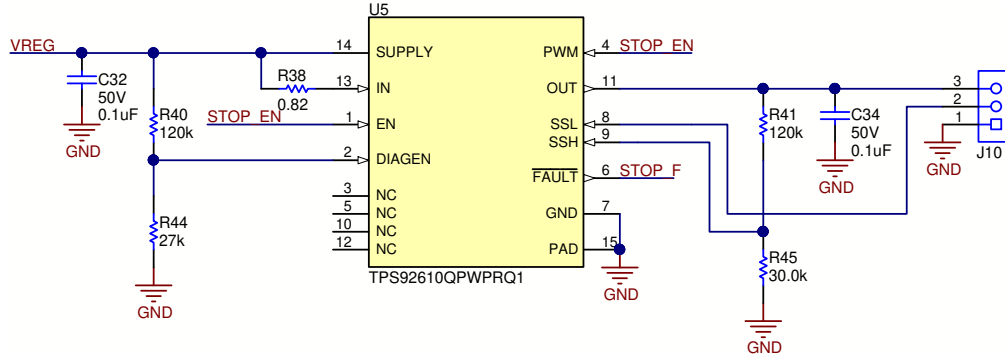


그림 2-9. TPS92610-Q1 정지 신호등 LED 드라이버의 회로도

회로도의 주요 구성 요소들은 TPS92610-Q1 차량용 단일 채널 선형 LED 드라이버 데이터 시트의 상세 설계 절차(Detailed Design Procedure) 섹션에 따라 선택됩니다.

저항 R38에서 LED 전류는 120mA로 설정됩니다. 노이즈 여과를 위해 커패시터 C32와 C34를 추가합니다. 저항 R40과 R44는 입력 전압 수준을 설정하며, 여기서 개방형 회로 감지가 활성화됩니다. 단일 LED 단락 감지를 위해 R41과 R45로 구성된 저항 분할기를 사용하여 출력 전압을 모니터링합니다.

2.3.7 방향표시등(TPS92610-Q1)

방향표시등의 경우 LED 스트링 1개가 사용되며, 스트링은 TPS92610-Q1 선형 LED 드라이버가 구동합니다. 표 2-4은(는) 방향표시등을 위한 기본 설계 파라미터입니다.

표 2-4. 방향표시등의 기본 설계 파라미터

설계 파라미터	값
입력 전압	12.5 V
LED 스트링 전류	120 mA
직렬 연결 LED 개수	5

그림 2-10 은 이 레퍼런스 설계의 방향표시등을 위한 TPS92610-Q1 선형 LED 드라이버의 기본 회로도입니다.

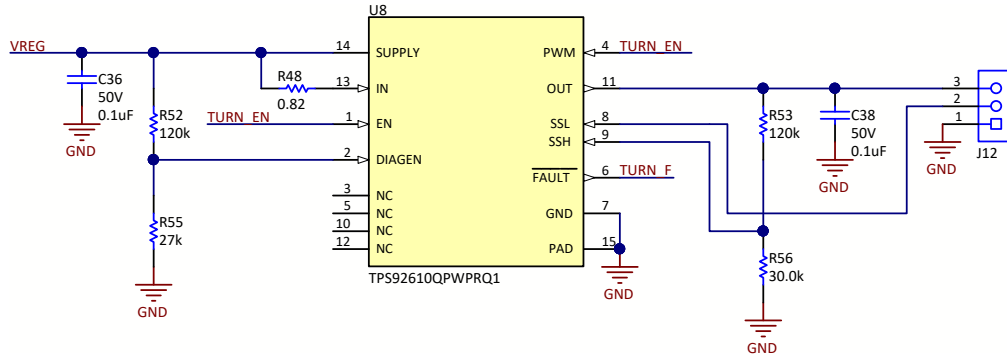


그림 2-10. TPS92610-Q1 방향표시등 LED 드라이버 회로도

회로도의 주요 구성 요소들은 TPS92610-Q1 차량용 단일 채널 선형 LED 드라이버 데이터 시트의 상세 설계 절차(Detailed Design Procedure) 섹션에 따라 선택됩니다.

저항 R48에서 LED 전류는 120mA로 설정됩니다. 노이즈 여과를 위해 커패시터 C36과 C38을 추가합니다. 저항 R52와 R55는 입력 전압 수준을 설정하며, 여기서 개방형 회로 감지가 활성화됩니다. 단일 LED 단락 감지를 위해 R53과 R56로 구성된 저항 분할기를 사용하여 출력 전압을 모니터링합니다.

2.3.8 백라이트

백업 조명의 경우 선형 LED 드라이버로 구동되는 단일 LED 스트링을 사용합니다. 표 2-5은(는) 백업 조명을 위한 기본 설계 파라미터입니다.

표 2-5. 백업 조명의 기본 설계 파라미터

설계 파라미터	값
입력 전압	12.5 V
LED 스트링 전류	210 mA
직렬 연결 LED 개수	3

2.3.9 조명 기능 켜기

대부분 차량에서 다양한 조명 기능은 BCM(차체 제어 모듈)에서 나오는 전력 신호를 제공해 작동됩니다. 전력 신호는 시스템에 전력을 공급하고 LED 드라이버 IC의 활성화 핀을 제어함으로써 입력 공급선에 전력을 인가해 출력 채널이 독립적으로 작동하게 만듭니다. 그림 2-11은(는) 회로도입니다. 다이오드 D7부터 D10은 역극성 보호 용도입니다. 저항기와 커패시터는 각 채널에서 LC 필터를 형성하여 LED 드라이버 작동에 짧은 지연을 생성합니다.

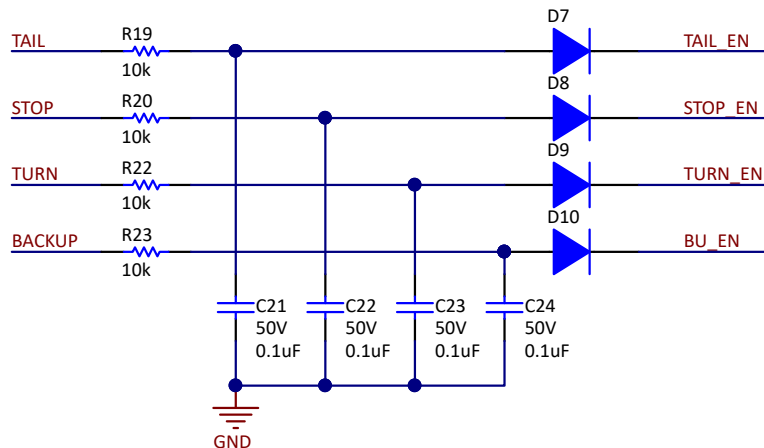


그림 2-11. 활성화 회로도

CAN 또는 LIN 통신을 이용할 수 있는 시스템의 경우 BCM에서 LED 드라이버 모듈로 연결되는 전원선 1개면 충분하며, 마이크로컨트롤러를 사용해 개발 조명 기능을 활성화할 수 있습니다.

2.3.10 진단

이 레퍼런스 설계에서 사용되는 LED 드라이버는 모두 차량용 외부 조명 시스템을 위한 고급 진단 기능과 결함 보호 기능을 제공합니다. 이러한 장치들은 LED 스트링 단락-GND, LED 스트링 개방 회로 상황을 감지해 보호 기능을 제공합니다. TPS92610-Q1은 추가적으로 단일 LED 단락 감지 기능도 지원합니다. 또한 LED 드라이버는 다양한 법적 요건을 유연하게 충족할 수 있는 "1회 오류 전체 오류(one-fails - all-fail)" 오류 버스를 지원합니다. 오류 버스는 차체 제어 모듈로 오류를 보고하는 용도로 사용할 수 있습니다.

2.3.11 LED 로드

레퍼런스 설계 성능을 테스트하기 위해 [그림 2-12](#)에 보이는 것과 같은 LED 로드 보드를 사용했습니다. 보드 상의 LED들은 OSRAM LR G6SP, LA G6SP 및 LW G6SP 부품입니다.

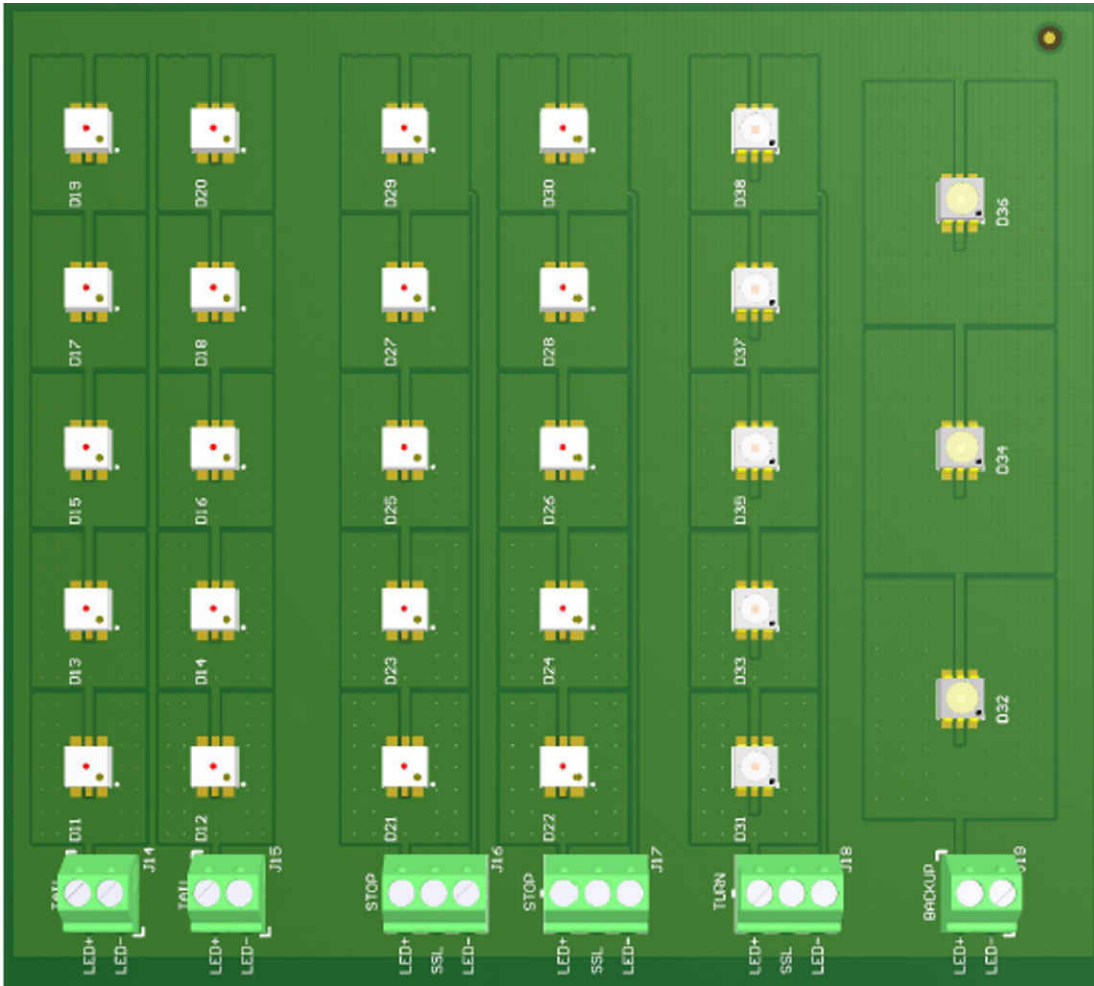


그림 2-12. LED 로드 PCB의 3D 렌더링

3 하드웨어, 소프트웨어, 테스트 요구 사항 및 테스트 결과

3.1 필요한 하드웨어

그림 3-1은(는) 이 레퍼런스 설계의 기본 테스트 설정입니다.

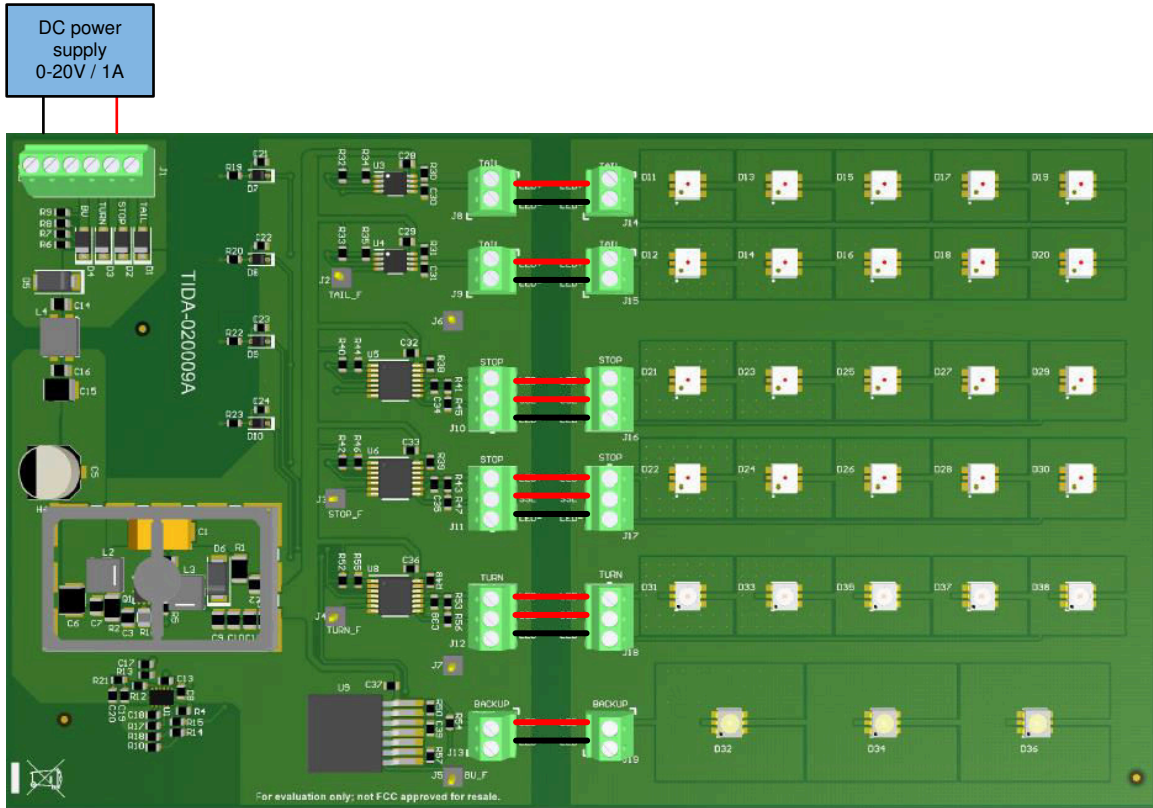


그림 3-1. 기본 하드웨어 테스트 설정

DC 전원 공급 장치를 입력 단자 J1에 연결합니다. 각 출력 채널은 입력 중 하나에 전원을 공급함으로써 활성화됩니다.

이 레퍼런스 설계의 PCB는 표 3-1에 설명되어 있듯이 여러 개의 테스트 포인트를 구현합니다. 이러한 테스트 포인트를 사용해 레퍼런스 설계의 신호를 측정합니다.

표 3-1. 테스트 포인트 설명

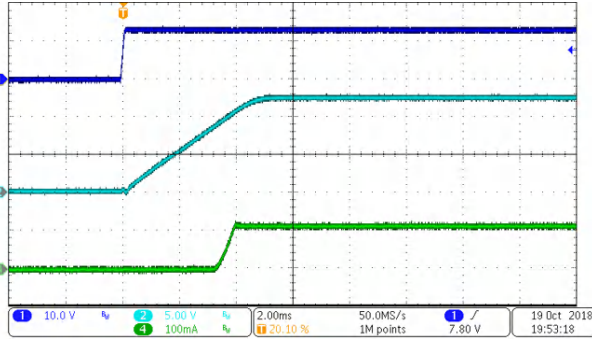
테스트 포인트	설명
TP J2	미등 LED 드라이버의 오류 신호
TP J3	정지등 LED 드라이버의 오류 신호
TP J4	방향지시등 LED 드라이버의 오류 신호
TP J5	후진등 LED 드라이버의 오류 신호

3.2 테스트 및 결과

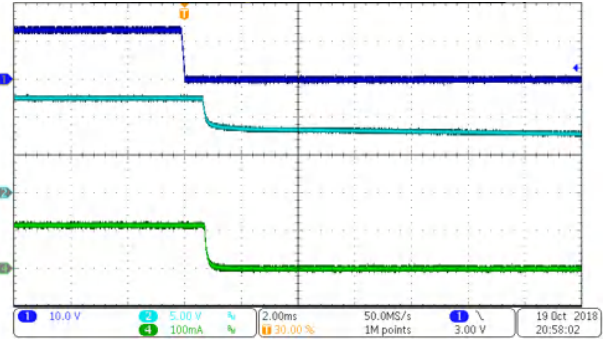
이 섹션에서 모든 테스트는 달리 명시되지 않는 한 기본 구성에서 수행됩니다.

3.2.1 시동/셧다운

그림 3-2 및 그림 3-3은(는) 레퍼런스 설계의 시동 및 셧다운 동작을 나타냅니다. 이 설계에서 SEPIC의 기본 소프트 스타트 시간은 5ms이지만 필요한 경우 조정할 수 있습니다.



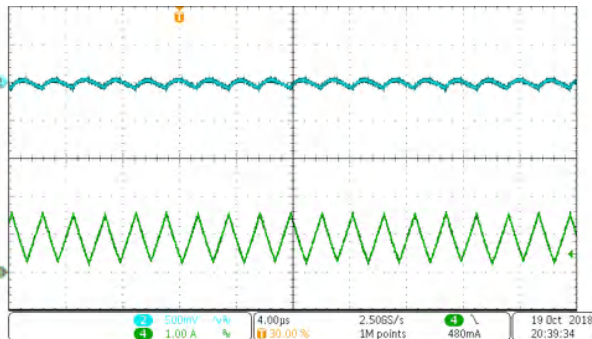
CH1: VIN, CH2: VOUT SEPIC, CH4: LED 전류
그림 3-2. 정지등 시동



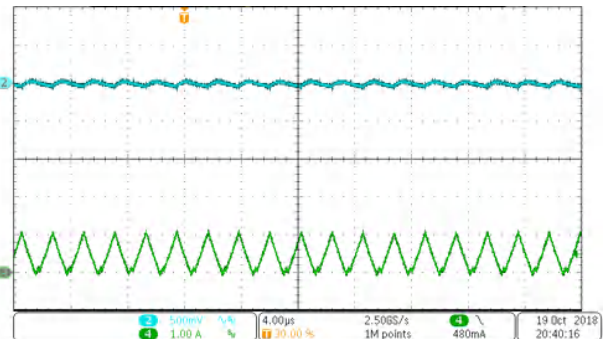
CH1: VIN, CH2: VOUT SEPIC, CH4: LED 전류
그림 3-3. 정지등 셧다운

3.2.2 정상 상태 작동

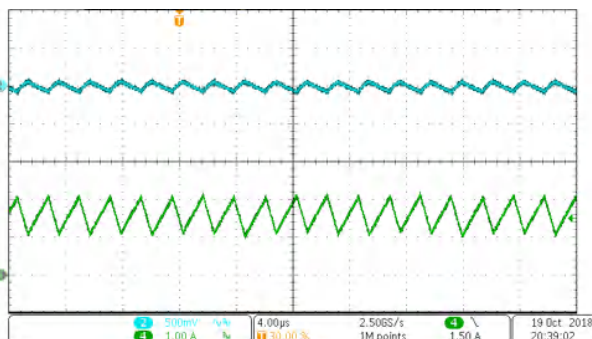
그림 3-4~그림 3-7은(는) SEPIC의 정상 상태 작동을 보여줍니다.



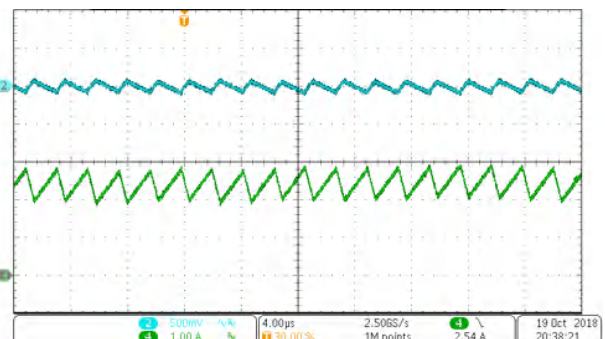
CH2: VOUT SEPIC, CH4: L2 인덕터 전류
그림 3-4. SEPIC 작동(13.5V_{in}, 0.8A)



CH2: VOUT SEPIC, CH4: L2 인덕터 전류
그림 3-5. SEPIC 작동(13.5V_{in}, 0.4A)



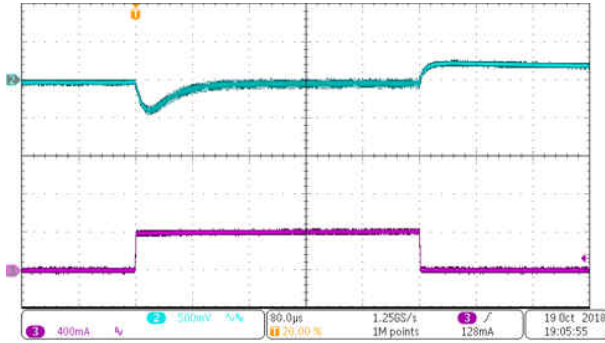
CH2: VOUT SEPIC, CH4: L2 인덕터 전류
그림 3-6. SEPIC 작동(8V_{in}, 0.8A)



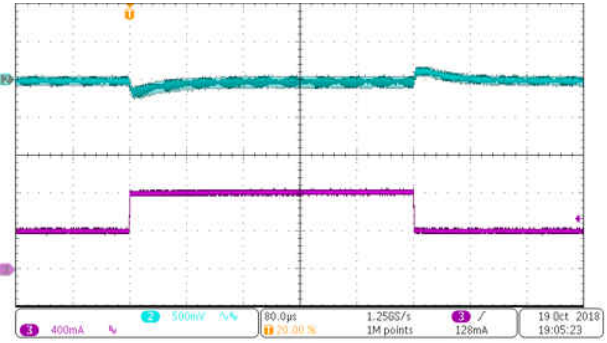
CH2: VOUT SEPIC, CH4: L2 인덕터 전류
그림 3-7. SEPIC 작동(6V_{in}, 0.8A)

3.2.3 부하 과도 응답

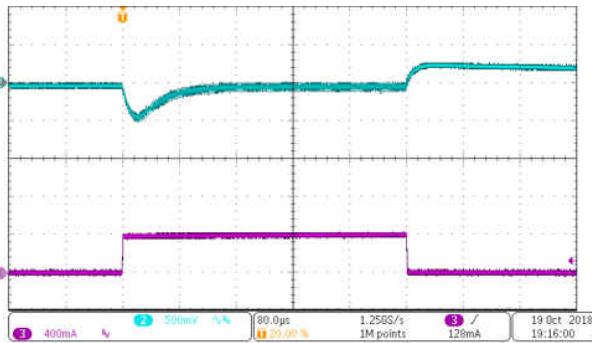
그림 3-8~그림 3-13은(는) 레퍼런스 설계에서 SEPIC 전압 레귤레이터의 부하 과도 응답을 보여줍니다.



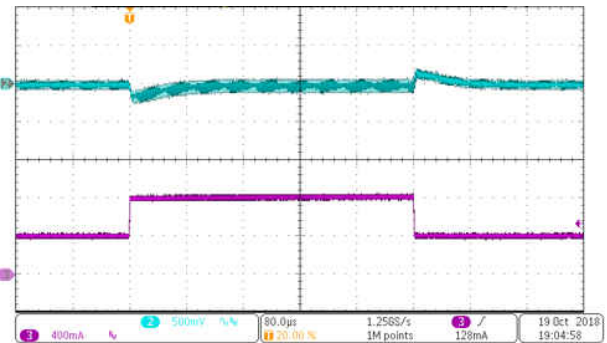
CH2: VOUT SEPIC , CH3: 부하 전류
그림 3-8. 부하 과도(13.5V_{in}, 0~400mA)



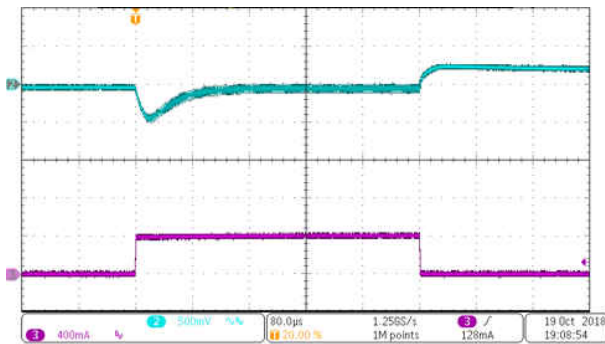
CH2: VOUT SEPIC , CH3: 부하 전류
그림 3-9. 부하 과도(13.5V_{in}, 400~800mA)



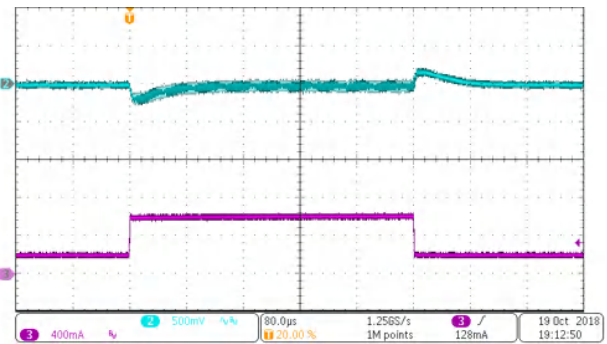
CH2: VOUT SEPIC , CH3: 부하 전류
그림 3-10. 부하 과도(8V_{in}, 0~400mA)



CH2: VOUT SEPIC , CH3: 부하 전류
그림 3-11. 부하 과도(8V_{in}, 400~800mA)



CH2: VOUT SEPIC , CH3: 부하 전류
그림 3-12. 부하 과도(6V_{in}, 0~400mA)



CH2: VOUT SEPIC , CH3: 부하 전류
그림 3-13. 부하 과도(6V_{in}, 200~600mA)

3.2.4 안정성

그림 3-14~그림 3-16은(는) 이 레퍼런스 설계에서 LM5155-Q1 SEPIC 전압 레귤레이터의 보드 다이어그램입니다. 모든 조건이 충분한 위상 마진으로 안정적인 작동을 보여줍니다. 그러나 최소 입력 전압과 높은 부하 전류에서 안정적인 작동을 위해 TI는 출력 커패시턴스를 추가하거나 SEPIC 커플링 커패시터와 병렬로 높은 ESR 커패시터(댐핑용)를 배치할 것을 권장합니다.

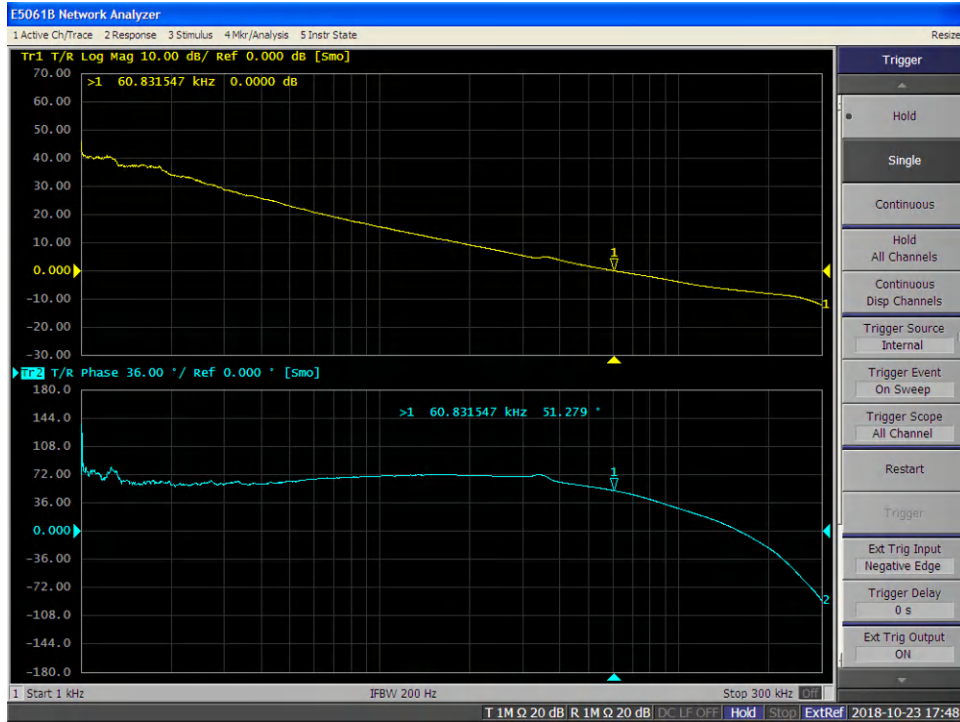


그림 3-14. 보드 플롯: 13.5V_{in}, 0.8A 부하

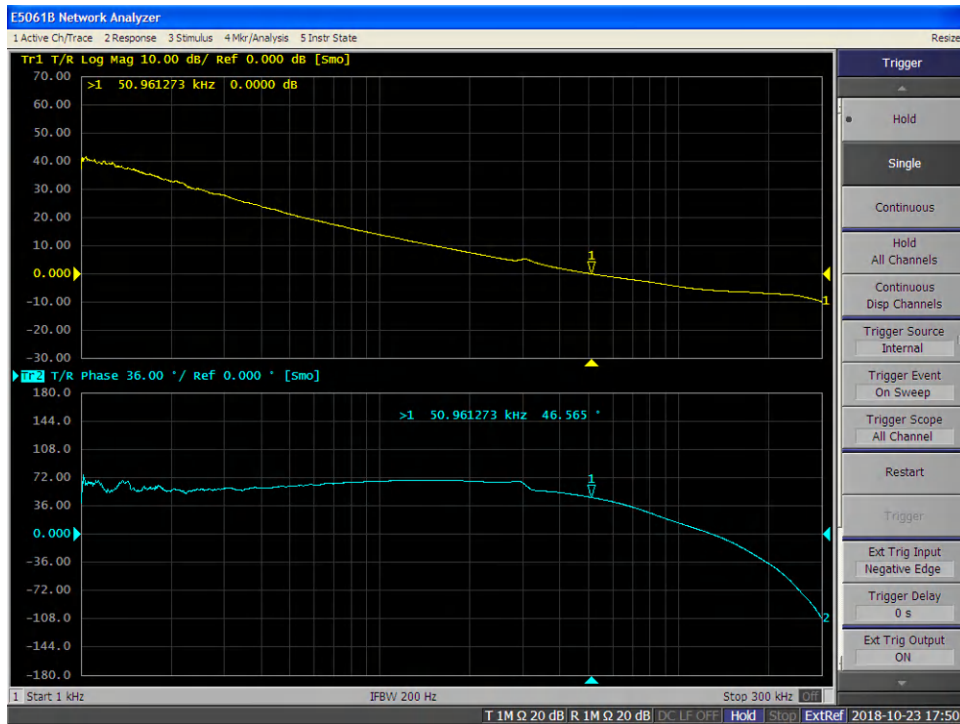


그림 3-15. 보드 플롯: 9V_{in}, 0.8A 부하

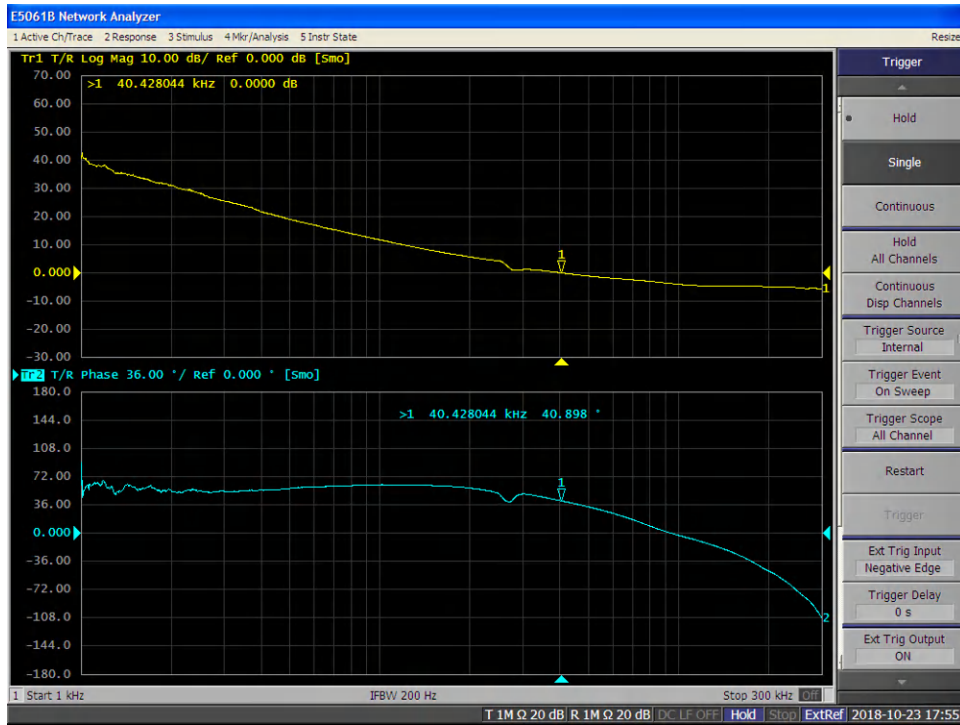


그림 3-16. 보드 플롯: 6V_{in}, 0.8A 부하

3.2.5 효율성

그림 3-17은(는) 9V 및 13.5V 입력 전압에 대한 SEPIC 효율성을 나타냅니다.

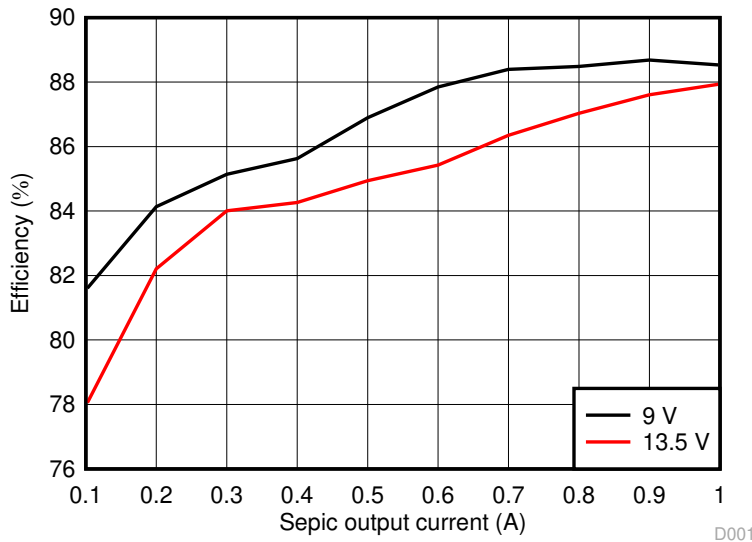


그림 3-17. SEPIC 전압 레귤레이터의 효율성

3.2.6 EMC(전자파 적합성)

이 섹션의 모든 테스트는 CISPR 25 표준에 따라 수행합니다. 테스트 중 LED 드라이버 PCB는 기준 접지면으로부터 5cm 위에 배치했습니다. 설계는 미등, 정지등 및 방향지시등을 켜 상태에서 CISPR 25 클래스 5 적합입니다. 전력계 구성 요소들을 덮고 있는 금속 실드를 채웠습니다.

3.2.6.1 전도 방출

그림 3-18 및 그림 3-19은(는) 미등, 정지등 및 방향지시등 사용 시 전도 방출을 나타냅니다.

- CISPR 25/CISPR 25-IEC 2008-3rd edition - Conducted disturbances on components/modules 5 - Average/
- CISPR 25/CISPR 25-IEC 2008-3rd edition - Conducted disturbances on components/modules 5 - QPeak/
- CISPR 25/CISPR 25-IEC 2008-3rd edition - Conducted disturbances on components/modules 5 - Peak/
- Meas.Peak (Wire + Measure)
- Meas.Avg (Wire + Measure)
- × Average (Average /Lim. Average) (Wire + Measure)

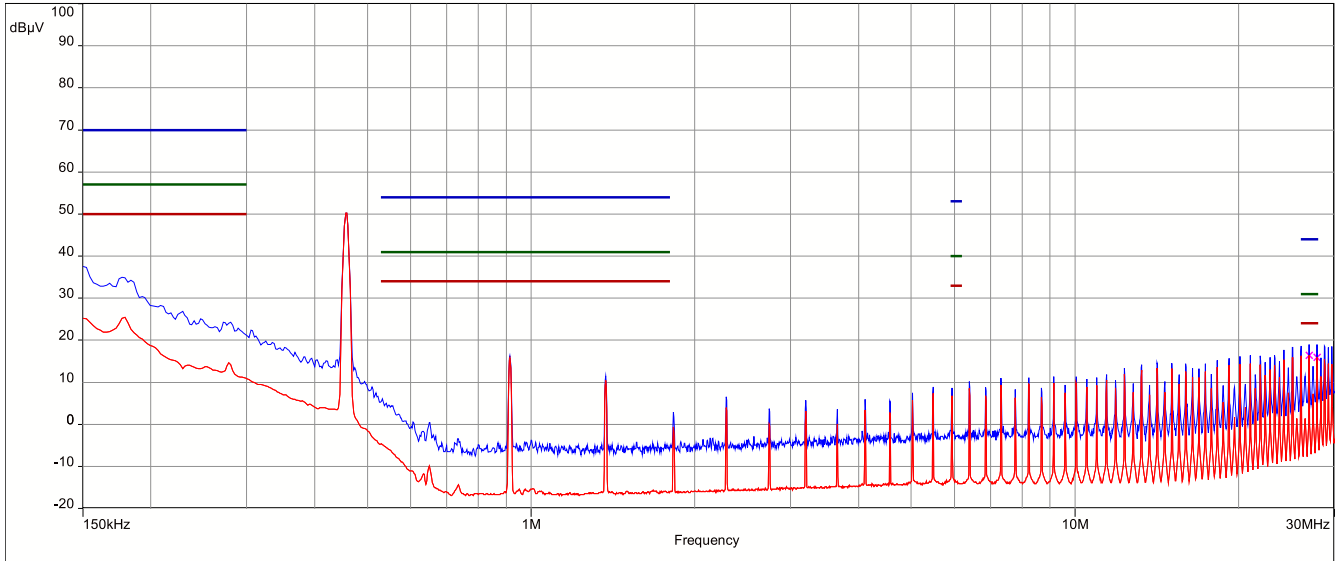


그림 3-18. 전도 방출: 0.15MHz~30MHz: 미등, 정지등, 방향지시등 켜짐(5.75W)

- CISPR 25/CISPR 25-IEC 2008-3rd edition - Conducted disturbances on components/modules 5 - Average/
- CISPR 25/CISPR 25-IEC 2008-3rd edition - Conducted disturbances on components/modules 5 - QPeak/
- CISPR 25/CISPR 25-IEC 2008-3rd edition - Conducted disturbances on components/modules 5 - Peak/
- Meas.Peak (Wire + Measure)
- Meas.Avg (Wire + Measure)

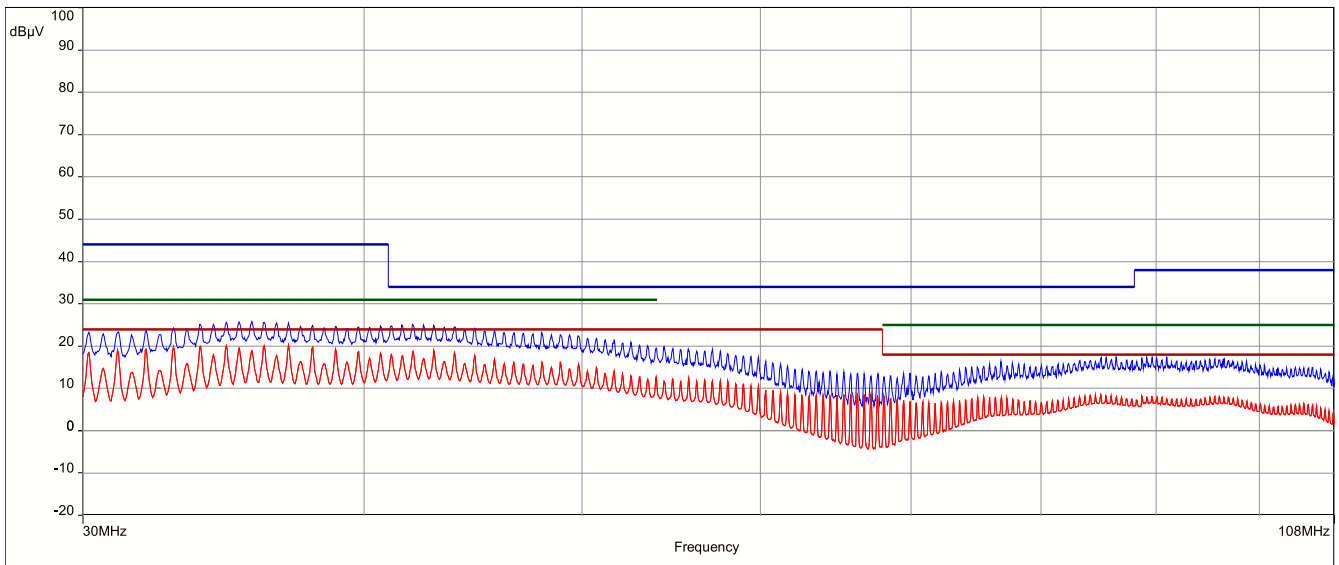


그림 3-19. 전도 방출: 30MHz~108MHz: 미등, 정지등, 방향지시등 켜짐(5.75W)

그림 3-20 및 그림 3-21은(는) 미등, 정지등, 방향지시등 및 후진등 사용 시 전도 방출을 나타냅니다.

- CISPR 25/CISPR 25-IEC 2008-3rd edition - Conducted disturbances on components/modules 5 - Average/
- CISPR 25/CISPR 25-IEC 2008-3rd edition - Conducted disturbances on components/modules 5 - QPeak/
- CISPR 25/CISPR 25-IEC 2008-3rd edition - Conducted disturbances on components/modules 5 - Peak/
- Meas.Peak (Wire + Measure)
- Meas.Avg (Wire + Measure)
- × Average (Average /Lim. Average) (Wire + Measure)

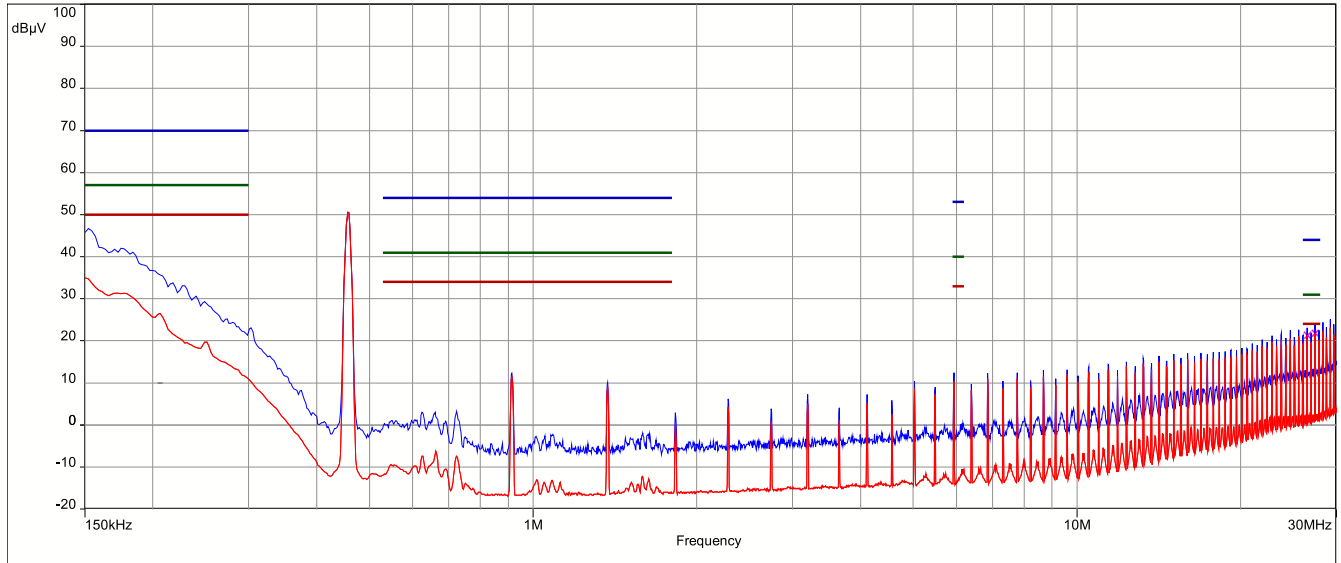


그림 3-20. 전도 방출: 0.15MHz~30MHz: 미등, 정지등, 방향지시등, 후진등 켜짐(5.75W)

- CISPR 25/CISPR 25-IEC 2008-3rd edition - Conducted disturbances on components/modules 5 - Average/
- CISPR 25/CISPR 25-IEC 2008-3rd edition - Conducted disturbances on components/modules 5 - QPeak/
- CISPR 25/CISPR 25-IEC 2008-3rd edition - Conducted disturbances on components/modules 5 - Peak/
- Meas.Peak (Wire + Measure)
- Meas.Avg (Wire + Measure)

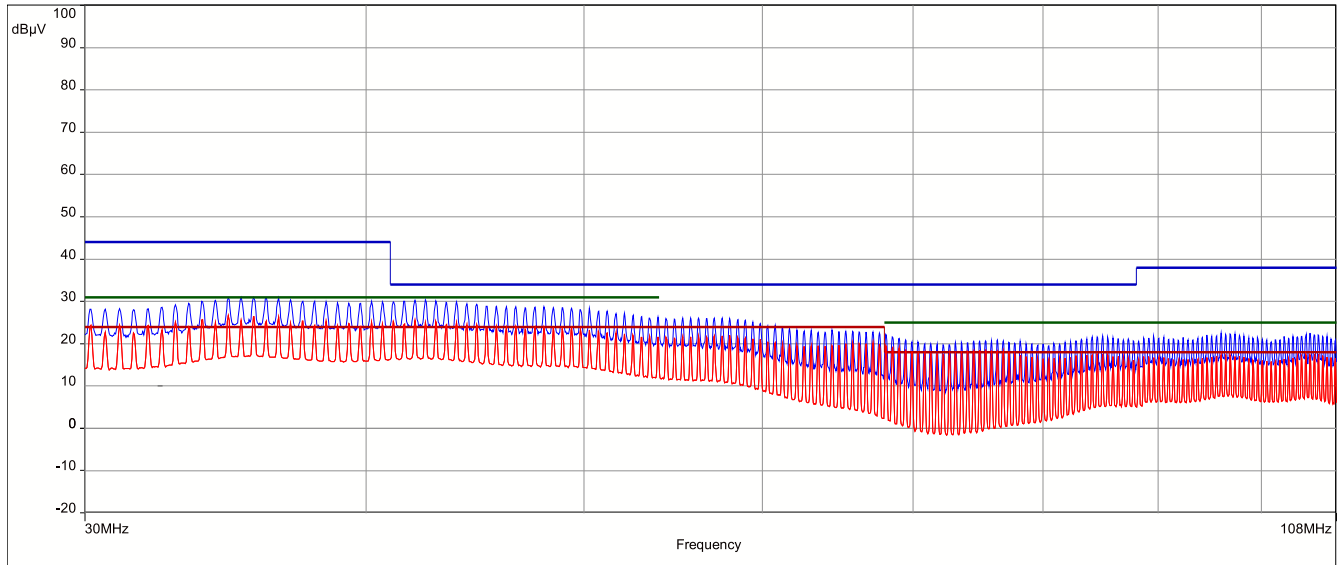


그림 3-21. 전도 방출: 30MHz~108MHz: 미등, 정지등, 방향지시등, 후진등 켜짐(5.75W)

3.2.6.2 방사 방출

그림 3-22 및 그림 3-23은(는) 미등, 정지등 및 방향지시등 사용 시 방사 방출을 나타냅니다.

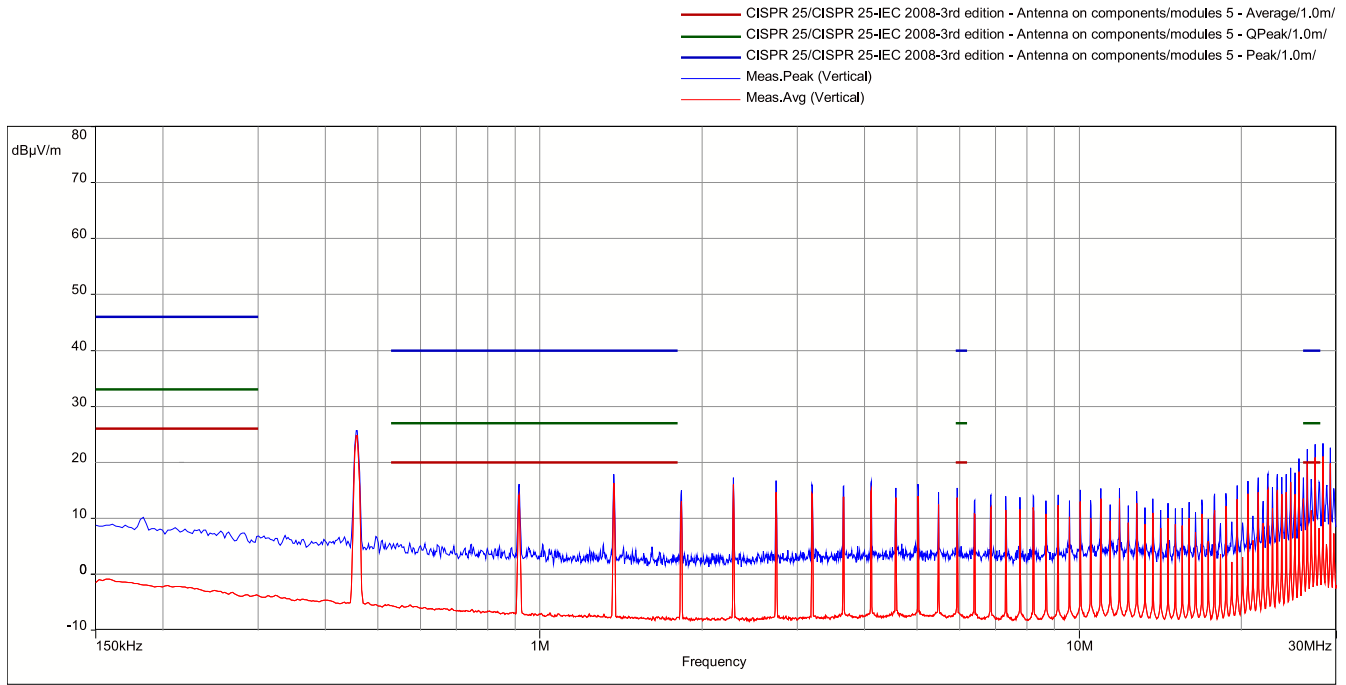


그림 3-22. 방사 방출: 0.15MHz~30MHz: 미등, 정지등, 방향지시등 켜짐(5.75W)

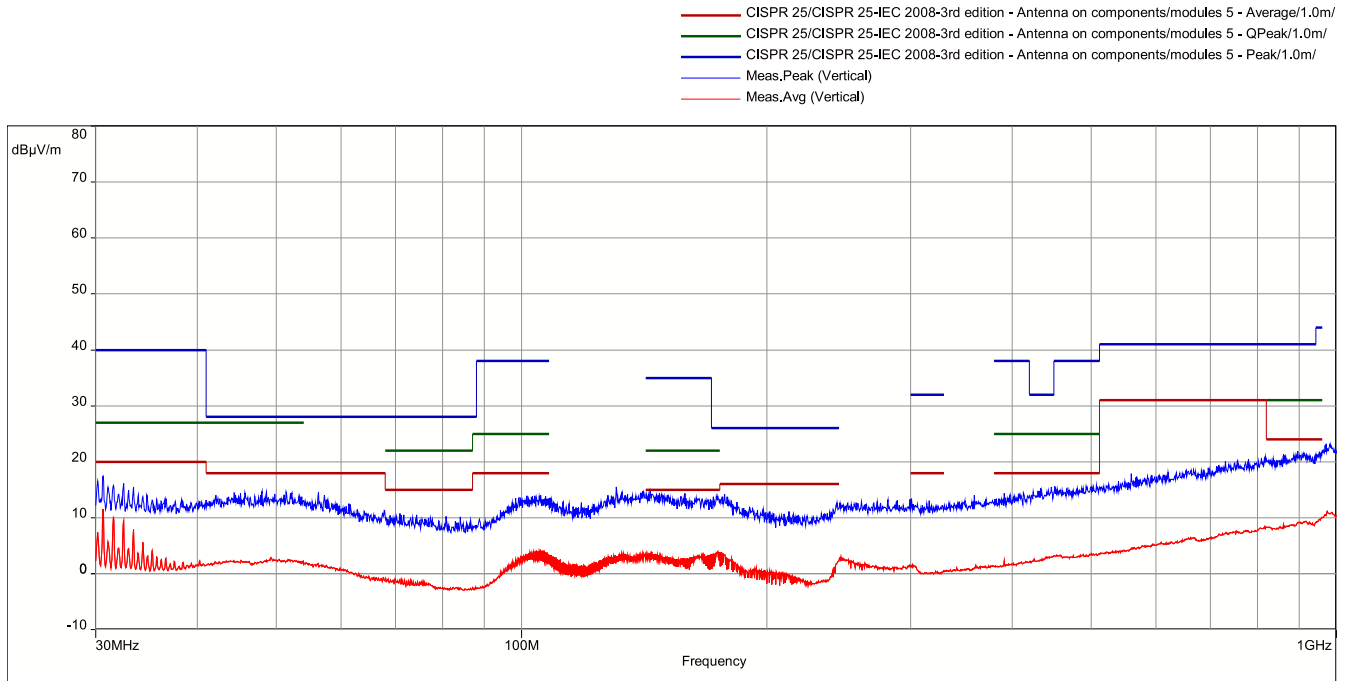


그림 3-23. 방사 방출: 30MHz~1GHz: 미등, 정지등, 방향지시등 켜짐(5.75W)

그림 3-24 및 그림 3-25은(는) 미등, 정지등, 방향지시등 및 후진등 사용 시 방사 방출을 나타냅니다.

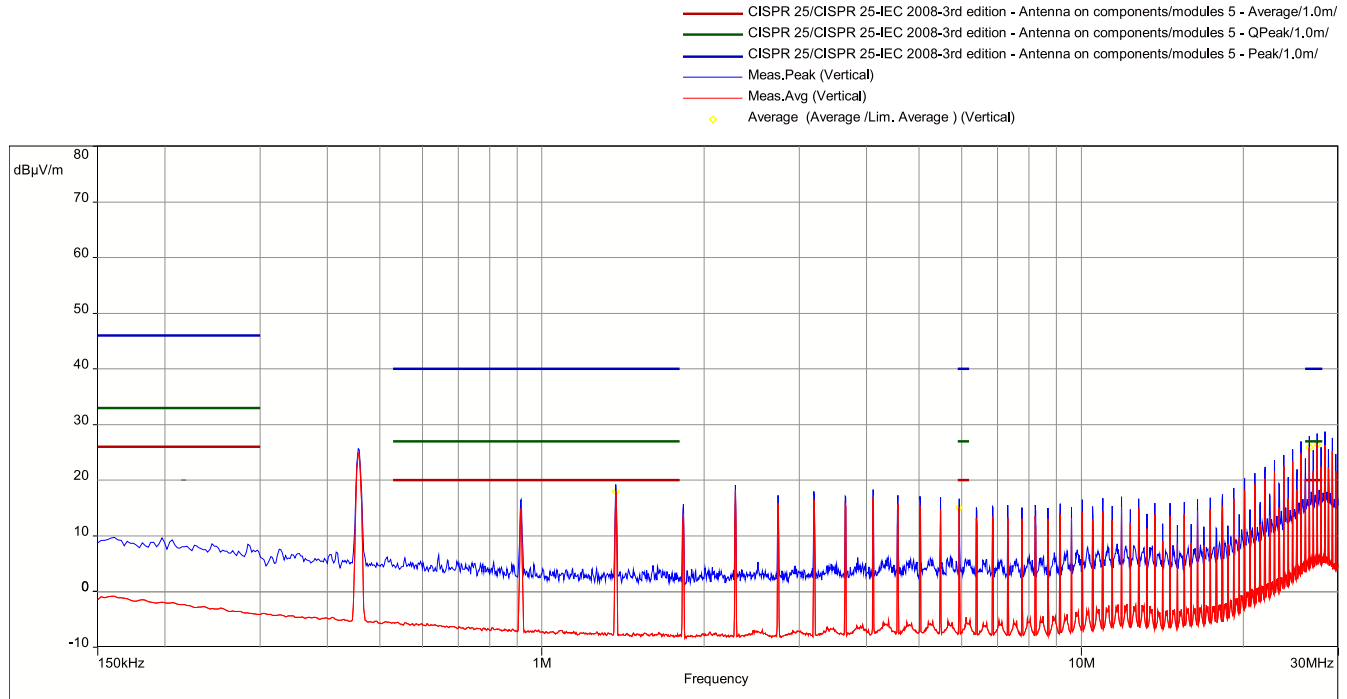


그림 3-24. 방사 방출: 0.15MHz~30MHz: 미등, 정지등, 방향지시등, 후진등 켜짐(5.75W)

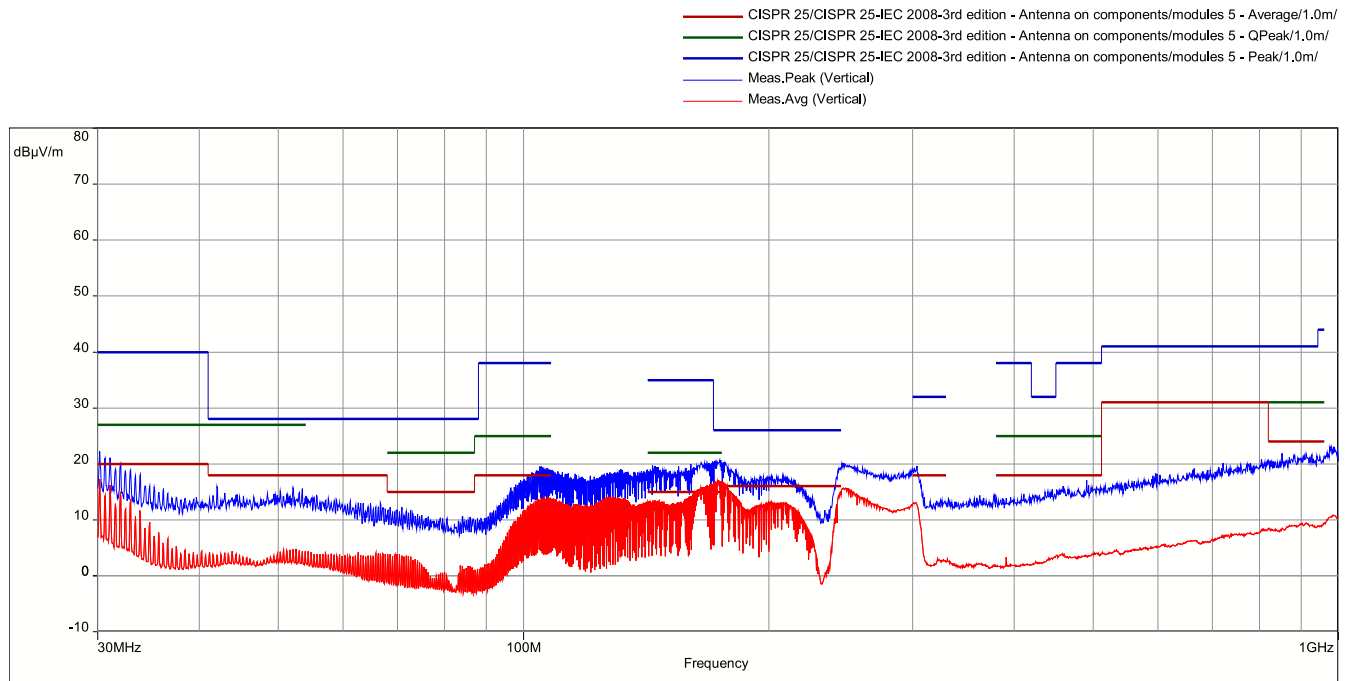


그림 3-25. 방사 방출: 30MHz~1GHz: 미등, 정지등, 방향지시등, 후진등 켜짐(5.75W)

3.2.7 열 성능

그림 3-26~그림 3-28은(는) 여러 다른 부하 조건에서 열 동작을 보여줍니다. 전체 보드의 열 성능을 향상시키려면 다음 항목을 구현하는 것이 좋습니다.

- PCB에 레이어를 추가합니다
- PCB 크기를 늘립니다
- 구리 두께를 늘립니다

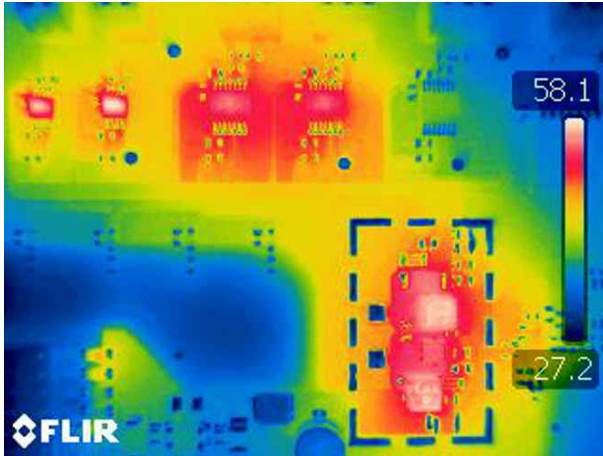


그림 3-26. 열 이미지: 미등 및 정지등 사용(4.25W)

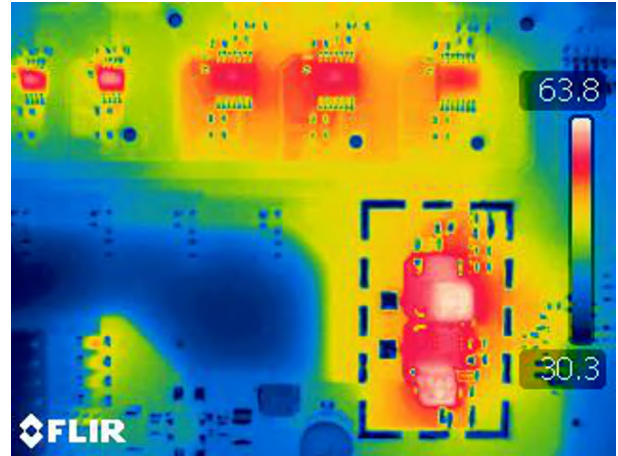


그림 3-27. 열 이미지: 미등, 정지등, 방향지시등 켜짐 (5.75W)

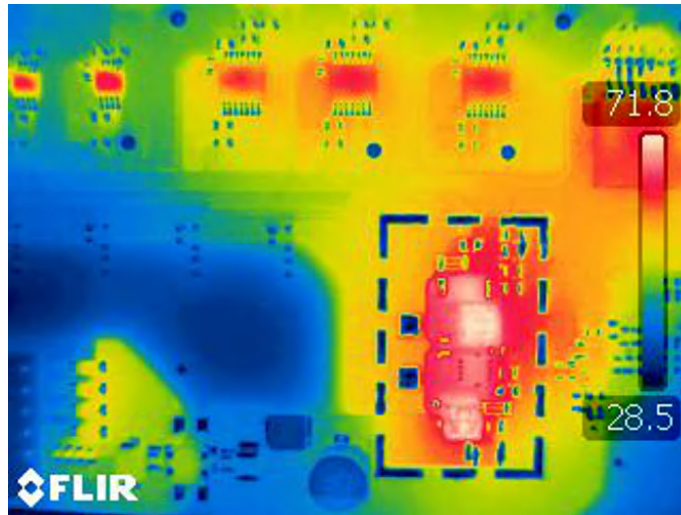


그림 3-28. 열 이미지: 미등, 정지등, 방향지시등, 후진등 켜짐(8.4W)

4 설계 파일

4.1 회로도

회로도를 다운로드하려면 [TIDA-020009](#)의 설계 파일을 참조하세요.

4.2 재료 사양서

BOM(재료 사양서)을 다운로드하려면 [TIDA-020009](#)의 설계 파일을 참조하세요.

4.3 PCB 레이아웃 권장 사항

레퍼런스 설계의 레이아웃은 장치 DS의 레이아웃 예시 및 지침에 따라 작성됩니다.

4.3.1 레이아웃 인쇄

레이어 플롯을 다운로드하려면 [TIDA-020009](#)의 설계 파일을 참조하세요.

4.4 Altium 프로젝트

Altium Designer® 프로젝트 파일을 다운로드하려면 [TIDA-020009](#)의 설계 파일을 참조하세요.

4.5 Gerber 파일

Gerber 파일을 다운로드하려면 [TIDA-020009](#)의 설계 파일을 참조하세요.

4.6 조립 도면

조립 도면을 다운로드하려면 [TIDA-020009](#)의 설계 파일을 참조하세요.

5 관련 문서

1. 텍사스 인스트루먼트, [LM5155x-Q1 2.2MHz 광범위 입력 비동기 부스트/SEPIC/플라이백 컨트롤러 데이터 시트](#)
2. 텍사스 인스트루먼트, [TPS92610-Q1 차량용 단일 채널 선형 LED 드라이버 데이터 시트](#)
3. 텍사스 인스트루먼트, [TPS92611-Q1 차량용 단일 채널 선형 LED 드라이버 데이터 시트](#)
4. 텍사스 인스트루먼트, [DC-DC 컨버터의 전도성 EMI를 사용한 간단한 성공\(Simple Success With Conducted EMI From DC-DC Converters\)](#)
5. 텍사스 인스트루먼트, [DC-DC 컨버터에서 EMI에 대한 엔지니어 가이드\(파트 2\): 노이즈 전파 및 여과\(The Engineer's Guide To EMI In DC-DC Converters \(Part 2\) Noise Propagation And Filtering\)](#)를 참조하세요.
6. 텍사스 인스트루먼트, [전원 팁: 7단계로 R-C 스너버를 계산합니다](#)

6 상표

TI E2E™ is a trademark of Texas Instruments.

Altium Designer® is a registered trademark of Altium LLC or its affiliated companies.

모든 상표는 해당 소유권자의 자산입니다.

7 저자 소개

MICHAEL HELMLINGER는 오토모티브 차체 전장 & 조명(Automotive Body Electronics and Lighting) 팀 소속 시스템 엔지니어로, 아날로그 전력 설계 부문에서 5년간의 경력을 보유하고 있습니다. 차체 전장, 특히 차량용 조명 부문에서 다양한 유형 최종 장비를 맡아 자동차 제조사 용도로 참조 설계를 개발 및 테스트하는 일을 맡고 있습니다.

8 개정 내역

Changes from Revision * (November 2018) to Revision A (November 2022)	Page
• 문서 전체에서 표, 그림 및 상호 참조에 대한 번호 매기기 형식이 업데이트되었습니다.....	1

IMPORTANT NOTICE AND DISCLAIMER

TI PROVIDES TECHNICAL AND RELIABILITY DATA (INCLUDING DATA SHEETS), DESIGN RESOURCES (INCLUDING REFERENCE DESIGNS), APPLICATION OR OTHER DESIGN ADVICE, WEB TOOLS, SAFETY INFORMATION, AND OTHER RESOURCES "AS IS" AND WITH ALL FAULTS, AND DISCLAIMS ALL WARRANTIES, EXPRESS AND IMPLIED, INCLUDING WITHOUT LIMITATION ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR NON-INFRINGEMENT OF THIRD PARTY INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS.

These resources are intended for skilled developers designing with TI products. You are solely responsible for (1) selecting the appropriate TI products for your application, (2) designing, validating and testing your application, and (3) ensuring your application meets applicable standards, and any other safety, security, regulatory or other requirements.

These resources are subject to change without notice. TI grants you permission to use these resources only for development of an application that uses the TI products described in the resource. Other reproduction and display of these resources is prohibited. No license is granted to any other TI intellectual property right or to any third party intellectual property right. TI disclaims responsibility for, and you will fully indemnify TI and its representatives against, any claims, damages, costs, losses, and liabilities arising out of your use of these resources.

TI's products are provided subject to [TI's Terms of Sale](#) or other applicable terms available either on ti.com or provided in conjunction with such TI products. TI's provision of these resources does not expand or otherwise alter TI's applicable warranties or warranty disclaimers for TI products.

TI objects to and rejects any additional or different terms you may have proposed.

Mailing Address: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2022, Texas Instruments Incorporated