

디자인 예제 보고서

제목	20W, 절연 플라이백, TRIAC 디머블, 역률 보장(>0.98) LED 드라이버 (LYTSwitch™ -4 LYT4317E 사용)
사양	90VAC_132VAC 입력, 36V, 550mA 출력
애플리케이션	PAR38 LED 드라이버
작성자	애플리케이션 엔지니어링 부서
문서 번호	DER-350
날짜	2013년 5월 20일
개정	2.1

요약 및 기능

- 고효율, 120VAC에서 ≥85%
- 다양한 미국의 TRIAC 기반 디머 제품을 커버할 수 있는 광범위한 디머 호환성(NEMA SSL6 디밍 곡선 기준 내)
- 향상된 사용자 경험
 - 깜박임 없는 모노토닉 디밍,
 - 빠른 모노토닉 스타트업(<200ms) - 인지되는 지연 시간 없음
 - 거의 동일한 디밍 각도에서 턴온 및 턴오프 실행 - 팝온 현상 없음
- 저비용
 - PFC 및 정확한 1차측 정전류 출력을 갖춘 일체형 타입
 - 단면 PCB, 적은 부품 수
- 집적된 보호 및 신뢰성 기능
 - 오토 리커버리 기능으로 출력 오픈 회로 및 출력 단락 회로 보호
 - 신속하게 작동하는 라인 입력 과전압 셧다운으로 라인 고장 시 전압 내성 확대
 - MOV 없이도 ±2500V 링 웨이브 및 ±500V 디퍼렌셜 서지를 견딜 수 있음

Power Integrations

5245 Hellyer Avenue, San Jose, CA 95138 USA.

Tel: +1 408 414 9200 Fax: +1 408 414 9201

www.powerint.com

- 큰 히스테리시스(Hysteresis)를 갖는 오토 리커버리 써멀 섯다운 기능으로 부품 및 PCB 모두 보호
- IEC 61000-4-5 링 웨이브, IEC 61000-3-2 C THD 및 IEC CISPR 15/EN55015 B 전도성 EMI 충족

특허 정보

여기에 설명한 제품 및 애플리케이션(제품의 외장 트랜스포머 구성 및 회로 포함)은 하나 이상의 미국 및 해외 특허의 대상이 되거나 파워 인테그레이션스(Power Integrations)에서 출원 중인 미국 및 해외 특허 신청의 대상이 될 수 있습니다. 파워 인테그레이션스(Power Integrations)의 전체 특허 목록은 www.powerint.com에서 확인할 수 있습니다. 파워 인테그레이션스(Power Integrations)는 고객에게 <<http://www.powerint.com/ip.htm>>에 명시된 특정 특허권에 따라 라이선스를 부여합니다.



목차

1	소개.....	5
2	파워 서플라이 사양	7
3	회로도.....	8
4	회로 설명	9
4.1	입력 필터링.....	9
4.2	LYTSwitch-4 1 차측	9
4.3	피드백.....	10
4.4	부하 차단 보호 기능.....	10
4.5	출력 정류	11
4.6	TRIAC 위상 디밍 컨트롤 호환성	11
PCB 레이아웃		12
5	BOM.....	13
6	트랜스포머 사양.....	15
6.1	전기적 구성도	15
6.2	전기적 사양.....	15
6.3	재료	15
6.4	트랜스포머 제작 구성도.....	17
6.5	트랜스포머 구성.....	17
7	트랜스포머 디자인 스프레드시트.....	18
8	L1 인덕터 사양.....	21
8.1	전기적 구성도	21
8.2	전기적 사양.....	21
8.3	재료	21
8.4	인덕터 제작 구성도	22
8.5	인덕터 구성.....	22
9	U1 히트싱크 어셈블리.....	23
9.1	U1 히트싱크 제작 도면	23
9.2	U1 히트싱크 어셈블리 도면	24
9.3	U1 및 히트싱크 어셈블리 도면.....	25
10	성능 데이터.....	26
10.1	효율	26
10.2	입력 및 부하 레귤레이션	27
10.3	역률.....	28
10.4	A-THD.....	29
10.5	고조파 전류	30
10.5.1	11LED 부하	30
10.5.2	12 LED 부하	31
10.5.3	13 LED 부하	32
10.6	테스트 데이터.....	33



10.6.1	테스트 데이터, 11LED 부하.....	33
10.6.2	테스트 데이터, 12LED 부하.....	33
10.6.3	테스트 데이터, 13LED 부하.....	33
10.6.4	120VAC 60Hz, 11LED 부하 고조파 데이터.....	34
10.6.5	120VAC 60Hz, 12LED 부하 고조파 데이터.....	35
10.6.6	120VAC 60Hz, 13LED 부하 고조파 데이터.....	36
11	디밍 성능 데이터.....	37
11.1	Agilent 6812B AC 소스로 시뮬레이션한 리딩 엣지 디머를 사용할 때의 디밍 곡선 37	
11.2	TRIAC 기반 디머를 사용한 빠른 스타트업(<200ms).....	38
11.3	TRIAC 기반 디머를 사용할 때의 팝온 포인트.....	39
11.4	디머를 사용할 때의 출력 전류 및 입력 전류 파형.....	40
11.5	41
11.6	호환성 목록.....	41
12	써멀 성능.....	43
12.1	PAR38 램프의 써멀 측정.....	43
12.2	90VAC, 비디밍.....	43
12.3	132VAC, 비디밍.....	44
12.4	120VAC, 90° 도통각.....	44
13	비디밍 파형.....	45
13.1	출력 전류 및 입력 전류 파형.....	45
13.2	정상 작동 시 출력 전류 및 출력 전압 파형.....	46
13.3	스타트업 시 입력 전압 및 출력 전류 파형.....	47
13.4	스타트업 시 출력 전압 및 출력 전류 파형.....	47
13.5	정상 작동 시 드레인 전압 및 전류.....	48
13.6	스타트업 시 드레인 전압 및 전류.....	49
13.7	출력 단락 상태에서 드레인 전압 및 전류.....	50
13.8	오픈 부하 상태.....	51
13.9	정상 작동 시 출력 다이오드 전압 및 전류 파형.....	52
14	전도성 EMI.....	53
14.1	테스트 설정.....	53
14.2	테스트 결과.....	54
15	라인 서지.....	55
16	개정 내역.....	56

중요 사항: 이 기판은 안전 절연거리 요구 사항에 맞도록 디자인되었지만 엔지니어링 프로토타입은 아직 기관 승인을 받지 않은 상태입니다. 따라서 AC 입력을 프로토타입 보드에 제공하도록 절연 트랜스포머를 사용하여 모든 테스트를 수행해야 합니다.



1 소개

이 문서에서는 일반적으로 550 mA, 90VAC~132VAC의 입력 전압 범위에서 36 V LED 스트링 전압을 구동하도록 디자인된 높은 PF(역률)의 절연형 TRIAC LED 디머블 드라이버에 대해 설명합니다. LED 드라이버는 LYTSwitch-4 제품군의 LYT4317E를 사용합니다.

사용된 토폴로지는 높은 절연 효율, 고효율, 고역률, 낮은 THD를 제공하고 부품 수가 적은 일체형 역률 보정 플라이백입니다.

LYTSwitch-4 IC를 사용함으로써 고역률과 낮은 THD를 실현할 수 있으며 오픈 컨트롤투프 및 출력 회로 단락 시 동작하는 오토-리스타트 기능을 비롯한 다양한 첨단 보호 기능 또한 구현 가능합니다. 입력 과전압 보호 기능으로 라인 고장 및 서지 내성을 강화하고, 정확한 히스테리시스(Hysteresis) 써멀 섯다운으로 평균 PCB 온도가 모든 조건에서 안전하게 유지되도록 합니다.

이 문서에는 LED 드라이버 사양, 회로도, PCB 구성도, BOM, 트랜스포머 규격 및 일반 성능 특성이 설명되어 있습니다.

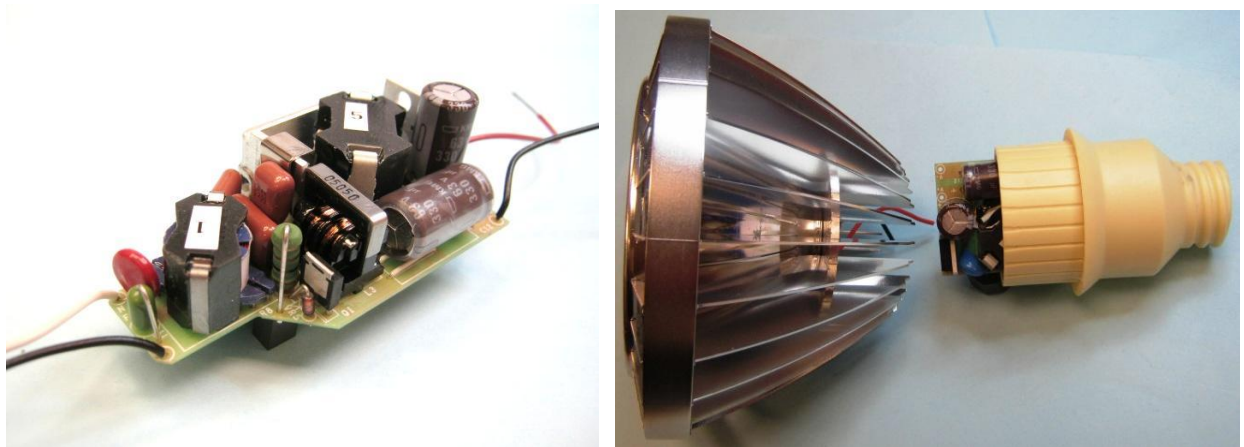


Figure 1 – Populated Circuit Board Photograph (Left) and Placed Inside a CREE PAR38 Lamp (Right).

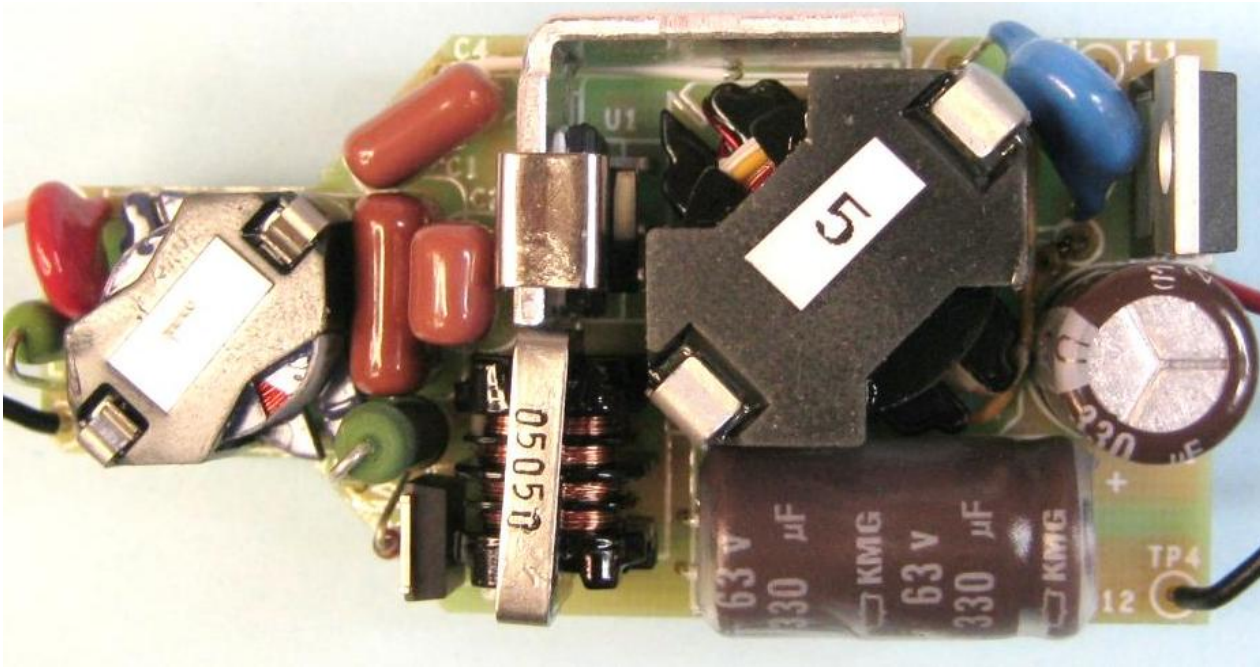


Figure 2 – Populated Circuit Board Photograph (Top View).

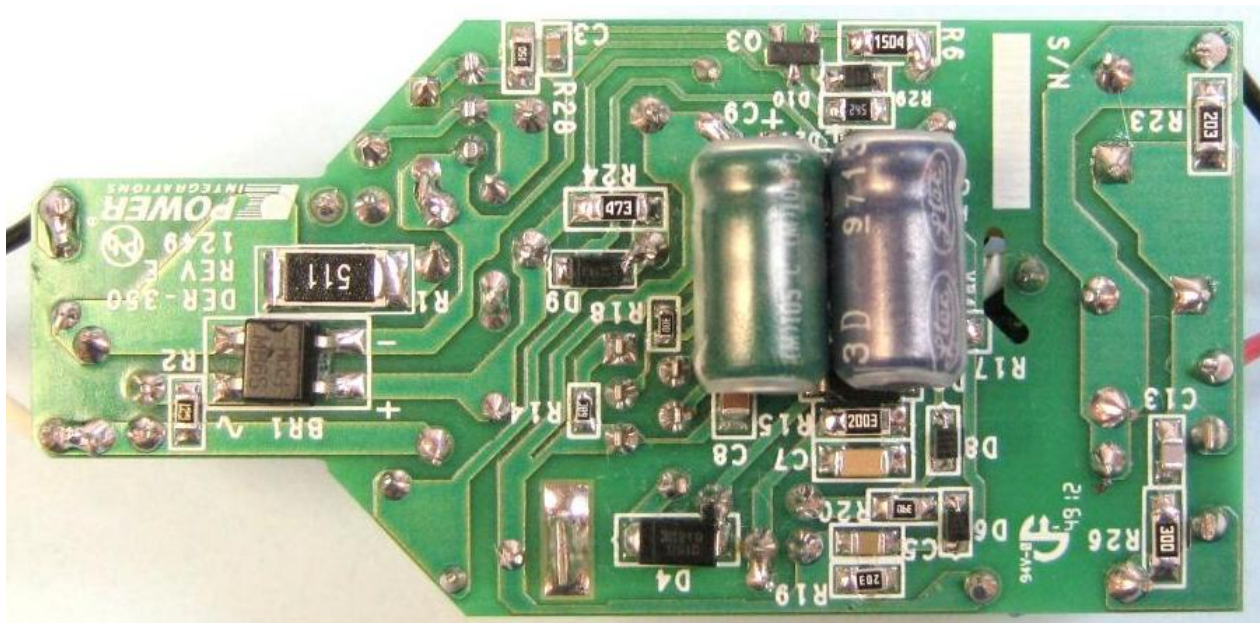


Figure 3 – Populated Circuit Board Photograph (Bottom View).

2 파워 서플라이 사양

아래 표는 디자인의 최소 허용 성능을 나타냅니다. 실제 성능은 결과 섹션에 나열되어 있습니다.

설명	기호	최소	일반	최대	단위	설명
입력 전압 주파수	V_{IN} f_{LINE}	90	120 60	132	VAC Hz	
출력 출력 전압 출력 전류 총 출력 전력 연속 출력 전력	V_{OUT} I_{OUT} P_{OUT}	33	36 550 20	39	V mA W	
효율 플 부하	η		85		%	$V_{OUT} = 36, V_{IN} = 120VAC$, 주변 온도 25°C
환경 전도성 EMI 안정성 링 웨이브(100kHz) 디퍼렌셜 모드(L1-L2) 커먼 모드(L1/L2-PE) 디퍼렌셜 서지(1.2/50 μ s)			CISPR 15B/EN55015B 절연형			
			2.5		kV	
			500		V	
역률			0.97			$V_{OUT(TYP)}, I_{OUT(TYP)}$ 120VAC, 60Hz 에서 측정
고조파 전류			EN 61000-3-2 클래스 D(C)			$P_{IN} < 25W$ 일 경우 클래스 C 는 클래스 D 제한치를 지정
주변 온도	T_{AMB}		45		°C	자유대류, 임해고도



4 회로 설명

LYTSwitch-4 디바이스는 LED 드라이버 애플리케이션에서 사용하도록 설계된 컨트롤러와 670V 전력 MOSFET가 통합된 제품입니다. LYTSwitch-4는 일체형 플라이백 토폴로지에서 사용하도록 구성되어 있으며 AC 입력에서 높은 역률을 유지하면서 1차측에서 정전류 출력을 제어합니다.

4.1 입력 필터링

퓨즈 F1은 부품 불량 발생 시 보호 기능을 제공합니다. 디퍼렌셜(1.2 μ s/50 μ s) 라인 서지로 인한 문제를 방지하기 위해 비교적 높은 정격 전류를 선택했습니다. LYTSwitch-4의 신속한 입력 과전압 감지 기능은 D2 및 C6 피크 감지기 커패시터와 함께 클램프를 구성하여 IC의 MOSFET에 걸리는 최대 전압 스트레스를 제한합니다. 디퍼렌셜 라인 서지 전압이 >500V인 경우 선택형 MOV (금속 산화물 배리스터) RV1이 사용되었습니다. 지정된 최대 작동 전압인 132VAC보다 약간 높은 140VAC 정격 부품이 선택되었습니다. 브리지 다이오드 BR1은 1차측 스위칭 전류에 낮은 임피던스 경로(디커플링)를 제공하는 커패시터 C4를 통해 AC 입력 전압을 정류합니다.

인덕터 L1과 커패시터 C2, C4 및 CY1에서 EMI를 필터링합니다. L1과 L3의 양단 각각의 저항 R2, R24는 필터 부품 및 AC 라인 임피던스와의 LC 공진을 댐핑합니다. 이 공진을 감쇄시키지 않을 경우 전도성 EMI가 증가할 수 있습니다.

4.2 LYTSwitch-4 1차측

트랜스포머(T1)의 한쪽은 DC 버스에 연결되고 다른 쪽은 블로킹 다이오드 D4를 통해 LYTSwitch-4의 DRAIN(D) 핀에 연결됩니다. 파워 MOSFET이 온 타임 상태일 동안 전류는 1차측을 통해 증가하여 에너지를 저장하고, 이 에너지는 파워 MOSFET이 오프 상태일 때 출력으로 전달됩니다.

피크 라인 전압 정보를 U1에 제공하기 위해 들어오는 정류된 AC 피크는 D2를 통해 C6을 충전합니다. 그런 다음 R10을 통해 U1의 VOLTAGE MONITOR(V) 핀에 전류로 공급됩니다. 저항 R9은 V 핀 전류가 입력 주파수에서 변조되는 것을 방지하기 위하여 정류된 AC의 시정수보다 훨씬 긴 시간으로 C6의 방전 경로를 제공합니다(PF의 감소를 초래함).

입력 과전압 섯다운 기능을 통해서 정류된 입력 전압 내성(서지 및 입력 팽창 시)을 내부 파워 MOSFET의 650V_{DSS} 정격으로 확장합니다.

V 핀 전류와 FEEDBACK(FB) 핀 전류는 내부적으로 평균 출력 LED 전류를 제어하기 위해 사용됩니다. 위상각 디밍 애플리케이션에는 49.9k Ω 저항이 REFERENCE(R) 핀(R14)에 사용되고 2M Ω (R10)이 V 핀에 사용되어, 입력 전압과 출력 전류 간의 선형 관계를 구현합니다. 따라서 TRIAC 디머와 함께 사용할 때 디밍 범위가 최대화됩니다.



파워 MOSFET 오프 시간 중 D3, R15 및 C7은 누설 인덕턴스 영향으로 인해 드레인 전압을 안전 레벨로 클램핑합니다. C4의 전압(정류된 입력 AC)이 권선비에 의해 발생된 전압(디자인 스프레드시트의 파라미터 V_{OR}) 이하로 떨어질 때 역방향 전류가 U1을 통과하는 것을 방지하기 위해 다이오드 D4가 필요합니다.

다이오드 D6, C5, C9, R20 및 R19는 트랜스포머의 보조 권선에서 U1의 1차측 바이어스 전압을 만듭니다. 저항 R20은 LED 전압 변동 시 출력 전류를 일정하게 유지하기 위해 바이어스 전압이 출력 전압을 세부적으로 추적하도록 필터링 기능을 제공합니다. 저항 R19는 출력 회로 단락 상태에서 C9를 방전시킵니다.

커패시터 C8은 내장 컨트롤러용 서플라이 핀에 해당하는 U1의 BYPASS(BP) 핀에 로컬 디커플링을 제공합니다. 스타트업 동안에 C8은 디바이스 D 핀에 연결된 내부 고전압 전류 소스를 통해 ~6V로 충전됩니다. 충전이 되면, U1은 바이어스 서플라이로부터 R17을 통해 동작 공급 전류가 제공되는 지점에서 스위칭됩니다.

딥 디밍 상태에서 디바이스 전력 소모는 최소로 하고 U1에 효율적으로 공급하기 위해 D5 및 R17을 통해 외부 바이어스 서플라이를 사용할 것을 권장합니다.

또한 커패시터 C8은 출력 전력 모드도 선택하기 때문에, 디바이스 전력 소모와 히트싱크 요건을 최소화하기 위해 47 μ F가 선택되었습니다(전력 감소 모드).

4.3 피드백

바이어스 권선 전압은 출력 전압을 간접적으로 센싱하는 데 사용되기 때문에 2차측 피드백 부품을 사용할 필요가 없습니다. 바이어스 권선 전압은 출력 전압에 비례합니다(바이어스와 2차측 권선 간의 턴비에 의해 설정됨). 저항 R18은 바이어스 전압을 U1의 FB 핀에 공급되는 전류로 변환합니다. U1의 내장 엔진에서는 FB 핀 전류, V 핀 전류, 내장 드레인 전류 정보를 결합하여 높은 입력 역률을 유지하면서 일정한 출력 전류를 제공합니다.

4.4 부하 차단 보호 기능

부하가 오픈(연결 해제)될 경우 제너 다이오드 VR4가 도통되고 트랜지스터 Q2는 ON 상태가 됩니다. 그런 다음 트랜지스터 Q2는 FB 핀을 풀 다운하여 IC를 오토-리스타트 모드로 강제 전환합니다. 소프트 스타트 기간 후에 FB 핀 전류가 $I_{FB(AR)}$ 기준값 아래로 내려가면 컨트롤러는 회로 단락 및 오픈 루프 상태를 알립니다. 이 고장 상태에서 전력 손실을 최소화하기 위해 셋다운/오토-리스타트 회로는 고장 상태가 계속되는 동안 일반적으로 DC_{AR} 의 오토-리스타트 듀티 사이클에서 파워 서플라이를 ON(소프트 스타트 기간과 동일) 및 OFF시킵니다. 오토-리스타트 오프-타임 동안에 고장이 해제될 경우 전체 오프-타임 카운트(off-time count)가 완료될 때까지 파워 서플라이는 오토-리스타트 상태로 남아 있습니다.



4.5 출력 정류

트랜스포머 2 차측 권선은 D7 에 의해 정류되고 커패시터 C11 및 C12 에 의해 필터링됩니다. 더 낮은 리플이 필요한 디자인의 경우 높은 값의 출력 커패시턴스를 사용해야 합니다.

4.6 TRIAC 위상 디밍 컨트롤 호환성

낮은 가격의 TRIAC 기반, 리딩 엣지 위상 디머를 사용하여 출력 디밍을 구현하기 위한 몇 가지의 디자인 방안을 설명합니다.

LED 기반 조명은 훨씬 낮은 전력을 소비하므로 램프가 끌어진 전류가 디머 내에 있는 TRIAC 의 홀딩 전류 아래로 떨어질 수 있습니다. 이로 인해 디밍 컨트롤 범위가 끝나기 전에 램프가 OFF 상태가 된다거나 TRIAC 이 불규칙적으로 작동할 때 램프가 깜박거리거나 등 바람직하지 않은 동작이 발생합니다. LED 램프가 라인에 제공하는 상대적으로 큰 임피던스 덕분에 TRIAC 이 ON 상태일 때 입력 커패시턴스를 충전하는 돌입 전류로 인해 링잉이 크게 발생할 수 있습니다. 또한 이 경우 링잉으로 인해 TRIAC 전류가 0 으로 내려가는 것과 같은 원치 않는 동작이 일어날 수 있습니다.

이러한 문제를 해결하기 위해 액티브 댐퍼와 패시브 블리더 회로를 추가했습니다. 이러한 회로는 전력 소모가 증가하여 서플라이의 효율이 저하된다는 약점이 있습니다. 비디밍 애플리케이션의 경우 이러한 부품을 생략할 수 있습니다.

액티브 댐퍼는 R8 과 함께 R6, R28, R29, D10, Q1, Q3, C3, VR5 로 구성됩니다. 이 회로는 TRIAC 이 도통되는 최초 0.5ms 동안 직렬로 연결된 저항 R8 에 의하여 TRIAC 이 ON 상태가 되었을 때 입력 커패시터 C2 및 C4 를 충전하는 돌입 전류를 제한합니다. 약 0.5ms 후에 트랜지스터 Q1 이 ON 상태가 되고 저항 R8 을 단락시킵니다. 이로 인해 R8 에서 전력 손실이 낮게 유지되고 전류 제한 동안에 더 큰 값이 허용됩니다. 저항 R6, R29 및 커패시터 C3 은 TRIAC 도통 후에 0.5ms 의 딜레이를 발생시킵니다. 트랜지스터 Q3 은 TRIAC 이 도통되지 않았을 때 커패시터 C3 을 방전시키고, VR5 는 R28 이 MOSFET 발진을 방지하는 동안 Q1 의 게이트 전압을 15V 로 클램핑합니다.

패시브 블리더 회로는 C1 및 R1 로 구성됩니다. 이 회로는 각 도통각 시간이 시작되고 끝날 때 TRIAC 스위치가 발진을 일으키지 않도록 하기 위해 드라이버 입력 전류가 각 하프 AC 사이클 동안 증가할 때 입력 전류를 TRIAC 홀딩 전류보다 높게 유지합니다.



추가 정보

스마트폰을 사용하여 당사 웹
사이트의 관련 콘텐츠에 연결할
수 있습니다.



5 BOM

Item	Qty	Ref Des	Description	Mfg Part Number	Mfg
1	1	BR1	1000 V, 0.8 A, Bridge Rectifier, SMD, MBS-1, 4-SOIC	B10S-G	Comchip
2	1	C1	220 nF, 250 V, Film	ECQ-E2224KF	Panasonic
3	1	C2	100 nF, 250 V, Film	ECQ-E2104KB	Panasonic
4	2	C3 C14	10 nF 50 V, Ceramic, X7R, 0603	C0603C103K5RACTU	Kemet
5	1	C4	180 nF, 250 V, Film	ECQ-E2184KB	Panasonic
6	1	C5	100 nF, 50 V, Ceramic, X7R, 0805	CC0805KRX7R9BB104	Yageo
7	1	C6	2.2 μ F, 400 V, Electrolytic, (6.3 x 11)	TAB2GM2R2E110	Ltec
8	1	C7	2.2 nF, 630 V, Ceramic, X7R, 1206	C3216X7R2J222K	TDK
9	1	C8	47 μ F, 16 V, X5R, 1206	3216X5R1C476M	TDK
10	1	C9	56 μ F, 50 V, Electrolytic, Very Low ESR, 140 m Ω , (6.3 x 11)	EKZE500ELL560MF11D	Nippon Chemi-Con
11	2	C11 C12	330 μ F, 63 V, Electrolytic, (10 x 20)	EKMG630ELL331MJ20S	United Chemi-con
12	1	C13	100 pF, 200 V, Ceramic, COG, 0805	08052A101JAT2A	AVX
13	1	C15	100 nF 50 V, Ceramic, X7R, 0603	C1608X7R1H104K	TDK
14	1	CY1	470 pF, 250 VAC, Film, X1Y1	CD95-B2GA471KYNS	TDK
15	2	D2 D9	400 V, 1 A, DIODE SUP FAST 1 A PWRDI 123	DFLU1400-7	Diodes, Inc.
16	1	D3	DIODE ULTRA FAST, SW 600 V, 1 A, SMA	US1J-13-F	Diodes, Inc.
17	1	D4	DIODE ULTRA FAST, SW, 200 V, 1 A, SMA	US1D-13-F	Diodes, Inc.
18	1	D5	75 V, 0.15 A, Switching, SOD-323	BAV16WS-7-F	Diodes, Inc.
19	3	D6 D8 D10	250 V, 0.2 A, Fast Switching, 50 ns, SOD-323	BAV21WS-7-F	Diodes, Inc.
20	1	D7	200 V, 8 A, Ultrafast Recovery, 25 ns, TO-220AC	BYW29-200G	On Semi
21	1	F1	5 A, 250 V, Fast, Microfuse, Axial	0263005.MXL	Littlefuse
22	1	L1	Bobbin, RM6, Vertical, 6 pins Inductor	B65808-N1006-D1 SNX-R1684	Epcos Santronics-USA
23	1	L3	5 mH, 0.5 A, Common Mode Choke Vertical	SU9VF-05050	Tokin
24	1	Q1	400 V, 3.1 A, N-Channel, TO-251AA	IRFU320PBF	Vishay/Siliconix
25	1	Q2	NPN, Small Signal BJT, 40 V, 0.2 A, SOT-23	MMBT3904LT1G	On Semi
26	1	Q3	PNP, Small Signal BJT, 40 V, 0.2 A, SOT-23	MMBT3906LT1G	On Semi
27	1	R1	510 Ω , 5%, 1 W, Thick Film, 2512	ERJ-1TYJ511U	Panasonic
28	1	R2	12 k Ω , 5%, 1/8 W, Thick Film, 0805	ERJ-6GEYJ123V	Panasonic
29	1	R6	1.5 M Ω , 5%, 1/4 W, Thick Film, 1206	ERJ-8GEYJ155V	Panasonic
30	1	R8	100 Ω , 5%, 2 W, Metal Oxide	RSMF2JT100R	Stackpole
31	1	R9	510 k Ω , 5%, 1/8 W, Thick Film, 0805	ERJ-6GEYJ514V	Panasonic
32	1	R10	2.00 M Ω , 1%, 1/4 W, Thick Film, 1206	ERJ-8ENF2004V	Panasonic
33	1	R14	49.9 k Ω , 1%, 1/16 W, Thick Film, 0603	ERJ-3EKF4992V	Panasonic
34	1	R15	200 k Ω , 5%, 1/4 W, Thick Film, 1206	ERJ-8GEYJ204V	Panasonic
35	1	R17	3 k Ω , 5%, 1/4 W, Thick Film, 1206	ERJ-8GEYJ302V	Panasonic
36	1	R18	196 k Ω , 1%, 1/16 W, Thick Film, 0603	ERJ-3EKF1963V	Panasonic
37	1	R19	20 k Ω , 5%, 1/8 W, Thick Film, 0805	ERJ-6GEYJ203V	Panasonic
38	1	R20	39 Ω , 5%, 1/8 W, Thick Film, 0805	ERJ-6GEYJ390V	Panasonic
39	1	R22	1 k Ω , 5%, 1/10 W, Thick Film, 0603	ERJ-3GEYJ102V	Panasonic
40	1	R23	20 k Ω , 5%, 1/4 W, Thick Film, 1206	ERJ-8GEYJ203V	Panasonic
41	1	R24	47 k Ω , 5%, 1/4 W, Thick Film, 1206	ERJ-8GEYJ473V	Panasonic



42	1	R26	30 Ω , 5%, 1/4 W, Thick Film, 1206	ERJ-8GEYJ300V	Panasonic
43	1	R27	10 Ω , 5%, 1/10 W, Thick Film, 0603	ERJ-3GEYJ100V	Panasonic
44	1	R28	15 Ω , 5%, 1/8 W, Thick Film, 0805	ERJ-6GEYJ150V	Panasonic
45	1	R29	2.4 M Ω , 5%, 1/8 W, Thick Film, 0805	ERJ-6GEYJ245V	Panasonic
46	1	RV1	140 V, 12 J, 7 mm, RADIAL	V140LA2P	Littlefuse
47	1	T1	Bobbin, RM8, Vertical, 12 pins Transformer	RM8/12/1 SNX-R1670	Schwartzpunkt Santronics-USA
48	1	U1	LYTSwitch-4, eSIP-7C	LYT4317E	Power Integrations
49	1	VR4	33 V, 5%, 200 mW, SOD-323	MMSZ5257BS-7-F	Diodes, Inc.
50	1	VR5	15 V, 5%, 500 mW, DO-35	1N5245B-T	Diodes, Inc.



6 트랜스포머 사양

6.1 전기적 구성도

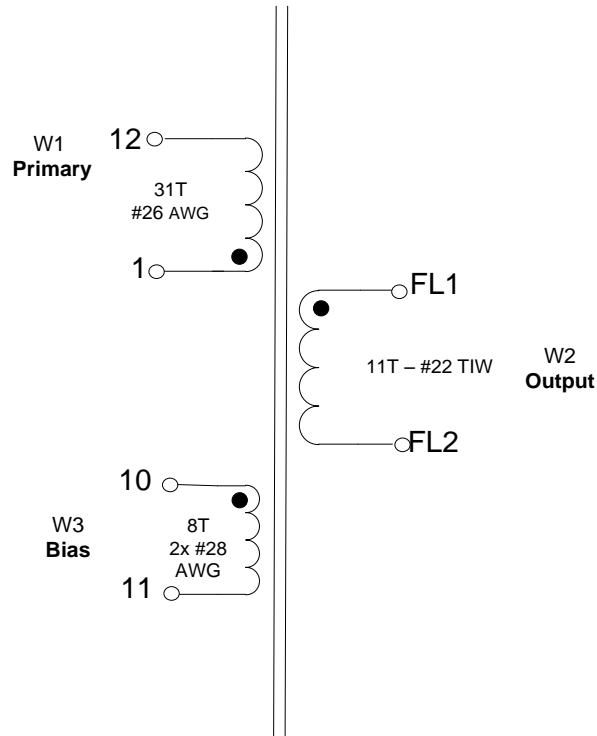


Figure 7 – Transformer Electrical Diagram.

6.2 전기적 사양

Electrical Strength	1 second, 60 Hz, from pins 1, 10, 11, 12 to FL1, FL2.	3000 VAC
Primary Inductance	Pins 1 and 12, all other windings open, measured at 10 kHz, 0.4 V _{RMS} .	387 μH +7%
Resonant Frequency	Pins 1 -12, all other windings open.	750 kHz (Min.)
Primary Leakage Inductance	Pins 1-12, with FL1-FL2 shorted, measured at 132 kHz, 0.4 V _{RMS} .	<10 μH

6.3 재료

Item	Description
[1]	Core: RM8/I, 3F3.
[2]	Bobbin, 12 pin vertical, CSV-RM8-1S-12P from Philips or equivalent. With mounting clip, CLI/P-RM8.
[3]	Tape, Polyester film, 3M 1350F-1 or equivalent, 9 mm wide.
[4]	Wire: Magnet, #26 AWG, solderable double coated.
[5]	Wire: Magnet, #28 AWG, solderable double coated.
[6]	Wire, Triple Insulated, Furukawa TEX-E or Equivalent, #22 TIW.
[7]	Transformer Varnish, Dolph BC-359 or equivalent.



6.4 트랜스포머 제작 구성도

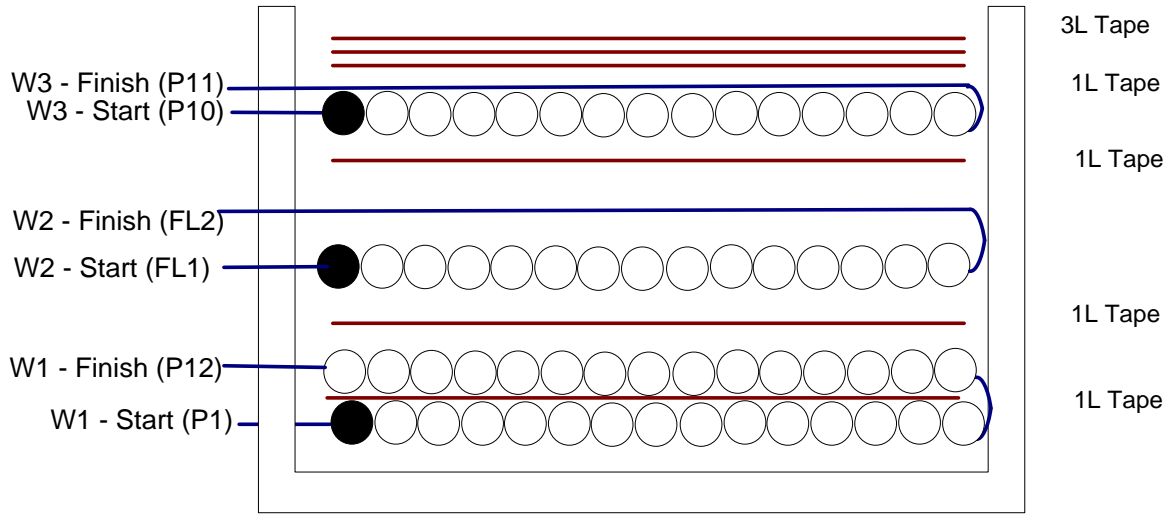


Figure 8 – Transformer Build Diagram.

6.5 트랜스포머 구성

Bobbin Preparation	Place the bobbin item [2] on the mandrel such that pin side on the left side. Winding direction is the clockwise direction.
WDG 1 (Primary)	Starting at pin 1, wind 31 turns of wire item [4] in two layers. Apply one layer of tape item [3] between 1 st and 2 nd layer (spread the winding evenly). Finish at pin 12.
Insulation	Apply one layer of tape item [3].
WDG 2 (Secondary)	Leave about 1" of wire item [6], use small tape to mark as FL1, enter into slot of secondary side of bobbin, wind 11 turns in one layer. At the last turn exit the same slot, leave about 1", and mark as FL2.
Insulation	Apply one layer of tape item [3].
WDG 3 (Bias)	Starting at pin 10, wind bifilar 8 turns of wire item [5], spreading the wire, and finish at pin 11.
Finish Wrap	Apply three layers of tape item [3] for finish wrap.
Final Assembly	Cut FL1 and FL2 to 0.75". Grind core to get 387 μH inductance. Assemble and secure core halves. Dip impregnate using varnish item [7].

7 트랜스포머 디자인 스프레드시트

ACDC_LYTSwitch_101712; Rev.1.0; Copyright Power Integrations 2012		INPUT	INFO	OUTPUT	UNIT	LYTSwitch_101712: Flyback Transformer Design Spreadsheet
ENTER APPLICATION VARIABLES						
Dimming required	YES		YES			Select 'YES' option if dimming is required. Otherwise select 'NO'.
VACMIN			90		V	Minimum AC Input Voltage
VACMAX			132		V	Maximum AC input voltage
fL			60		Hz	AC Mains Frequency
VO	36.00		36		V	Typical output voltage of LED string at full load
VO_MAX	39.00		39.00		V	Maximum expected LED string Voltage.
VO_MIN	33.00		33.00		V	Minimum expected LED string Voltage.
V_OVP			42.90		V	Over-voltage protection setpoint
IO	0.55		0.55		A	Typical full load LED current
PO			19.8		W	Output Power
η	0.85		0.85			Estimated efficiency of operation
VB			25		V	Bias Voltage
ENTER LYTSwitch VARIABLES						
LYTSwitch	LYT4317		LYT4317			Selected LYTSwitch
Current Limit Mode	RED		RED			Select "RED" for reduced Current Limit mode or "FULL" for Full current limit mode
ILIMITMIN			2.35		A	Minimum current limit
ILIMITMAX			2.73		A	Maximum current limit
fS			132000		Hz	Switching Frequency
fSmin			124000		Hz	Minimum Switching Frequency
fSmax			140000		Hz	Maximum Switching Frequency
IV			79.8		uA	V pin current
RV			2		M-ohms	Upper V pin resistor
RV2			1E+012		M-ohms	Lower V pin resistor
IFB	133.00		133.0		uA	FB pin current (85 uA < IFB < 210 uA)
RFB1			165.4		k-ohms	FB pin resistor
VDS			10		V	LYTSwitch on-state Drain to Source Voltage
VD			0.50		V	Output Winding Diode Forward Voltage Drop (0.5 V for Schottky and 0.8 V for PN diode)
VDB			0.70		V	Bias Winding Diode Forward Voltage Drop
Key Design Parameters						
KP	0.97		0.97			Ripple to Peak Current Ratio (For PF > 0.9, 0.4 < KP < 0.9)
LP			389		uH	Primary Inductance
VOR	102.00		102		V	Reflected Output Voltage.
Expected IO (average)			0.55		A	Expected Average Output Current
KP_VACMAX			1.08			Expected ripple current ratio at VACMAX
TON_MIN			1.83		us	Minimum on time at maximum AC input voltage
PCLAMP			0.16		W	Estimated dissipation in primary clamp
ENTER TRANSFORMER CORE/CONSTRUCTION VARIABLES						
Core Type	RM8/I		RM8/I			
Bobbin			RM8/I_BOBBIN		P/N:	*
AE			0.63		cm^2	Core Effective Cross Sectional Area
LE			3.84		cm	Core Effective Path Length



AL		3000	nH/T ²	Ungapped Core Effective Inductance
BW		8.6	mm	Bobbin Physical Winding Width
M		0	mm	Safety Margin Width (Half the Primary to Secondary Creepage Distance)
L	1.50	1.5		Number of Primary Layers
NS	11	11		Number of Secondary Turns
DC INPUT VOLTAGE PARAMETERS				
VMIN		127	V	Peak input voltage at VACMIN
VMAX		187	V	Peak input voltage at VACMAX
CURRENT WAVEFORM SHAPE PARAMETERS				
DMAX		0.47		Minimum duty cycle at peak of VACMIN
I AVG		0.25	A	Average Primary Current
IP		1.29	A	Peak Primary Current (calculated at minimum input voltage VACMIN)
IRMS		0.39	A	Primary RMS Current (calculated at minimum input voltage VACMIN)
TRANSFORMER PRIMARY DESIGN PARAMETERS				
LP		389	uH	Primary Inductance
LP_TOL		10		Tolerance of primary inductance
NP		31		Primary Winding Number of Turns
NB		8		Bias Winding Number of Turns
ALG		412	nH/T ²	Gapped Core Effective Inductance
BM		2586	Gauss	Maximum Flux Density at PO, VMIN (BM<3100)
BP		3081	Gauss	Peak Flux Density (BP<3700)
BAC		1254	Gauss	AC Flux Density for Core Loss Curves (0.5 X Peak to Peak)
ur		1455		Relative Permeability of Ungapped Core
LG		0.17	mm	Gap Length (Lg > 0.1 mm)
BWE		12.9	mm	Effective Bobbin Width
OD		0.42	mm	Maximum Primary Wire Diameter including insulation
INS		0.06	mm	Estimated Total Insulation Thickness (= 2 * film thickness)
DIA		0.36	mm	Bare conductor diameter
AWG		28	AWG	Primary Wire Gauge (Rounded to next smaller standard AWG value)
CM		161	Cmils	Bare conductor effective area in circular mils
CMA		416	Cmils/Am _p	Primary Winding Current Capacity (200 < CMA < 600)
TRANSFORMER SECONDARY DESIGN PARAMETERS (SINGLE OUTPUT EQUIVALENT)				
Lumped parameters				
ISP		3.59	A	Peak Secondary Current
ISRMS		1.07	A	Secondary RMS Current
IRIPPLE		0.92	A	Output Capacitor RMS Ripple Current
CMS		214	Cmils	Secondary Bare Conductor minimum circular mils
AWGS		26	AWG	Secondary Wire Gauge (Rounded up to next larger standard AWG value)
DIAS		0.41	mm	Secondary Minimum Bare Conductor Diameter
ODS		0.78	mm	Secondary Maximum Outside Diameter for Triple Insulated Wire
VOLTAGE STRESS PARAMETERS				
VDRAIN		394	V	Estimated Maximum Drain Voltage assuming maximum LED string voltage (Includes Effect of Leakage Inductance)
PIVS		110	V	Output Rectifier Maximum Peak Inverse Voltage (calculated at VOVP, excludes



			leakage inductance spike)
PIVB	77	V	Bias Rectifier Maximum Peak Inverse Voltage (calculated at VOVP, excludes leakage inductance spike)
FINE TUNING (Enter measured values from prototype)			
V pin Resistor Fine Tuning			
RV1	2.00	M-ohms	Upper V Pin Resistor Value
RV2	1E+012	M-ohms	Lower V Pin Resistor Value
VAC1	115.0	V	Test Input Voltage Condition1
VAC2	230.0	V	Test Input Voltage Condition2
IO_VAC1	0.55	A	Measured Output Current at VAC1
IO_VAC2	0.55	A	Measured Output Current at VAC2
RV1 (new)	2.00	M-ohms	New RV1
RV2 (new)	10455.82	M-ohms	New RV2
V_OV	161.1	V	Typical AC input voltage at which OV shutdown will be triggered
V_UV	34.5	V	Typical AC input voltage beyond which power supply can startup
FB pin resistor Fine Tuning			
RFB1	165	k-ohms	Upper FB Pin Resistor Value
RFB2	1E+012	k-ohms	Lower FB Pin Resistor Value
VB1	22.9	V	Test Bias Voltage Condition1
VB2	27.1	V	Test Bias Voltage Condition2
IO1	0.55	A	Measured Output Current at Vb1
IO2	0.55	A	Measured Output Current at Vb2
RFB1 (new)	165.4	k-ohms	New RFB1
RFB2(new)	1.00E+12	k-ohms	New RFB2



8 L1 인덕터 사양

8.1 전기적 구성도

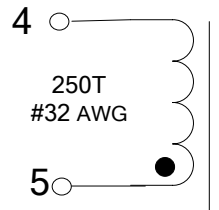


Figure 9 – Inductor Electrical Diagram.

8.2 전기적 사양

Primary Inductance	Pins 4-5, all other windings open, measured at 100 kHz, 0.4 V _{RMS} .	2 mH ±5%
Resonant Frequency	Pins 4-5, all other windings open.	750 kHz (Min.)

8.3 재료

Item	Description
[1]	Core: RM6, TDK - PC40. ALG=32nH/n ² .
[2]	Bobbin: RM6-V 6 pins (3/3), PI#: 25-00039-00.
[3]	Clip: AllStar Magnetic, #: CLI-RM6/I; or equivalent.
[4]	Tape: Polyester film, 3M 1350F-1; or equivalent, 6.4 mm wide.
[5]	Wire: Magnet, #32 AWG, solderable double coated.
[6]	Varnish: Dolph BC-359 or equivalent.

8.4 인덕터 제작 구성도

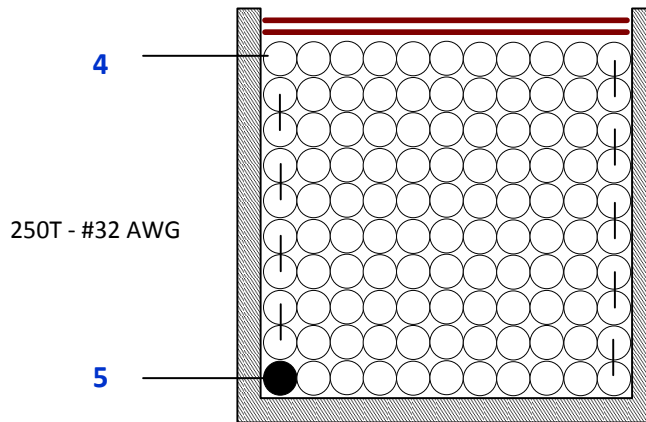


Figure 10 – Inductor Build Diagram.

8.5 인덕터 구성

Bobbin Preparation	Place bobbin item [2] on the mandrel such that pin side is on the left side. Winding direction is the clockwise direction. Note: pin 1 side has V notch on the top of bobbin.
Winding	Start pin 5, wind 250 turns of wire item [5] from left to right then form right to left in 10 layers, at the last turn finish at pin 4.
Finish	Apply 1 layer of tape item [4] to secure the winding. Grind both core halves to get 2.0 mH and assemble with clip item [3]. Cut pins: 2 and 3. Varnish item [6].



9 U1 히트싱크 어셈블리

9.1 U1 히트싱크 제작 도면

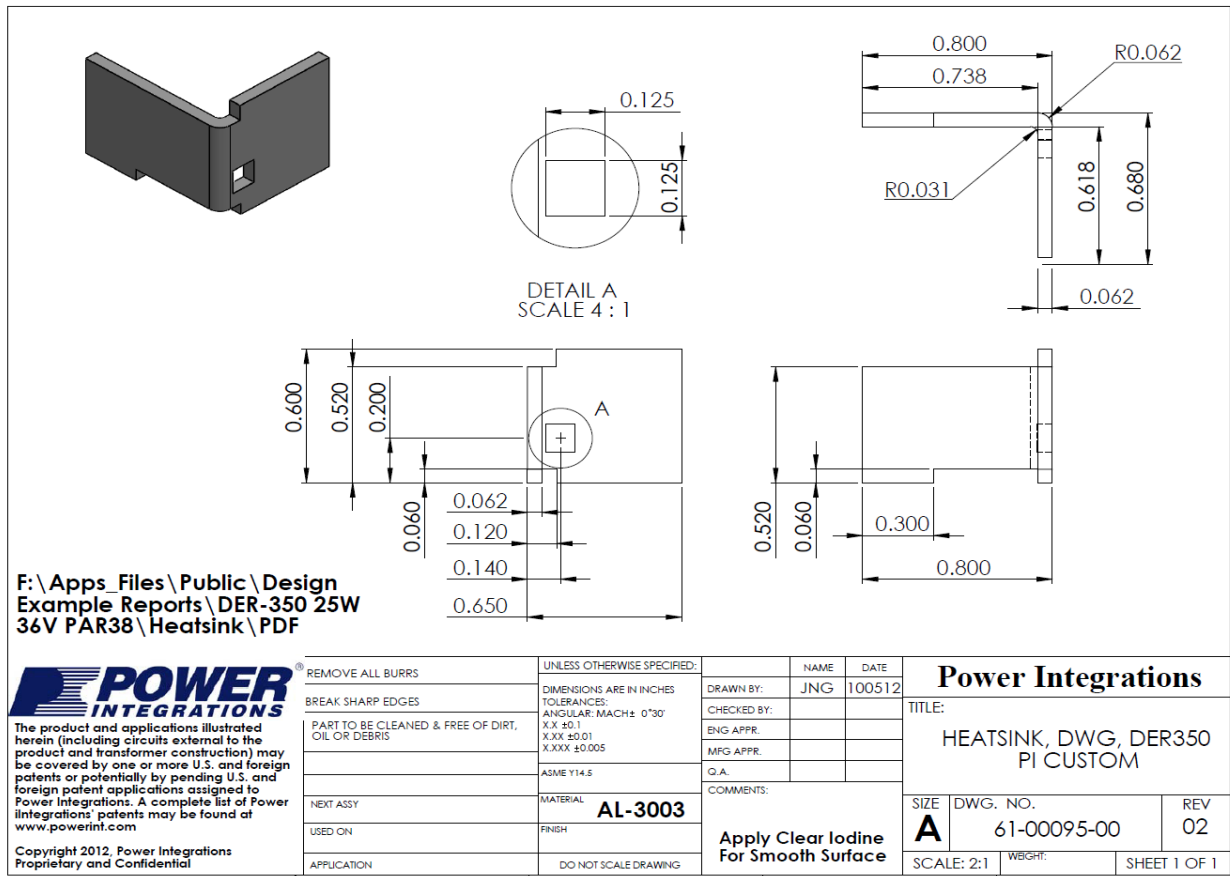


Figure 11 – Heat Sink Fabrication Drawing.



9.2 U1 히트싱크 어셈블리 도면

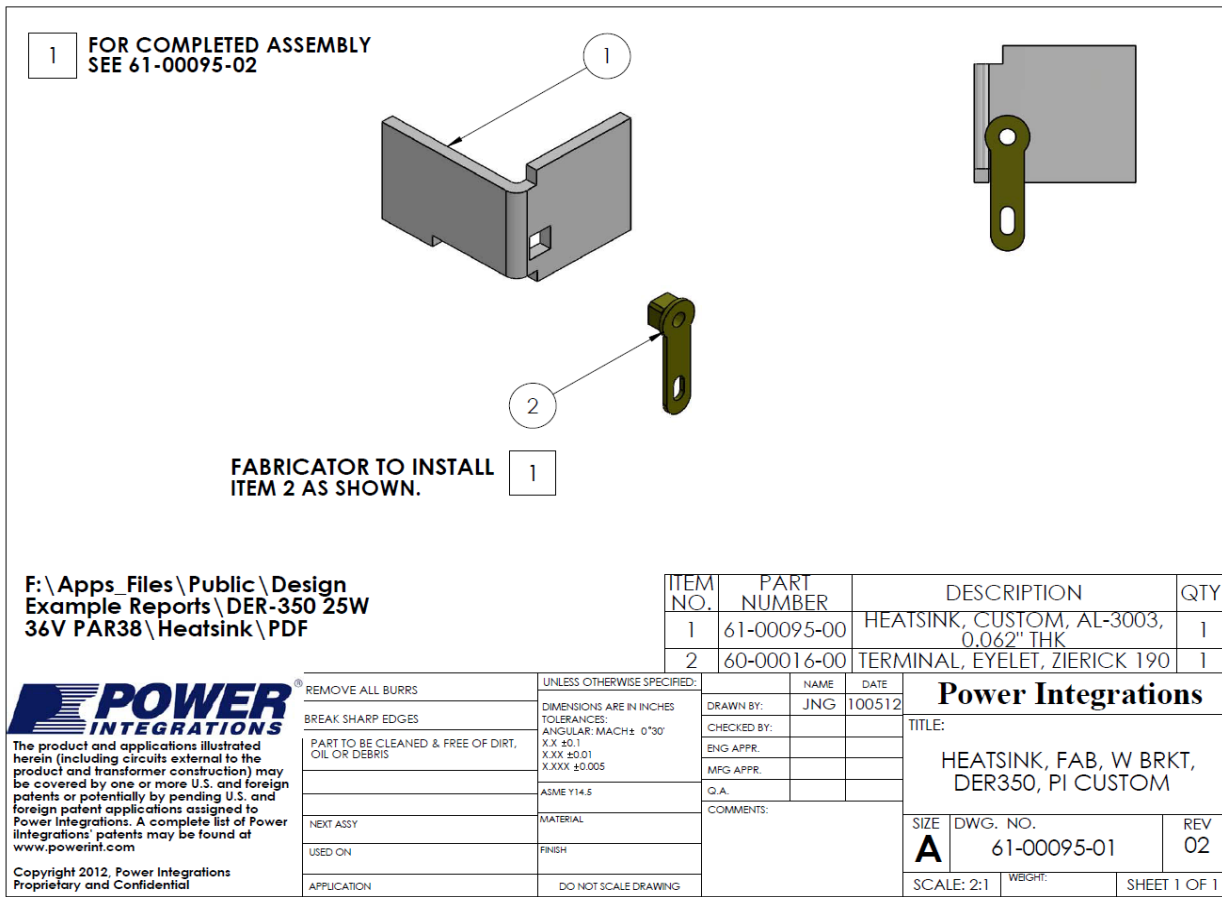


Figure 12 – U1 Heat Sink Assembly Drawing.



9.3 U1 및 히트싱크 어셈블리 도면

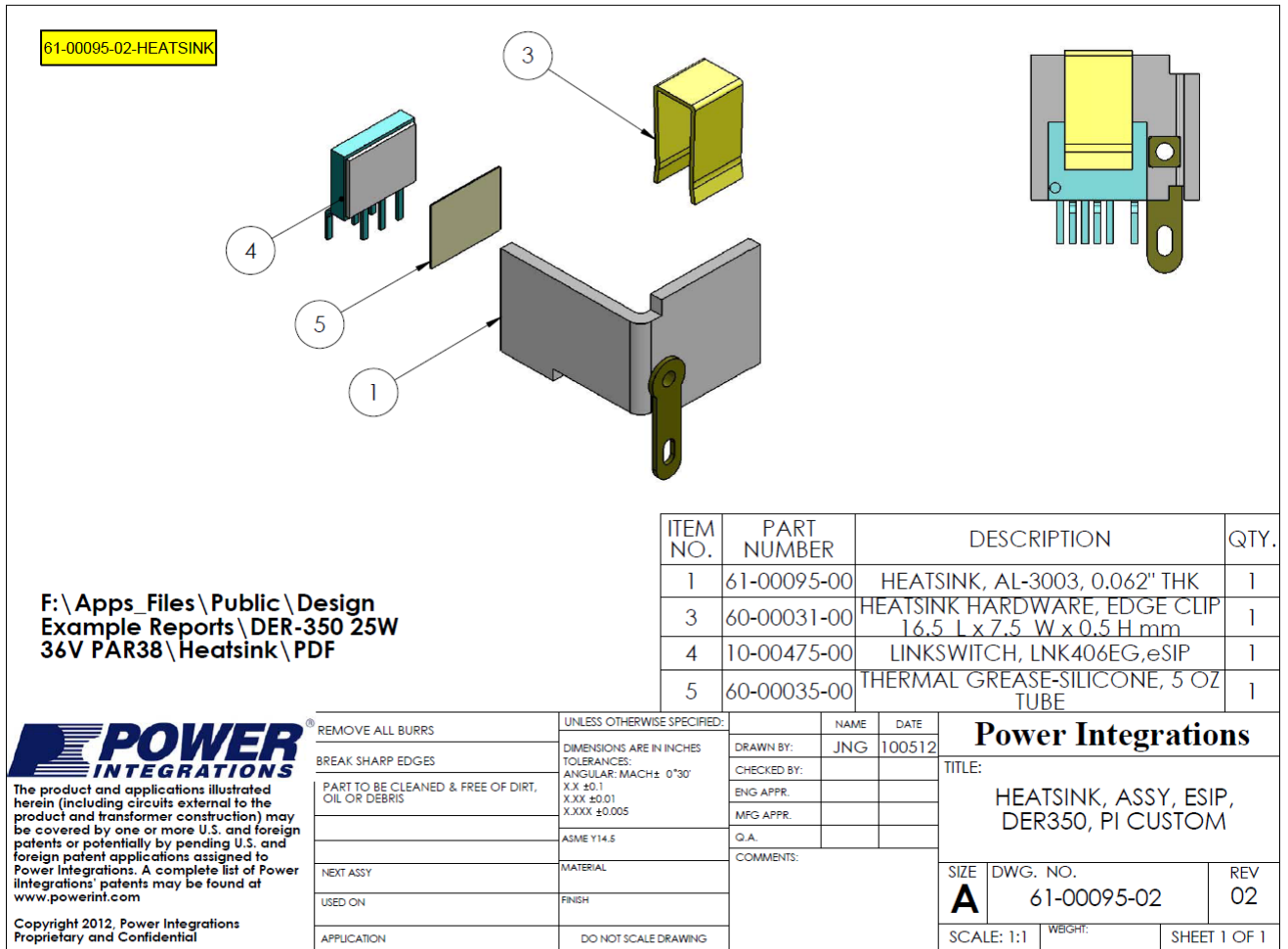


Figure 13 – U1 and Heat Sink Assembly Drawing.

10 성능 데이터

All measurements performed at room temperature using an LED load. The table in Section 11.6 shows complete test data values.

10.1 효율

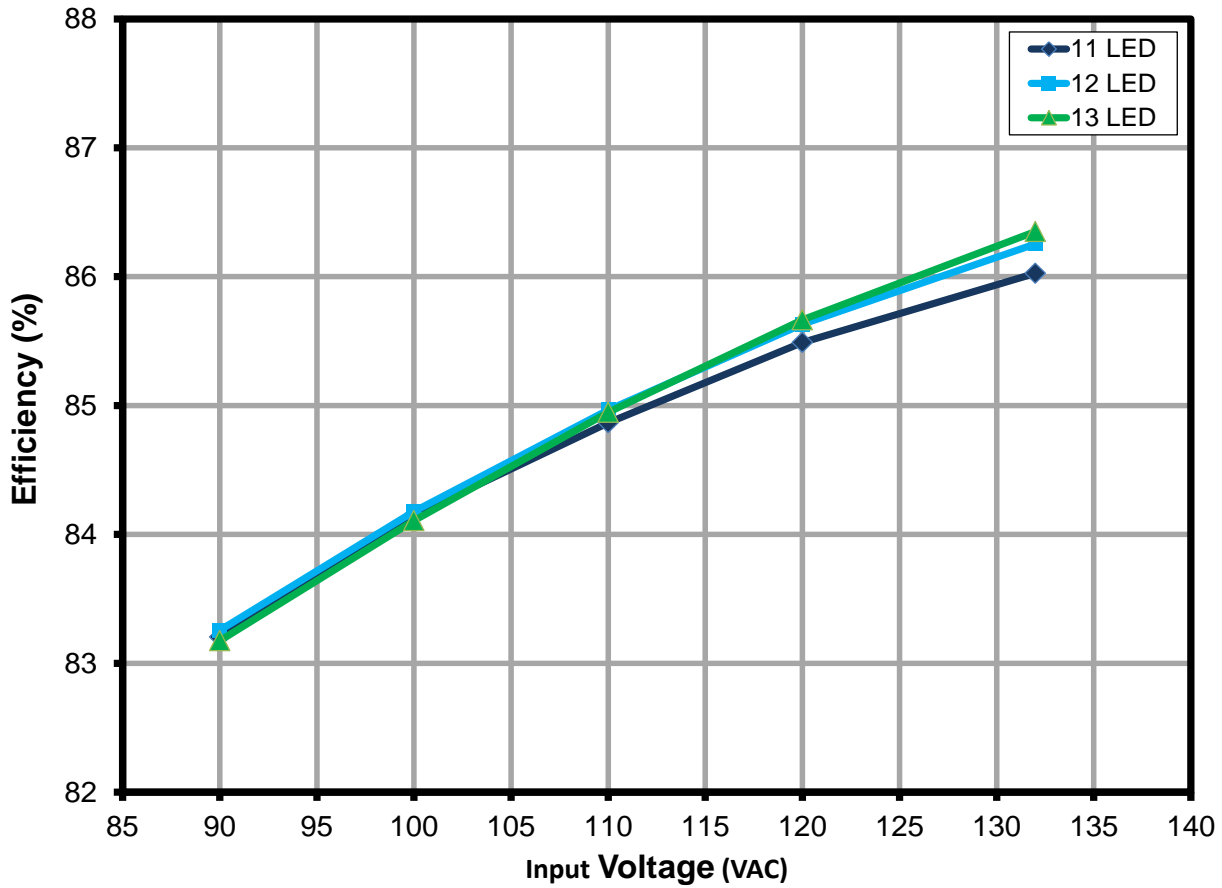


Figure 14 – Efficiency vs. Line.



10.2 입력 및 부하 레귤레이션

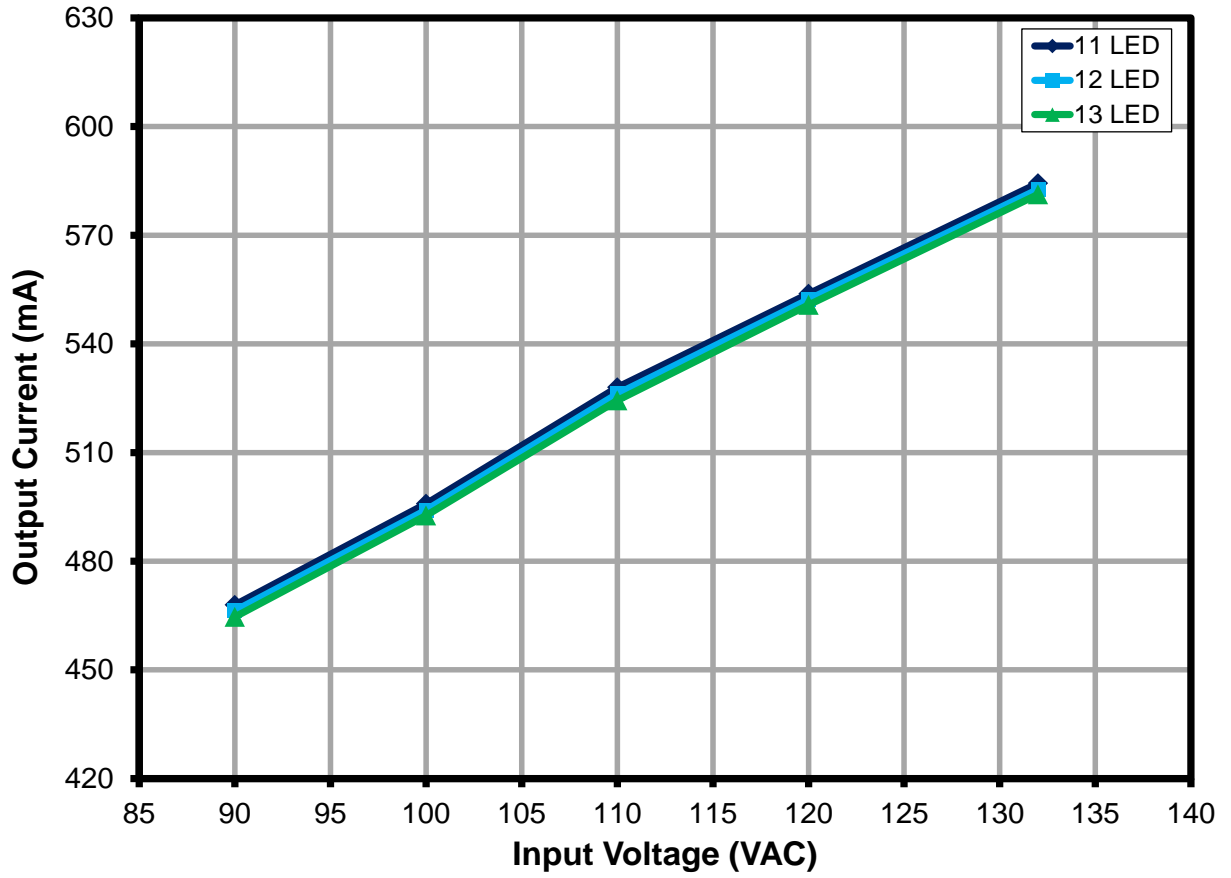


Figure 15 – Regulation vs. Line and Load.

10.3 역률

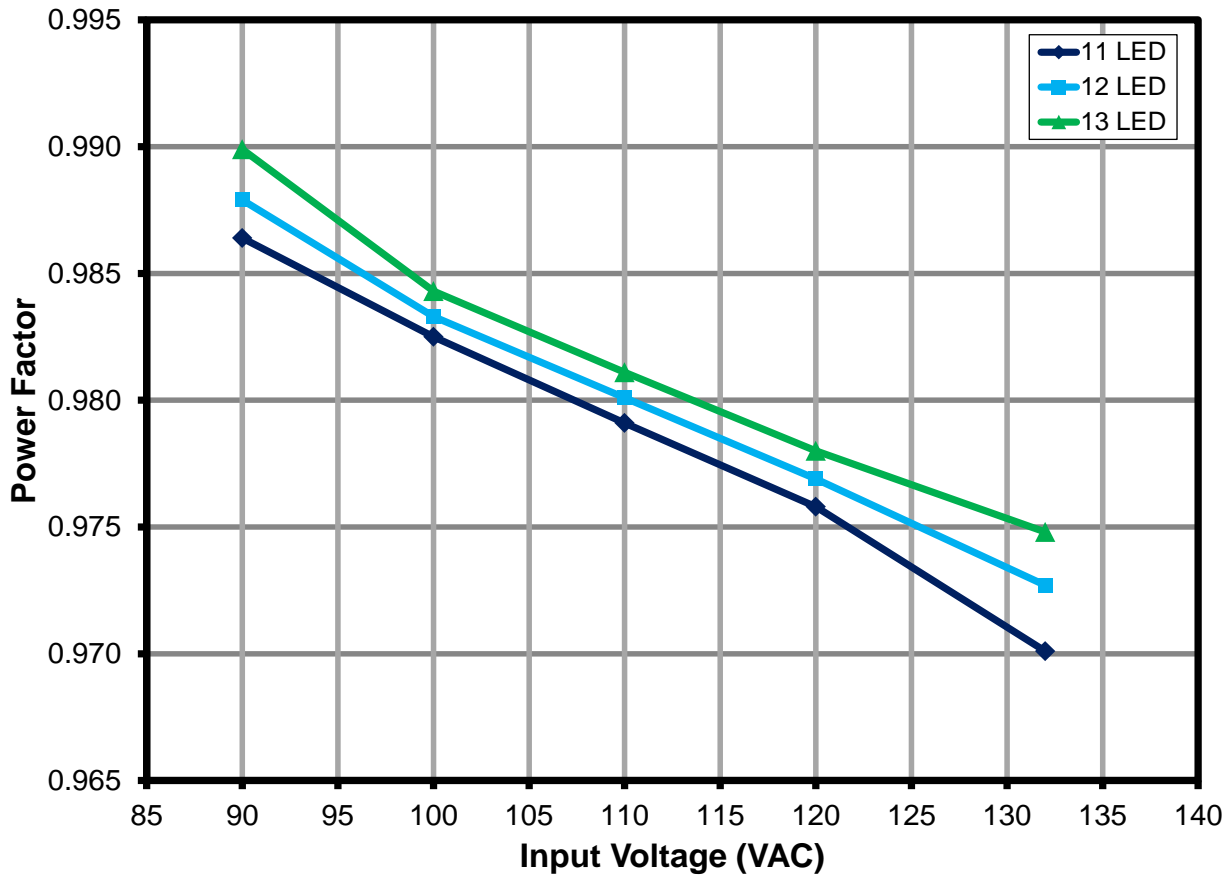


Figure 16 – Power Factor vs. Line and Load.



10.4 A-THD

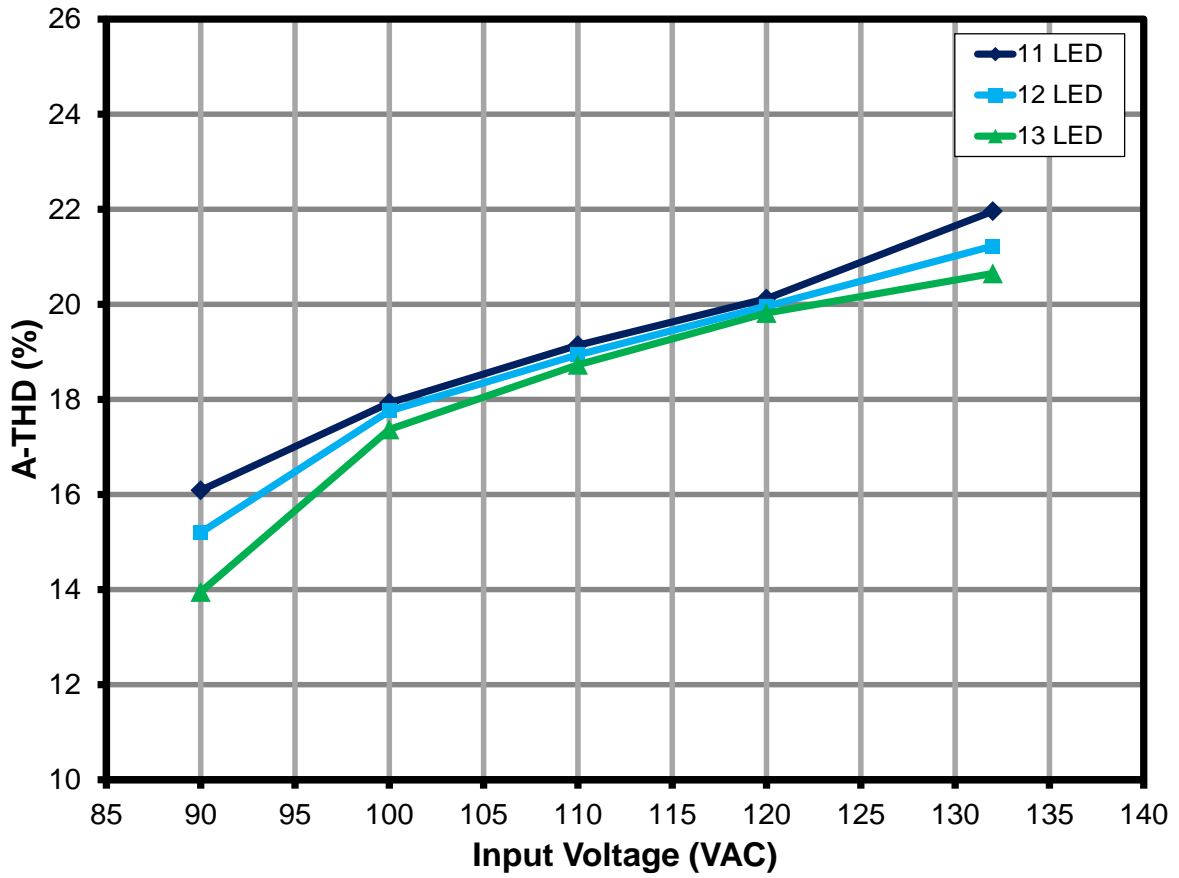


Figure 17 – A-THD vs. Line and Load.



10.5 고조파 전류

The design met the IEC61000-3-2 Limits for Class C equipment (section 7.3-a) for an Active input power of >25 W, which states that the harmonic currents shall not exceed the related limits given in Table 2 - Limits for Class C equipment.

10.5.1 11LED 부하

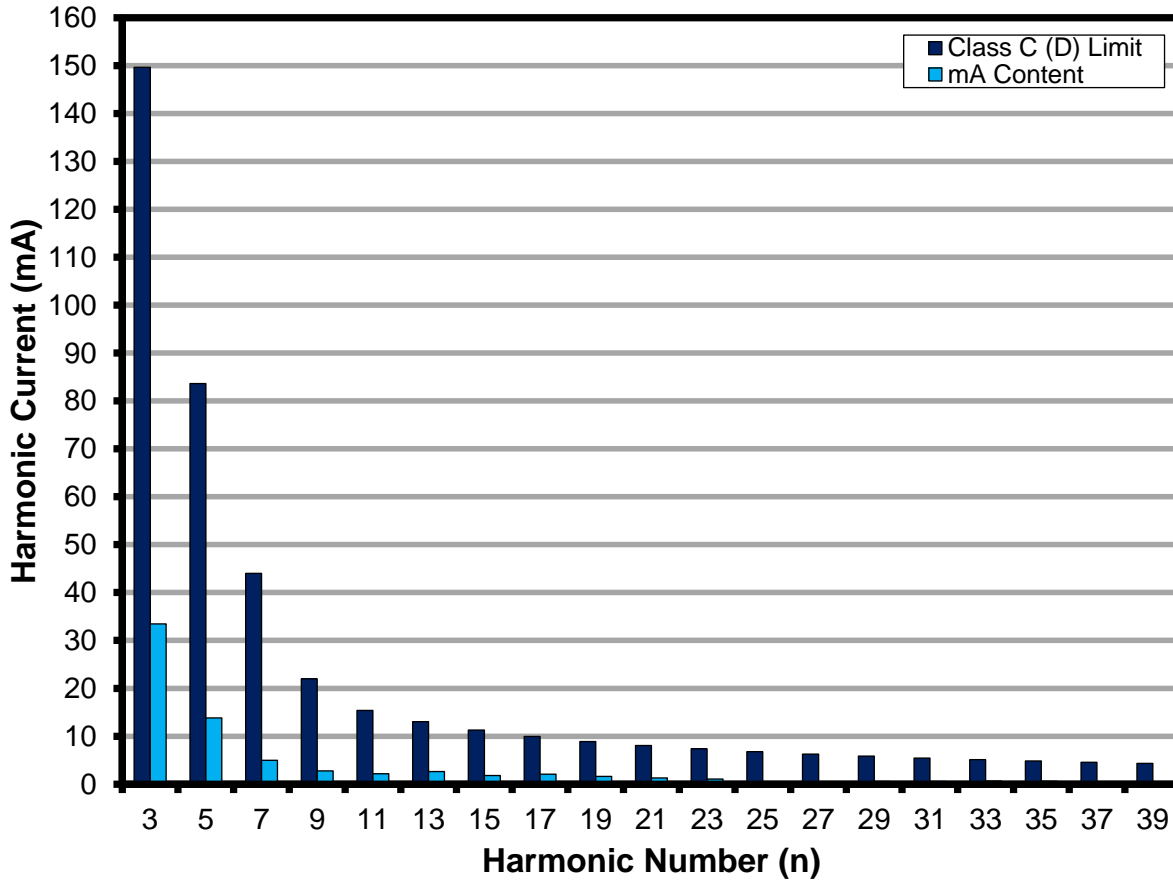


Figure 18 – 11 LED Load Input Current Harmonics (IEC61000-3-2) at 120 VAC, 60 Hz.



10.5.2 12 LED 부하

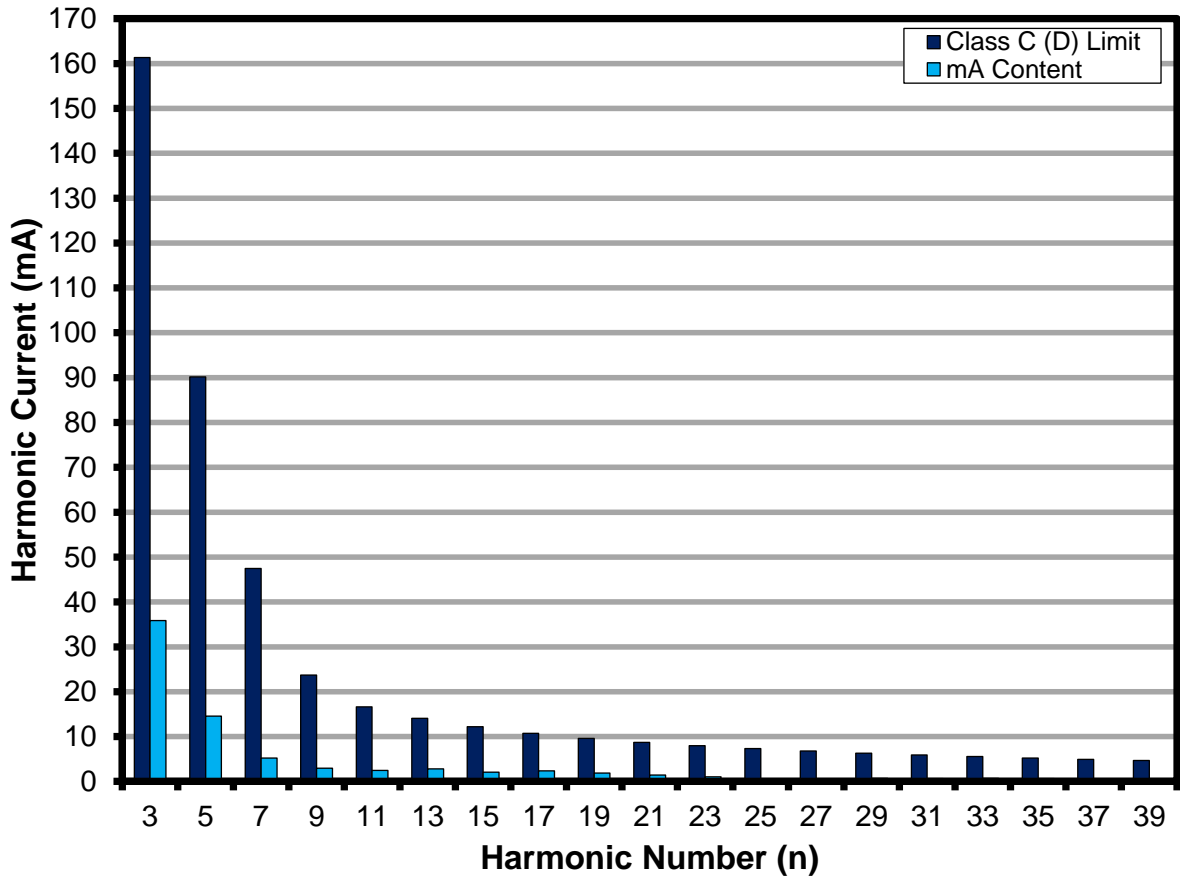


Figure 19 – 12 LED Load Input Current Harmonics case (IEC61000-3-2) at 120 VAC, 60 Hz.



10.5.3 13 LED 부하

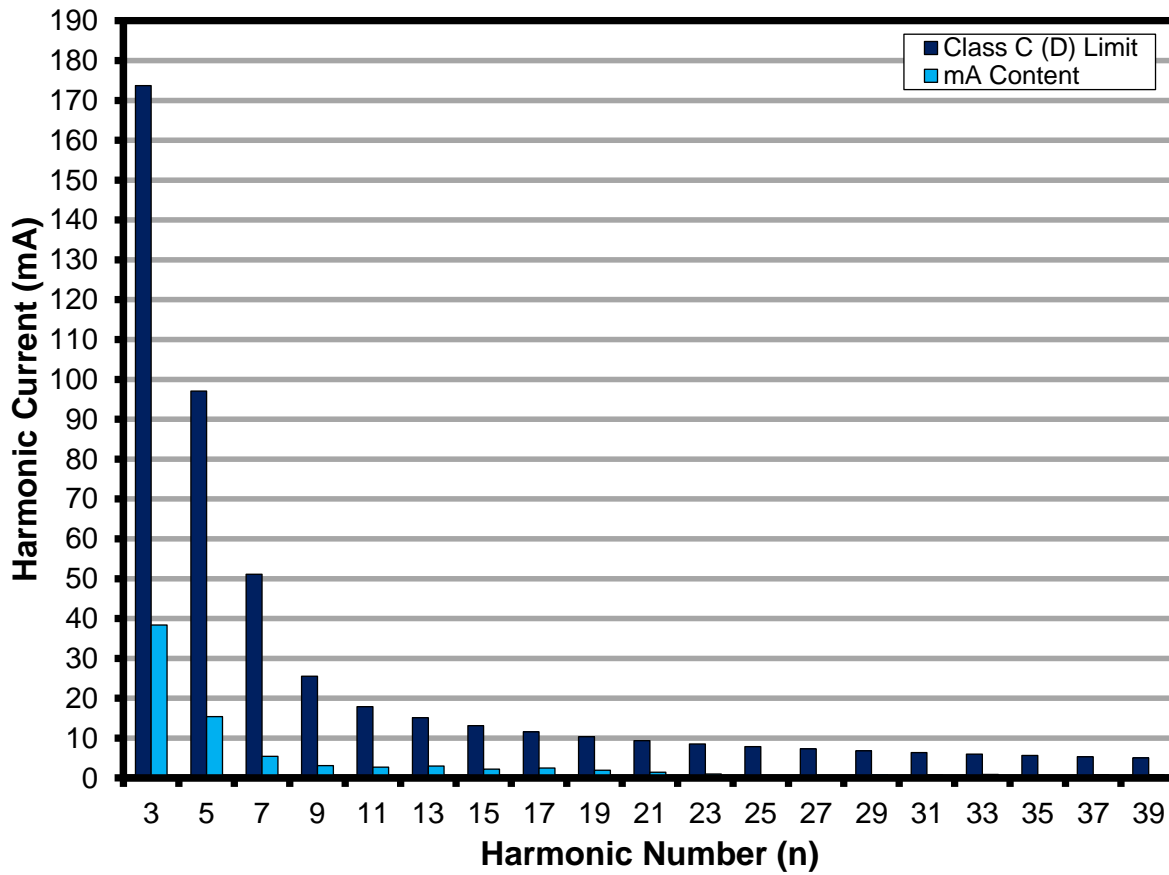


Figure 20 – 13 LED Load Input Current Harmonics (IEC61000-3-2) at 120 VAC, 60 Hz.



10.6 테스트 데이터

All measurements were taken with the board at open frame, 25 °C ambient, and 60 Hz line frequency.

10.6.1 테스트 데이터, 11LED 부하

Input Measurement					Load Measurement			Calculation		
V _{IN} (V _{RMS})	I _{IN} (mA _{RMS})	P _{IN} (W)	PF	%ATHD	V _{OUT} (V _{DC})	I _{OUT} (mA _{DC})	P _{OUT} (W)	P _{CAL} (W)	Efficiency (%)	Loss (W)
90.04	213.30	18.944	0.986	16.09	33.56	467.90	15.76	15.70	83.20	3.18
100.01	202.56	19.904	0.983	17.93	33.65	495.89	16.75	16.69	84.15	3.16
110.07	195.64	21.086	0.979	19.14	33.76	528.03	17.90	17.82	84.87	3.19
120.05	187.84	22.004	0.976	20.12	33.83	553.86	18.81	18.74	85.49	3.19
132.08	180.56	23.136	0.970	21.96	33.92	584.33	19.90	19.82	86.03	3.23

10.6.2 테스트 데이터, 12LED 부하

Input Measurement					Load Measurement			Calculation		
V _{IN} (V _{RMS})	I _{IN} (mA _{RMS})	P _{IN} (W)	PF	%ATHD	V _{OUT} (V _{DC})	I _{OUT} (mA _{DC})	P _{OUT} (W)	P _{CAL} (W)	Efficiency (%)	Loss (W)
90.03	229.36	20.401	0.988	15.20	36.30	466.32	16.99	16.93	83.26	3.42
100.01	218.20	21.456	0.983	17.76	36.43	494.09	18.06	18.00	84.18	3.40
110.07	210.62	22.723	0.980	18.94	36.56	526.19	19.31	19.24	84.97	3.42
120.05	202.30	23.726	0.977	19.96	36.65	552.30	20.32	20.24	85.63	3.41
132.08	194.00	24.923	0.973	21.23	36.76	582.69	21.50	21.42	86.25	3.43

10.6.3 테스트 데이터, 13LED 부하

Input Measurement					Load Measurement			Calculation		
V _{IN} (V _{RMS})	I _{IN} (mA _{RMS})	P _{IN} (W)	PF	%ATHD	V _{OUT} (V _{DC})	I _{OUT} (mA _{DC})	P _{OUT} (W)	P _{CAL} (W)	Efficiency (%)	Loss (W)
90.03	246.50	21.967	0.990	13.95	39.21	464.64	18.27	18.22	83.17	3.70
100.00	234.86	23.117	0.984	17.37	39.36	492.59	19.44	19.39	84.11	3.67
110.06	226.53	24.460	0.981	18.73	39.50	524.39	20.78	20.72	84.95	3.68
120.04	217.61	25.547	0.978	19.82	39.61	550.75	21.89	21.82	85.67	3.66
132.07	208.34	26.822	0.975	20.65	39.72	581.26	23.16	23.09	86.35	3.66



10.6.4 120VAC 60Hz, 11LED 부하 고조파 데이터

Current Harmonics Limits for IEC61000-3-2

V	Freq	I (mA)	P	PF	%THD
120	60.00	187.84	22.0040	0.9758	20.12
nth Order	mA Content	% Content	Limit <25 W	Limit >25 W	Remarks
1	183.99				
2	0.04	0.02%		2.00%	
3	33.44	18.17%	149.6272	29.27%	Pass
5	13.81	7.51%	83.6152	10.00%	Pass
7	4.99	2.71%	44.0080	7.00%	Pass
9	2.76	1.50%	22.0040	5.00%	Pass
11	2.19	1.19%	15.4028	3.00%	Pass
13	2.63	1.43%	13.0331	3.00%	Pass
15	1.82	0.99%	11.2954	3.00%	Pass
17	2.08	1.13%	9.9665	3.00%	Pass
19	1.62	0.88%	8.9174	3.00%	Pass
21	1.30	0.71%	8.0681	3.00%	Pass
23	1.06	0.58%	7.3666	3.00%	Pass
25	0.28	0.15%	6.7772	3.00%	Pass
27	0.12	0.07%	6.2752	3.00%	Pass
29	0.54	0.29%	5.8424	3.00%	Pass
31	0.56	0.30%	5.4655	3.00%	Pass
33	0.67	0.36%	5.1343	3.00%	Pass
35	0.61	0.33%	4.8409	3.00%	Pass
37	0.28	0.15%	4.5792	3.00%	Pass
39	0.28	0.15%	4.3444	3.00%	Pass
41	0.34	0.18%			
43	0.33	0.18%			
45	0.40	0.22%			
47	0.34	0.18%			
49	0.19	0.10%			



10.6.5 120VAC 60Hz, 12LED 부하 고조파 데이터

Current Harmonics Limits for IEC61000-3-2

V	Freq	I (mA)	P	PF	%THD
120	60.00	202.30	23.7260	0.9769	19.96
nth Order	mA Content	% Content	Limit <25 W	Limit >25 W	Remarks
1	198.22				
2	0.03	0.02%		2.00%	
3	35.84	18.08%	161.3368	29.31%	Pass
5	14.56	7.35%	90.1588	10.00%	Pass
7	5.20	2.62%	47.4520	7.00%	Pass
9	2.94	1.48%	23.7260	5.00%	Pass
11	2.44	1.23%	16.6082	3.00%	Pass
13	2.81	1.42%	14.0531	3.00%	Pass
15	2.06	1.04%	12.1793	3.00%	Pass
17	2.35	1.19%	10.7465	3.00%	Pass
19	1.86	0.94%	9.6153	3.00%	Pass
21	1.43	0.72%	8.6995	3.00%	Pass
23	1.03	0.52%	7.9431	3.00%	Pass
25	0.12	0.06%	7.3076	3.00%	Pass
27	0.14	0.07%	6.7663	3.00%	Pass
29	0.71	0.36%	6.2997	3.00%	Pass
31	0.62	0.31%	5.8932	3.00%	Pass
33	0.71	0.36%	5.5361	3.00%	Pass
35	0.62	0.31%	5.2197	3.00%	Pass
37	0.27	0.14%	4.9376	3.00%	Pass
39	0.28	0.14%	4.6844	3.00%	Pass
41	0.35	0.18%			
43	0.36	0.18%			
45	0.49	0.25%			
47	0.43	0.22%			
49	0.27	0.14%			



10.6.6 120VAC 60Hz, 13LED 부하 고조파 데이터

Current Harmonics Limits for IEC61000-3-2

V	Freq	I (mA)	P	PF	%THD
120	60.00	217.61	25.5470	0.9780	19.82
nth Order	mA Content	% Content	Limit <25 W	Limit >25 W	Remarks
1	213.26				
2	0.05	0.02%		2.00%	
3	38.35	17.98%	173.7196	29.34%	Pass
5	15.40	7.22%	97.0786	10.00%	Pass
7	5.43	2.55%	51.0940	7.00%	Pass
9	3.09	1.45%	25.5470	5.00%	Pass
11	2.69	1.26%	17.8829	3.00%	Pass
13	3.00	1.41%	15.1317	3.00%	Pass
15	2.20	1.03%	13.1141	3.00%	Pass
17	2.49	1.17%	11.5713	3.00%	Pass
19	1.93	0.90%	10.3533	3.00%	Pass
21	1.45	0.68%	9.3672	3.00%	Pass
23	1.02	0.48%	8.5527	3.00%	Pass
25	0.19	0.09%	7.8685	3.00%	Pass
27	0.19	0.09%	7.2856	3.00%	Pass
29	0.78	0.37%	6.7832	3.00%	Pass
31	0.73	0.34%	6.3455	3.00%	Pass
33	0.86	0.40%	5.9610	3.00%	Pass
35	0.55	0.26%	5.6203	3.00%	Pass
37	0.83	0.39%	5.3165	3.00%	Pass
39	0.85	0.40%	5.0439	3.00%	Pass
41	0.52	0.24%			
43	0.61	0.29%			
45	0.68	0.32%			
47	0.68	0.32%			
49	0.42	0.20%			



11 디밍 성능 데이터

TRIAC dimming results were taken at an input voltage of 120 VAC, 60 Hz line frequency, room temperature, and a nominal 36 V LED load.

The output current High Limit I_{OUT} (Max) and Low Limit I_{OUT} (Min) were incorporated based on the USA NEMA publication SSL6-2010 section 4 page 9 for dimming performance system requirements for reference. The standard however refers to 120 VAC operating input voltage and pertains to the limits as relative light output. The limits incorporated on the succeeding graphs assumes that 100% relative light output falls on the maximum operating output current of 550 mA and 0 mA as 0% light output, and input line of 120 VAC, 60 Hz.

11.1 Agilent 6812B AC 소스로 시뮬레이션한 리딩 엣지 디머를 사용할 때의 디밍 곡선

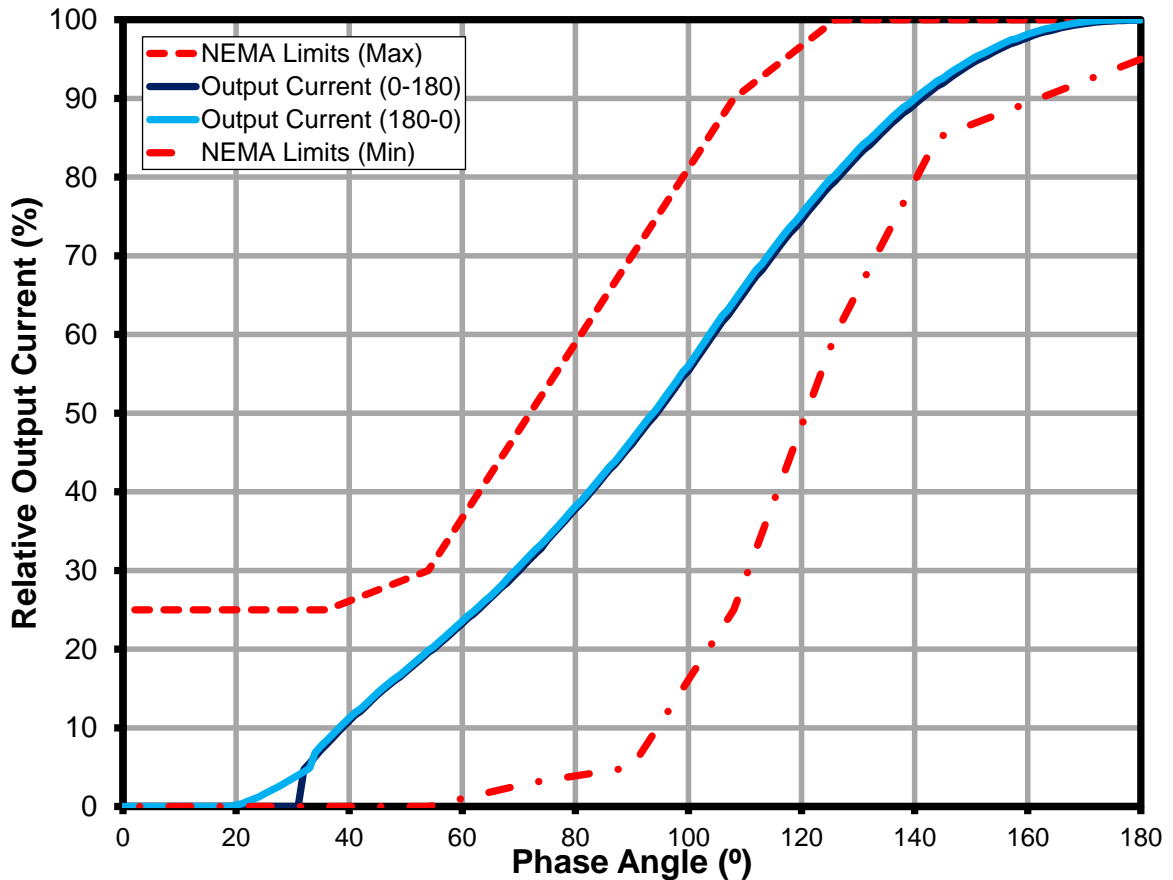


Figure 21 – Dimming Curve at 120 VAC, 60 Hz Input.



11.2 TRIAC 기반 디머를 사용한 빠른 스타트업(<200ms)

Using a TRIAC-based U.S. dimmer model S-600P-WH (Lutron) with thumb-wheel adjust set to minimum turn-on (i.e. <30 degrees) which guarantees the LED driver is off when it is switched to ON position. The test was made by turning/sliding the dimmer knob as quickly as possible from minimum to maximum position then measuring the time from the point the dimmer started conducting to the point the output current started rising.

Input voltage: 120 VAC / 60 Hz

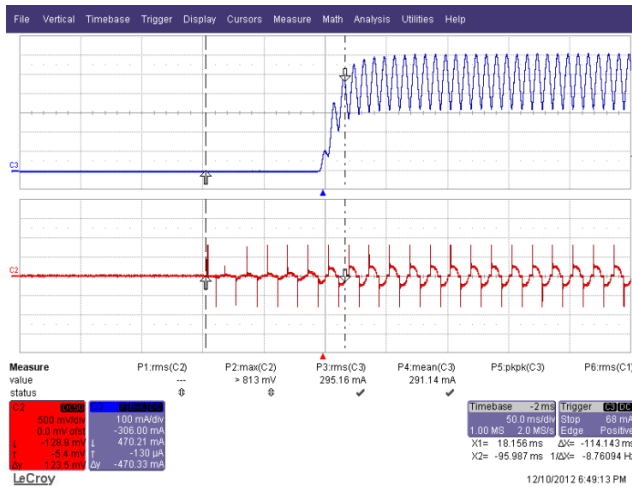


Figure 22 – Measured Start-up Time 114 ms. Flicking the Switch ON, Dimmer at Full Conduction.
Upper: I_{OUT}, 100 mA / div.
Lower: I_{IN}, 500 mA, 50 ms / div.

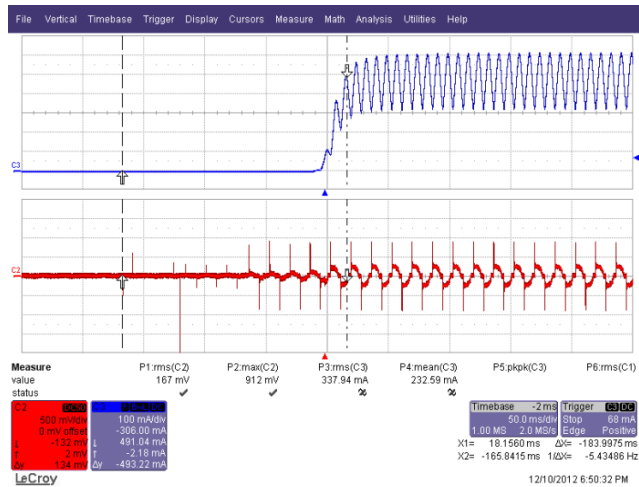


Figure 23 – Measured Start-up Time 184 ms. Quickly Sliding the Knob from Minimum to Full Conduction.
Upper: I_{OUT}, 100 mA / div.
Lower: I_{IN}, 500 mA, 50 ms / div.



11.3 TRIAC 기반 디머를 사용할 때의 팝온 포인트

Pop-on per NEMA SSL-6 definition is lowest dimmer setting above minimum at which the lamp transitions from off to dimmed.

This particular test was conducted using 120 V / 60 Hz TRIAC dimmer model S-600P-WH (Lutron U.S. dimmer).

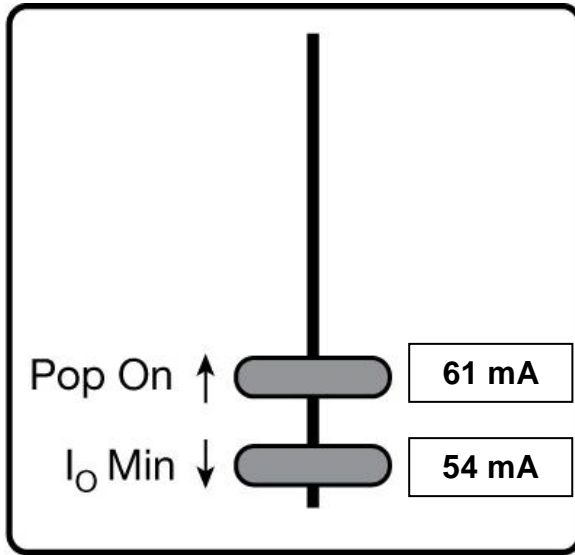


Figure 24 – 35° Conduction Angle was Measured at Pop-on Point.

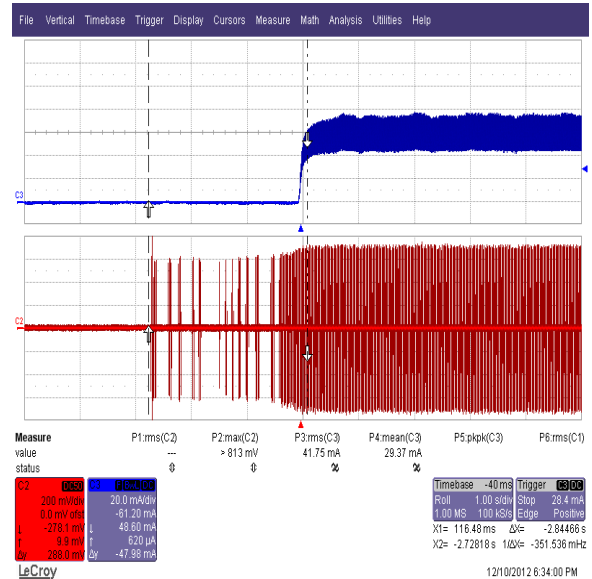


Figure 25 – 35° Conduction Angle at Pop-on Point.
 Upper: I_{OUT}, 20 mA / div.
 Middle: V_{OUT}, 200 V / div.
 Lower: I_{IN}, 0.2 A / div., 1 s / div.

11.4 디머를 사용할 때의 출력 전류 및 입력 전류 파형

Input: 120 VAC, 60 Hz Utility Line

Output: 36 V LED Load

Dimmer: LUTRON GL-600WH

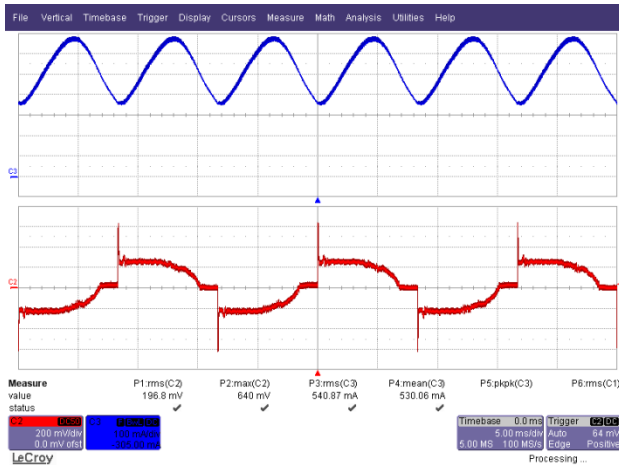


Figure 26 – 147° Conduction Angle.
Upper: I_{OUT} , 100 mA / div.
Lower: I_{IN} , 200 mA, 5 ms / div.

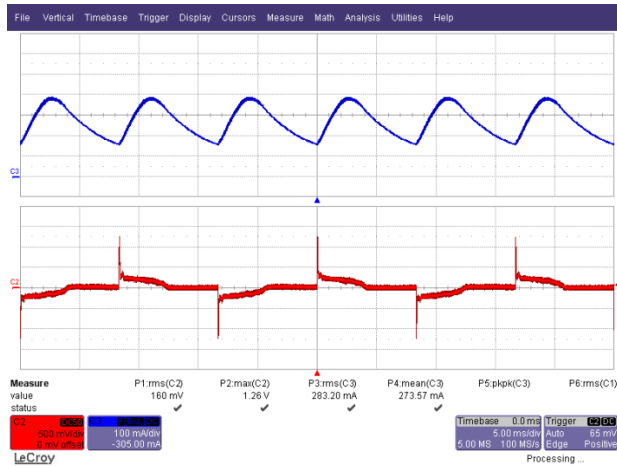


Figure 27 – 90° Conduction Angle.
Upper: I_{OUT} , 100 mA / div.
Lower: I_{IN} , 500 mA, 5 ms / div.

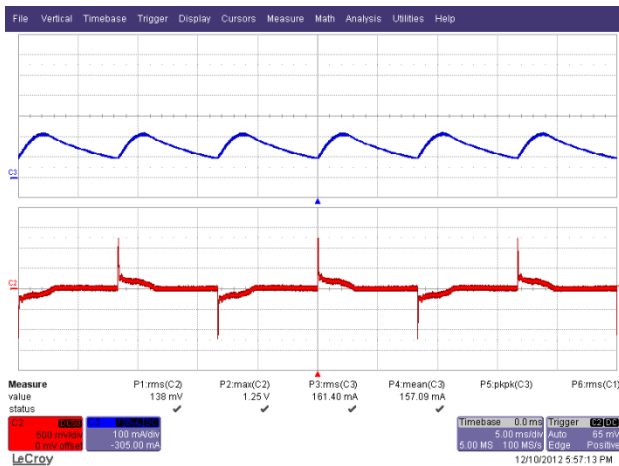


Figure 28 – 60° Conduction Angle.
Upper: I_{OUT} , 100 mA / div.
Lower: I_{IN} , 500 mA, 5 ms / div.

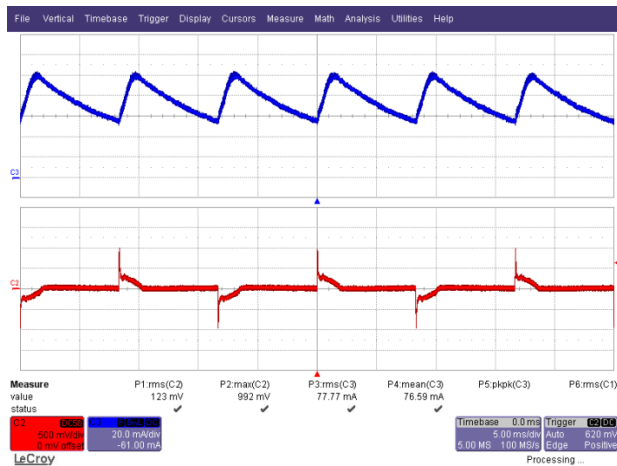


Figure 29 – 40° Conduction Angle.
Upper: I_{OUT} , 20 mA / div.
Lower: I_{IN} , 500 mA, 5 ms / div.



11.5

11.6 호환성 목록

The following U.S. TRIAC-based dimmers were tested with utility line input (~120 VAC, 60 Hz) and 36 V LED load.

Dimmer Brand	Type	Part Number	V _{RMS(MIN)}	I _{MIN} (mA)	V _{RMS(MAX)}	I _{MAX} (mA)	Dim Ratio
Lutron	L	LG-600PH-WH	24	41	115.5	492	12
Lutron	L	S-603P-WH	24.5	43	116.0	497	12
Lutron	L	SLV600P-WH	29	62	116.7	505	8
Lutron	L	S-600-WH	27.5	57	118.5	530	9
Lutron	L	S-600PH-WH	23	40	116.1	501	13
Lutron	L	DVWCL-153-PLH-WH	21.8	32	114.0	484	15
Lutron	L	DV-603P-WH	25	48	115.6	498	10
Lutron	L	DV-600P-WH	24	42	115.8	498	12
Lutron	L	TG-600PH-WH	40	87	117.0	513	6
Lutron	L	Q-600P-WH aka FA-600	19.6	18	115.0	494	28
Lutron	L	AY-600P-WH	42.2	91	116.5	508	6
Lutron	L	GL-600P-WH	28.5	61	116.0	502	8
Leviton	L	R62-06633-1LW	24	42	119.8	549	13
Leviton	L	R62-06631-1LW	13	4	117.6	520	130
Leviton	L	R60-IPI06-1LM	43	95	119.2	542	6
Leviton	E	R52-06161-00W	33	60	116.3	507	8
Leviton	L	R52-RPI06-1LW	32	50	119.9	555	11
Leviton	L	TGM10-1LW	16.8	12	115.0	493	41
Leviton	L	R02-06613-PLW	21	28	120.0	550	20
Cooper	L	SLC03P-W-K-L	16	10	117.4	519	51
Lutron	L	GL-600-WH	31	66	118.4	533	8
Lutron	L	DVPDC-203P-WH	65	166	118.0	527	3
Lutron	L	LX-600PL-wh	29	60	118.0	525	9
Lutron	L	CTCL-153PDH	20	21	114.7	488	23
Lutron	L	S-600P	22	36	116.0	503	14
Lutron	L	TGLV-600P	33	70	117.0	517	7
Lutron	L	TGLV-600PR	32	67	117.0	512	8
Lutron	L	TT-300NLH-WH	40	84	119.0	540	6
Lutron	L	NLV-1000-WH	25	45	117.4	519	12
Lutron	T		30.7	52	115.5	495	10
Lutron	L		24	41	118.2	532	13
Cooper	L		32	70	118.0	528	8
Lutron	L	S-103P-WH	32	68	116.0	503	7
Lutron	L	S-10P-WH	27	56	115.0	496	9
Lutron	L	S-600PNLH-WH	29	63	116.2	511	8
Lutron	L	S-603PNL-WH	31	68	116.0	508	7
Lutron	L	SLV-603P-WH	33	71	116.0	506	7
Lutron	L	AYLV-600P-WH	33	71	117.0	514	7
Lutron	L	AYLV-603P-WH	33.5	73	115.0	497	7



Lutron	L	AY-103PNL-WH	31	65	117.6	523	8
Lutron	L	AY-103P-WH	31	60	118.0	526	9
Lutron	L	AY-10PNL-WH	29	63	119.8	551	9
Lutron	L	AY-10P-WH	24.5	44	117.8	528	12
Lutron	L	AY-603PNL-WH	34	73	114.6	493	7
Lutron	L	AY-603PG-WH	37	77	103.7	395	5
Lutron	L	AY-603P-WH	41	90	115.1	497	6
Lutron	L	AY-600PNL-WH	37	76	116.6	512	7
Lutron	T	DVELV-300P-WH	25	33	112.3	458	14
Lutron	L	DVLV-10P-WH	34	72	115.8	493	7
Lutron	L	DVLV-103P-WH	33	70	115.9	498	7
Lutron	L	DVLV-603P-WH	32	68	116.0	500	7
Lutron	L	S-1000-WH	32	67	118.6	531	8
Lutron	T	SELV-300P-WH	25	34	111.0	452	13
Lutron	L	S-600P-WH	24	41	115.6	501	12
Lutron	L	S-103PNL-WH	33.5	66	115.3	498	8
Lutron		SPSLV-1000-WH	30	64	117.0	518	8
Lutron		SPSLV-600-WH	30	64	116.7	517	8
Lutron		SPSELV-600-WH	30	52	115.7	496	10
Lutron	L	GLV-600-WH	24	43	118.5	533	12
Lutron	L	LG-603PGH-WH	27	54.0	106.0	408.0	8
Lutron	L	DVW-603PGH-WH	29	61.0	106.1	409.0	7
Leviton	L	VPI06	26	51.0	116.9	510.0	10
Lutron	L	TG-10PR-WH	39.7	85.0	118.0	523.0	6
Lutron	L	NT-600	22.5	32.0	118.7	532.0	17
Lutron	L	NT-1000	23	38.0	118.7	534.0	14
Lutron	L	LGCL-153PLH-WH	27	56.0	114.2	486.0	9
Lutron	L	CTCL-153PDH-WH	37	75.0	115.0	491.0	7
Lutron	L	TGCL-153PH-WH	27	56.0	114.5	491.0	9
Lutron	L	DVWCL-153PH-LA	38.7	81.0	114.7	492.0	6
Leviton	L	81000-W	38	79.0	119.3	538.0	7
Lutron	L	TTCL-100LH-WH	37	76.0	114.4	486.0	6

Figure 30 – U.S. TRIAC-Based Dimmers Compatibility List.



12 써멀 성능

12.1 PAR38 램프의 써멀 측정

The UUT was placed inside a PAR38 with MT-G2 lamp provided by CREE and the lamp was screwed into a conical metal housing oriented in upside down position for worse case position. Type-T thermo-couple wire was attached on the body of each device under test. Temperature readings were recorded when it stabilizes after running more than one hour with 36 V LED (MT-G2) load at the specified input voltage and load current. The probe location for the ambient was shown on the figure below.

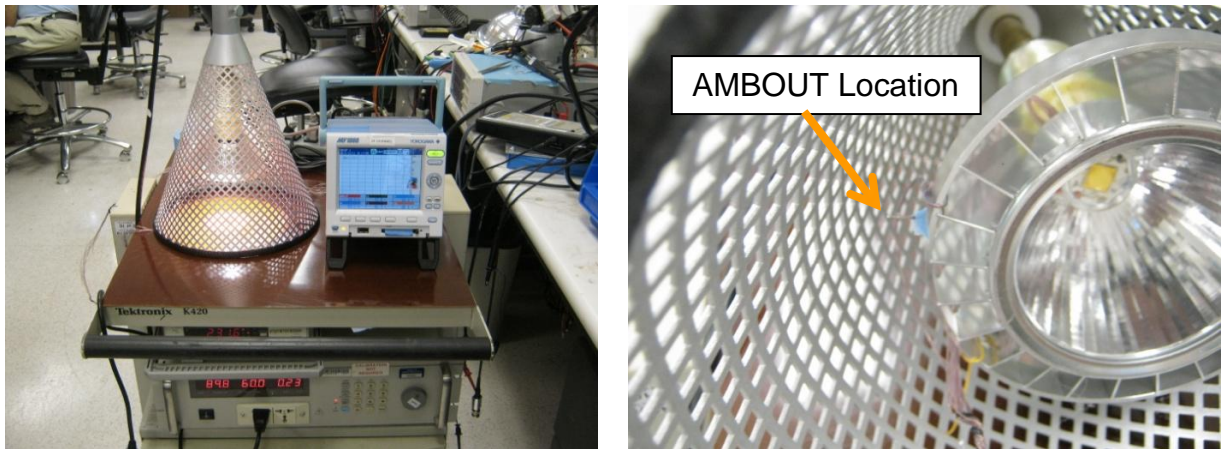


Figure 31 – Thermal Set-up.

12.2 90VAC, 비디밍

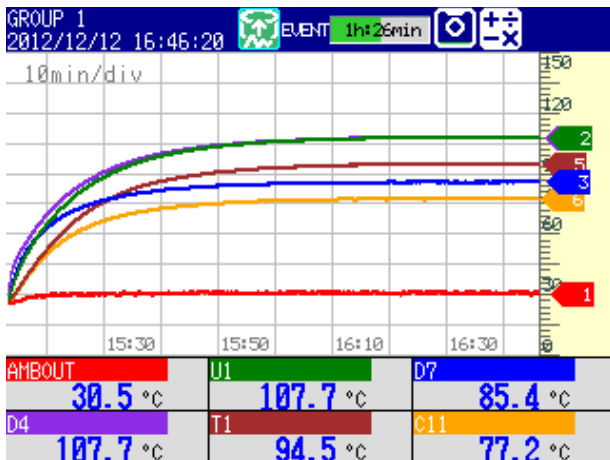


Figure 32 – 90 VAC.
AMBOU, U1, D7, D4, T1, C11.

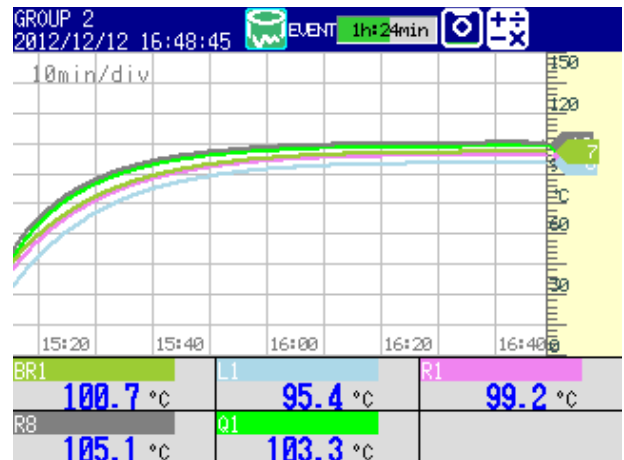


Figure 33 – 90 VAC Conduction Angle.
BR1, L1, R1, R8, Q1.



12.3 132VAC, 비디밍

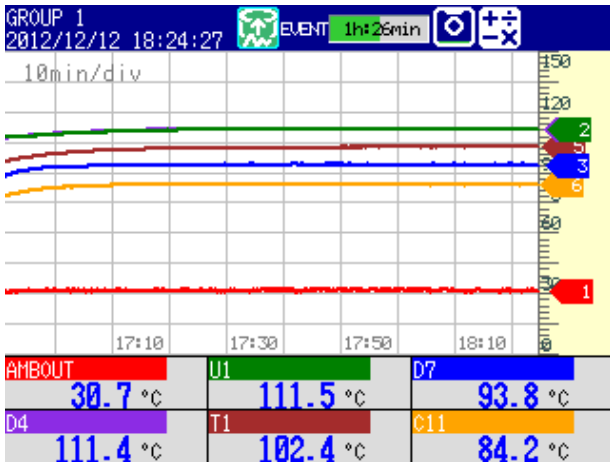


Figure 34 – 132 VAC.
AMBOUT, U1, D7, D4, T1, C11.

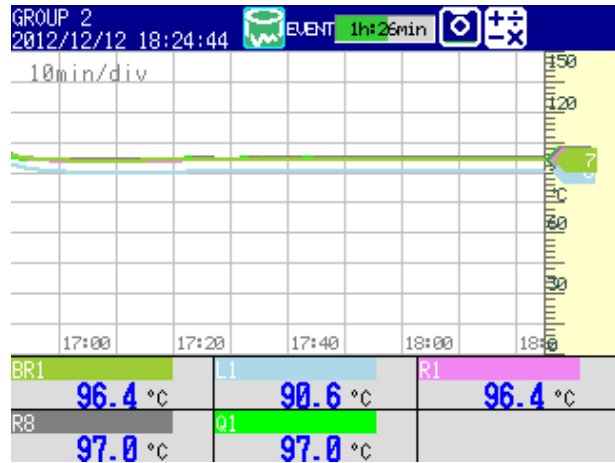


Figure 35 – 132 VAC.
BR1, L1, R1, R8, Q1.

12.4 120VAC, 90° 도통각

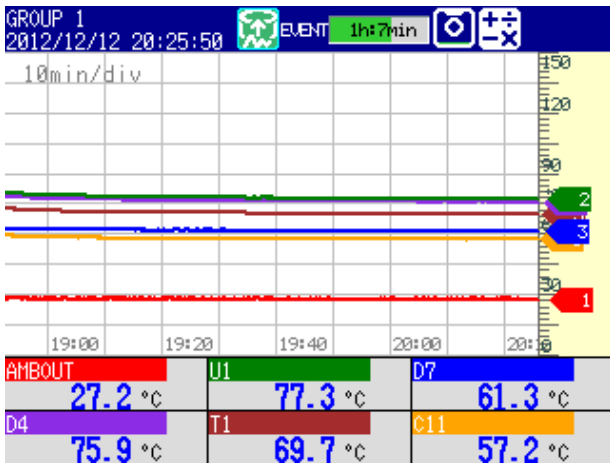


Figure 36 – 120 VAC, 90° Conduction Angle.
AMBOUT, U1, D7, D4, T1, C11.

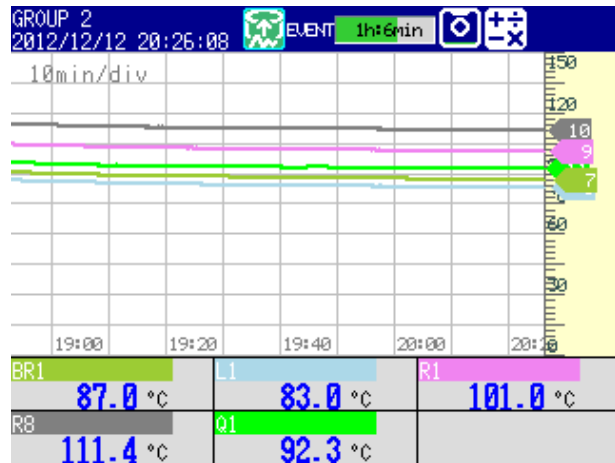


Figure 37 – 120 VAC, 90° Conduction Angle.
BR1, L1, R1, R8, Q1.



13 비디밍 파형

13.1 출력 전류 및 입력 전류 파형

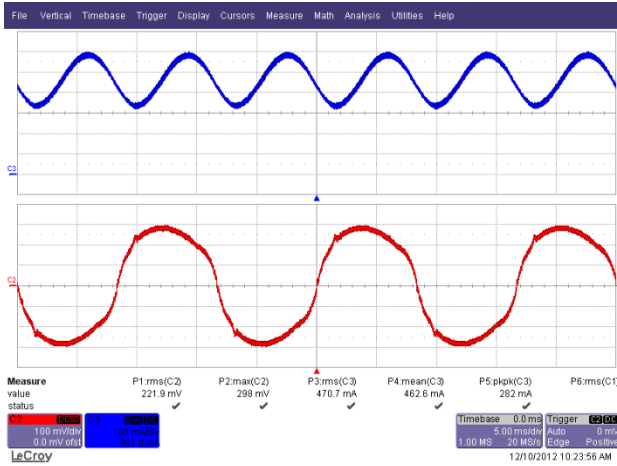


Figure 38 – 90 VAC, 36 V LED Load.
Upper: I_{OUT} , 100 mA / div.
Lower: I_{IN} , 100 mA, 5 ms / div.

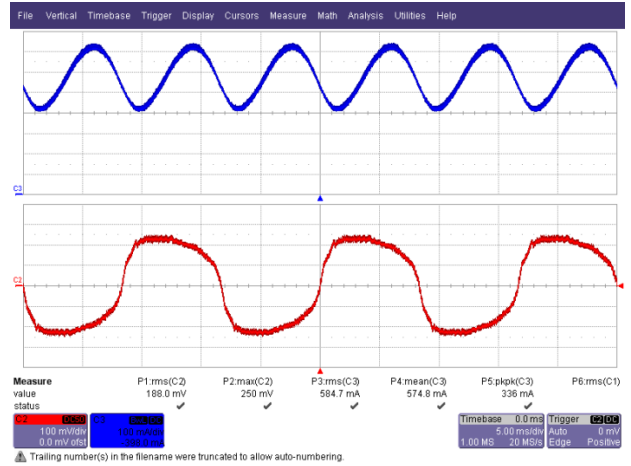


Figure 39 – 132 VAC, 36 V LED Load.
Upper: I_{OUT} , 100 mA / div.
Lower: I_{IN} , 100 mA, 5 ms / div.



13.2 정상 작동 시 출력 전류 및 출력 전압 파형

Input Condition	I _{OUT} , Mean (mA)	I _{OUT} , Peak to Peak (mA)	I _{OUT} Ripple (%)
90 VAC, 60 Hz	457	256	±28
120 VAC, 60 Hz	540	291	±27
132 VAC, 60 Hz	572	315	±28

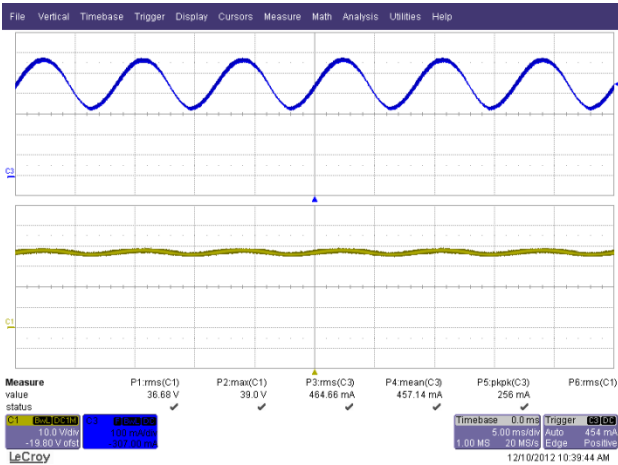


Figure 40 – 90 VAC, 60 Hz Full Load.
Upper: I_{OUT}, 100 mA / div.
Lower: V_{OUT}, 10 V, 5 ms / div.

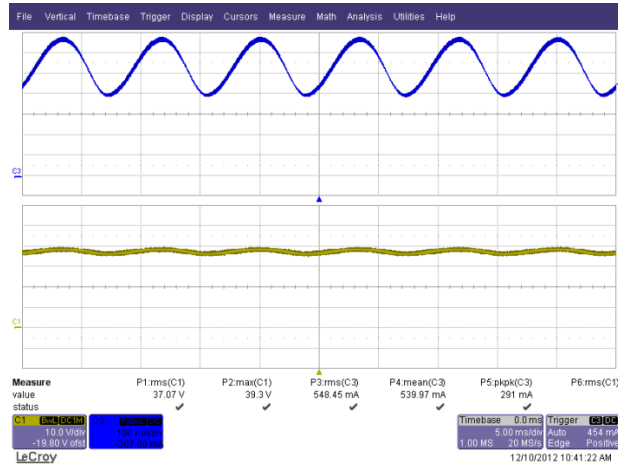


Figure 41 – 120 VAC, 60 Hz Full Load.
Upper: I_{OUT}, 100 mA / div.
Lower: V_{OUT}, 10 V, 5 ms / div.

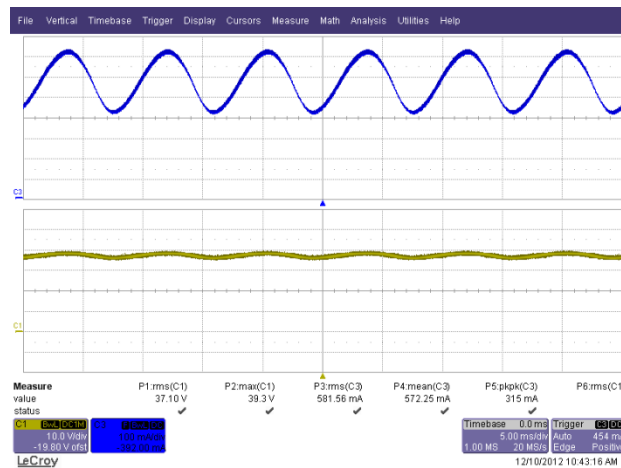


Figure 42 – 132 VAC, 60 Hz Full Load.
Upper: I_{OUT}, 100 mA / div.
Lower: V_{OUT}, 10 V, 5 ms / div.



13.3 스타트업 시 입력 전압 및 출력 전류 파형

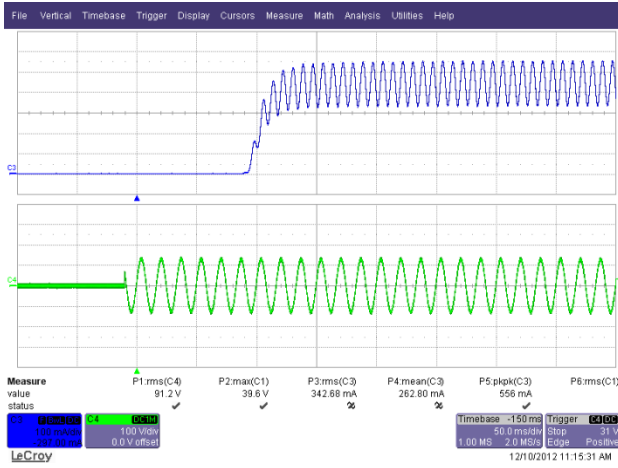


Figure 43 – 90 VAC, 60 Hz.
Upper: I_{OUT} , 100 mA / div.
Lower: V_{OUT} , 100 V, 50 ms / div.

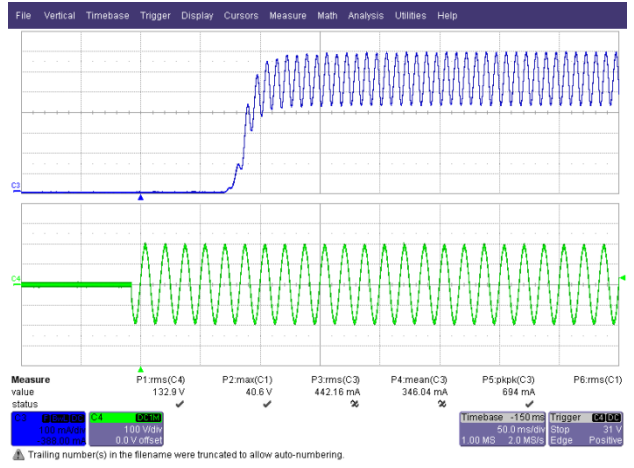


Figure 44 – 132 VAC, 60 Hz.
Upper: I_{OUT} , 100 mA / div.
Lower: V_{OUT} , 100 V, 50 ms / div.

13.4 스타트업 시 출력 전압 및 출력 전류 파형

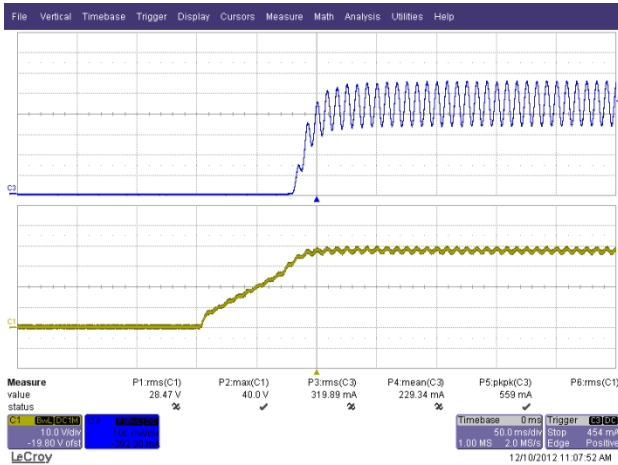


Figure 45 – 90 VAC, 60 Hz.
Upper: I_{OUT} , 100 mA / div.
Lower: V_{OUT} , 10 V, 50 ms / div.

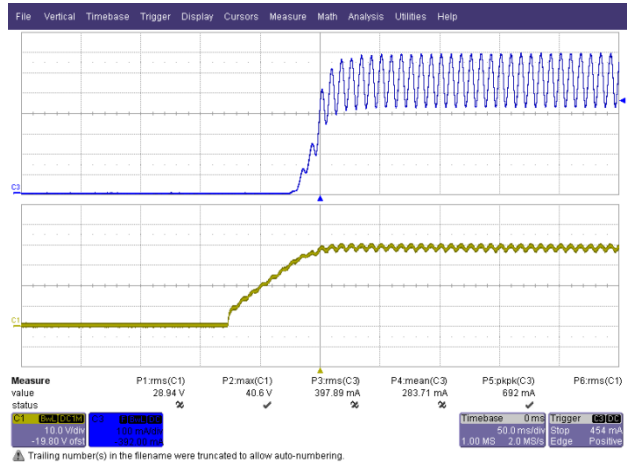


Figure 46 – 132 VAC, 60 Hz.
Upper: I_{OUT} , 100 mA / div.
Lower: V_{OUT} , 10 V, 50 ms / div.

13.5 정상 작동 시 드레인 전압 및 전류

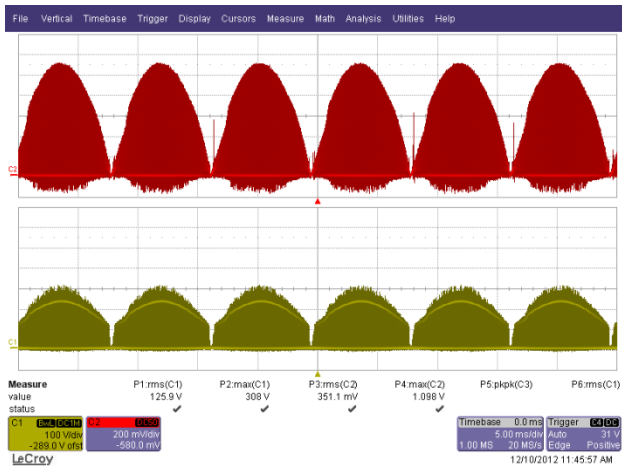


Figure 47 – 90 VAC, 60 Hz.
 Upper: I_{DRAIN} , 0.2 A / div.
 Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 5 ms / div.

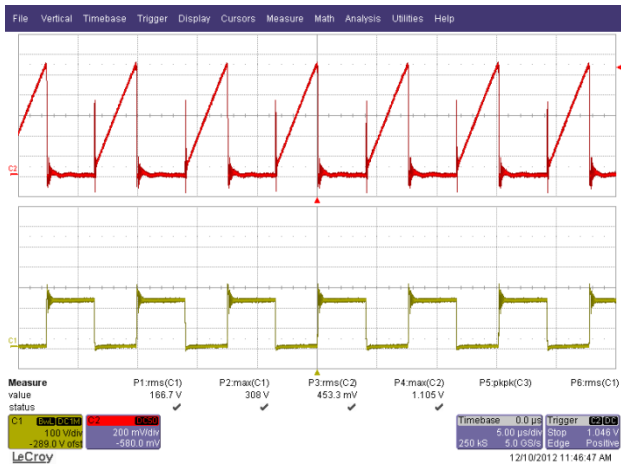


Figure 48 – 90 VAC, 60 Hz.
 Upper: I_{DRAIN} , 0.2 A / div.
 Lower: V_{DRAIN} , 100 V / div., 5 μ s / div.

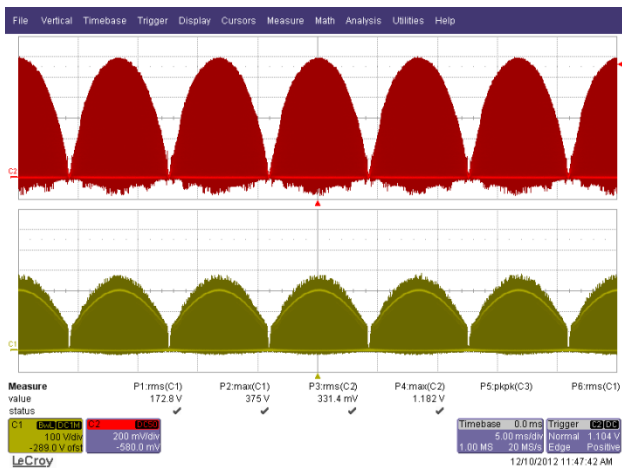


Figure 49 – 132 VAC, 60 Hz.
 Upper: I_{DRAIN} , 0.2 A / div.
 Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 5 ms / div.

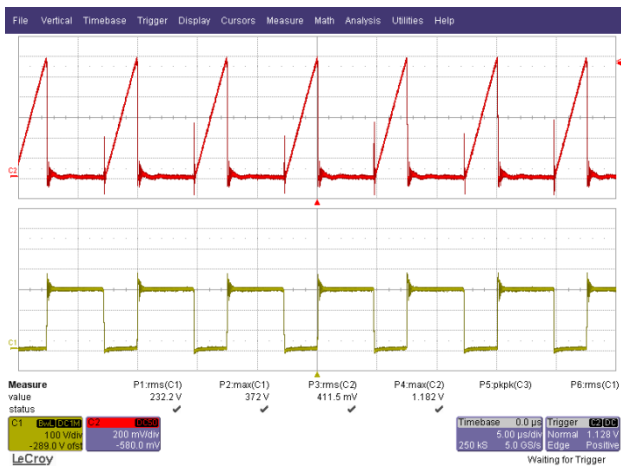


Figure 50 – 132 VAC, 60 Hz.
 Upper: I_{DRAIN} , 0.2 A / div.
 Lower: V_{DRAIN} , 100 V / div., 5 μ s / div.



13.6 스타트업 시 드레인 전압 및 전류

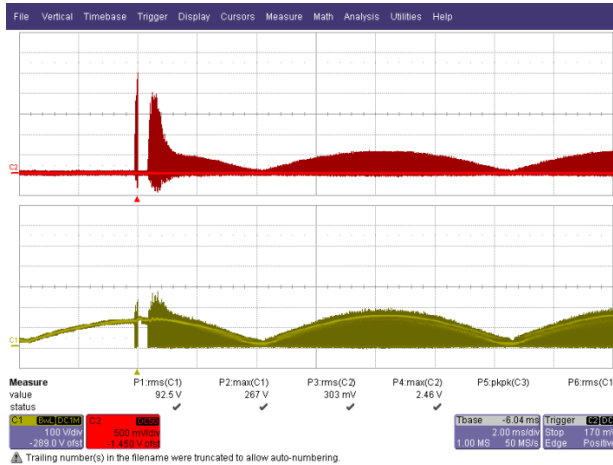


Figure 51 – 90 VAC, 60 Hz Start-up.
Upper: I_{DRAIN} , 500 mA / div.
Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 2 ms / div.



Figure 52 – 90 VAC, 60 Hz Start-up.
Upper: I_{DRAIN} , 500 mA / div.
Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 10 μ s / div.

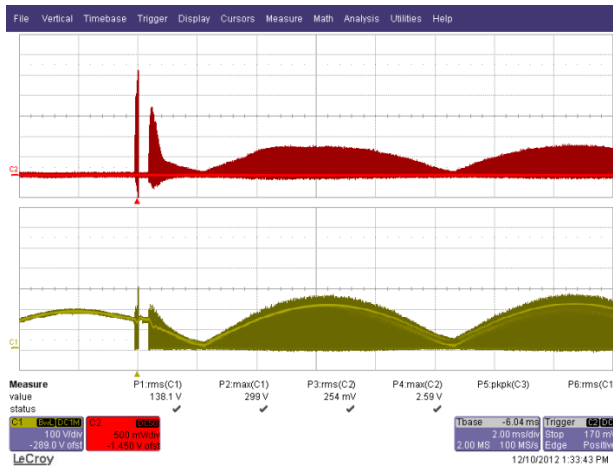


Figure 53 – 132 VAC, 60 Hz Start-up.
Upper: I_{DRAIN} , 500 mA / div.
Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 2 ms / div.



Figure 54 – 132 VAC, 60 Hz Start-up.
Upper: I_{DRAIN} , 500 mA / div.
Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 10 μ s / div.



13.7 출력 단락 상태에서 드레인 전압 및 전류

During output short condition, the I_{FB} current falls below the $I_{FB(AR)}$ threshold and enters the auto-restart condition. During this condition, to minimize power dissipation on the power components, the auto-restart circuit turns the power supply on and off at an auto-restart duty cycle of typically DC_{AR} for as long as the fault condition persists.

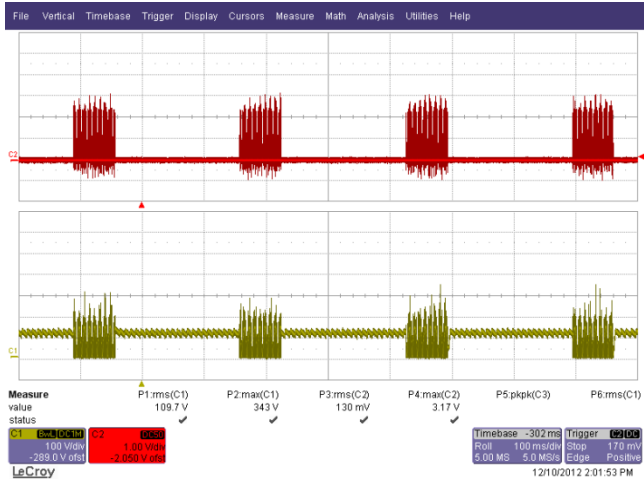


Figure 55 – 90 VAC, 60 Hz Output Short Condition.
 Upper: I_{DRAIN} , 1 A / div.
 Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 100 ms / div.

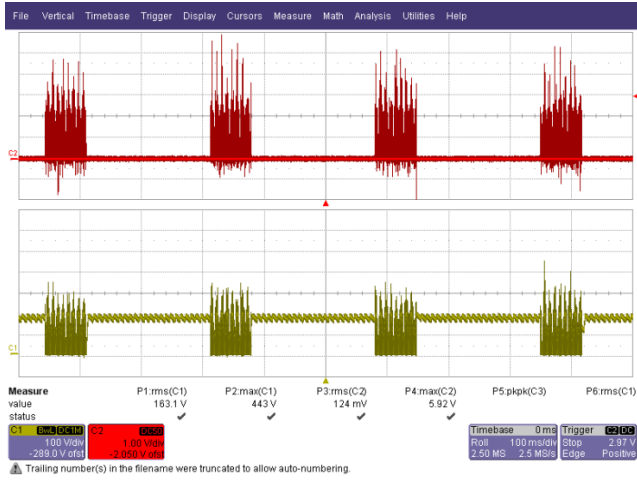


Figure 56 – 132 VAC, 60 Hz Output Short Condition.
 Upper: I_{DRAIN} , 1 A / div.
 Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 100 ms / div.



13.8 오픈 부하 상태

The LED load was disconnected from the driver.

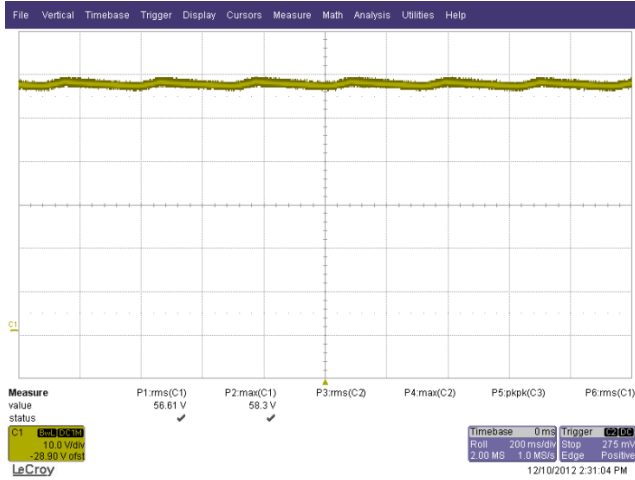


Figure 57 – 90 VAC, 60 Hz Output Open Load.
CH4: V_{OUT} , 10 V, 200 ms / div.

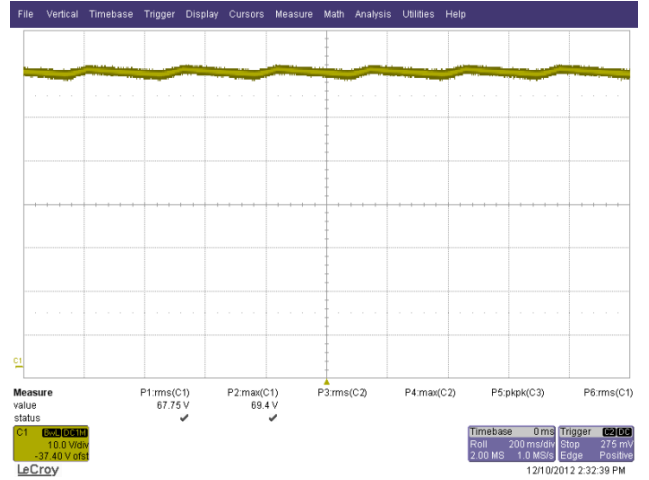


Figure 58 – 132 VAC, 60 Hz Output Open Load.
CH4: V_{OUT} , 10 V, 200 ms / div.

13.9 정상 작동 시 출력 다이오드 전압 및 전류 파형

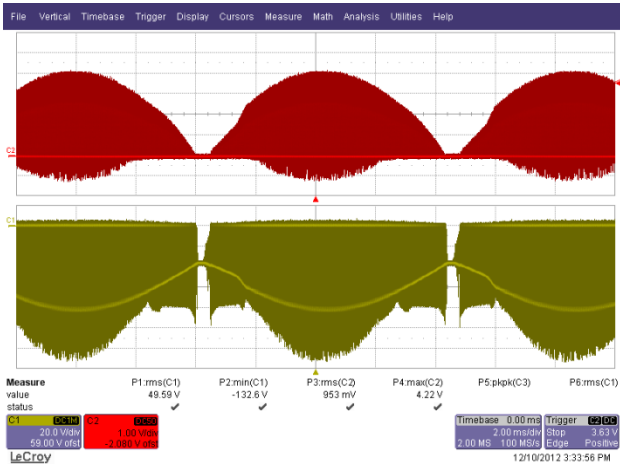


Figure 59 – 90 VAC, 60 Hz.
Upper: I_{D7} , 1 A / div.
Lower: V_{D7} , 10 V, 2 ms / div.

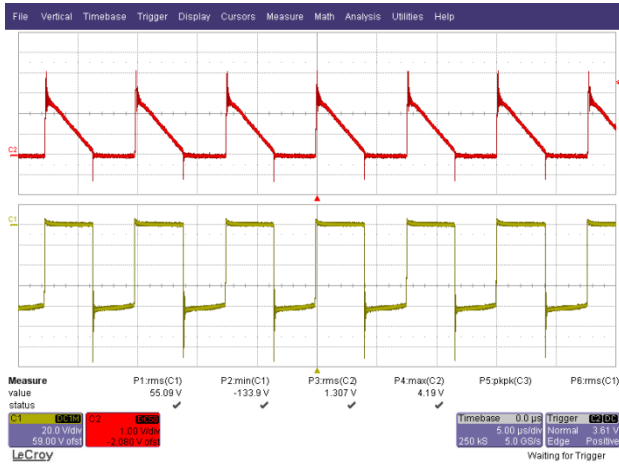


Figure 60 – 90 VAC, 60 Hz.
Upper: I_{D7} , 1 A / div.
Lower: V_{D7} , 20 V / div., 5 μs / div.

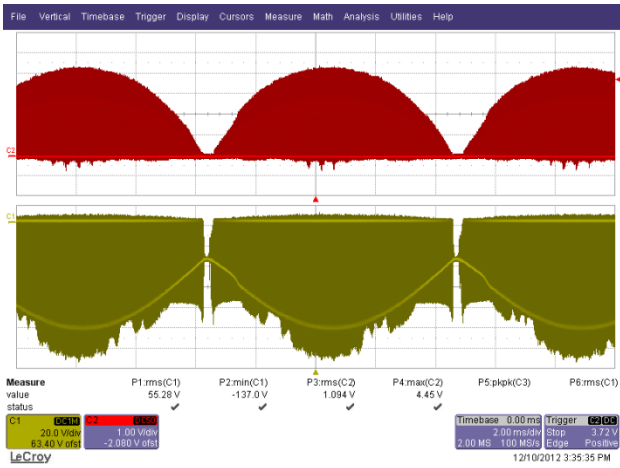


Figure 61 – 132 VAC, 60 Hz.
Upper: I_{D7} , 1 A / div.
Lower: V_{D7} , 20 V, 2 ms / div.

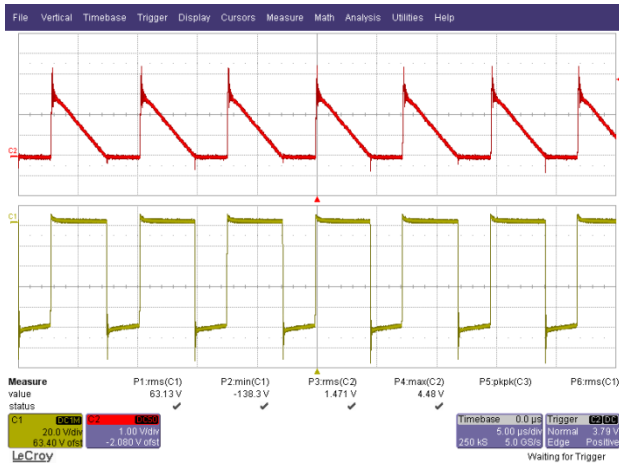


Figure 62 – 132 VAC, 60 Hz.
Upper: I_{D7} , 1 A / div.
Lower: V_{D7} , 20 V / div., 5 μs / div.



14 전도성 EMI

The design met the limits for conducted electromagnetic emission (EMI) with frequency range of 9 kHz to 30 MHz as per described in the CISPR 15 / IEC: 2005 Standard.

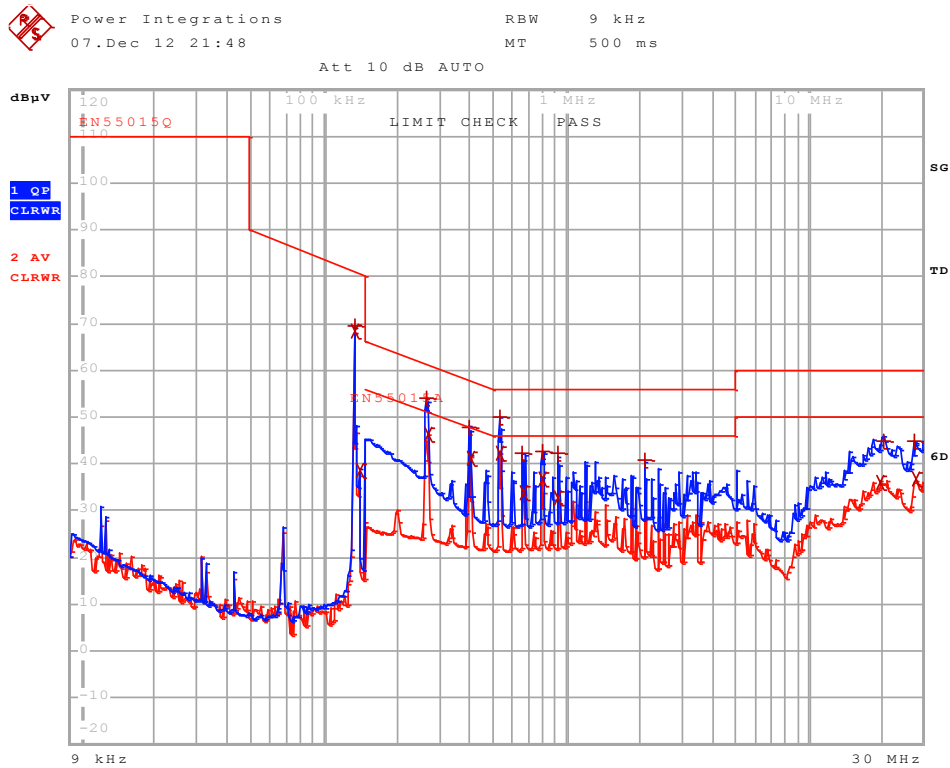
14.1 테스트 설정

The UUT was placed inside a PAR38 with MT-G2 lamp provided by CREE at input voltage of 120 VAC, 60 Hz at room temperature. The unit was placed inside a conical metal housing as shown in Figure 63.



Figure 63 – EMI Test Set-up with the Unit and LED Load Placed Inside a Conical Metal Housing as Described in CISPR 15 / IEC: 2005 Standard.

14.2 테스트 결과



EDIT PEAK LIST (Final Measurement Results)

Trace1: EN55015Q
Trace2: EN55015A
Trace3: ---

TRACE	FREQUENCY	LEVEL dBµV	DELTA LIMIT dB
1 Quasi Peak	133.454986145 kHz	69.43	-11.62
2 Average	133.454986145 kHz	68.36	
2 Average	140.262531674 kHz	38.70	
1 Quasi Peak	264.49018761 kHz	54.05	-7.23
2 Average	267.135089486 kHz	46.46	-4.73
1 Quasi Peak	397.727746704 kHz	47.97	-9.92
2 Average	401.705024172 kHz	41.31	-6.50
1 Quasi Peak	530.769219795 kHz	49.87	-6.12
2 Average	530.769219795 kHz	42.20	-3.79
1 Quasi Peak	660.656865747 kHz	42.26	-13.73
2 Average	667.263434405 kHz	33.72	-12.27
1 Quasi Peak	798.145472681 kHz	42.47	-13.52
2 Average	798.145472681 kHz	36.78	-9.21
1 Quasi Peak	926.622115652 kHz	42.24	-13.75
2 Average	926.622115652 kHz	32.58	-13.41
1 Quasi Peak	2.11629733595 MHz	40.80	-15.19
2 Average	19.8557266951 MHz	36.09	-13.90
1 Quasi Peak	20.4573750697 MHz	44.92	-15.07
1 Quasi Peak	27.5734507982 MHz	44.75	-15.24
2 Average	27.8491853062 MHz	36.93	-13.06

Figure 64 – Conducted EMI, 36 V LED Load, 120 VAC, 60 Hz, and EN55015 B Limits.



15 라인 서지

The unit was subjected to ± 2500 V 100 kHz ring wave and ± 500 V differential surge at 120 VAC using 10 strikes at each condition. A test failure was defined as a non-recoverable interruption of output requiring supply repair or recycling of input voltage.

The unit tested passed both ± 2500 V 100 kHz ring wave and ± 500 V differential surge with and without MOV.

Level (V)	Input Voltage (VAC)	Injection Location	Injection Phase (°)	Type	Test Result (Pass/Fail)
+2500	120	L1, L2	0	100 kHz Ring Wave (500 A)	Pass
-2500	120	L1, L2	0	100 kHz Ring Wave (500 A)	Pass
+2500	120	L1, L2	90	100 kHz Ring Wave (500 A)	Pass
-2500	120	L1, L2	90	100 kHz Ring Wave (500 A)	Pass

Level (V)	Input Voltage (VAC)	Injection Location	Injection Phase (°)	Type	Test Result (Pass/Fail)
+500	120	L1, L2	0	Surge (2 Ω)	Pass
-500	120	L1, L2	0	Surge (2 Ω)	Pass
+500	120	L1, L2	90	Surge (2 Ω)	Pass
-500	120	L1, L2	90	Surge (2 Ω)	Pass



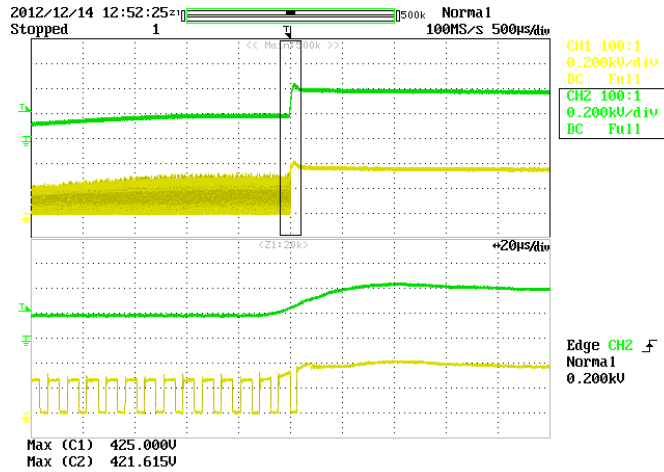


Figure 65 – CH1: 90° 500 V Differential Surge (No MOV).
 CH1: U1 VDS.
 CH2: C2 Voltage.

16 개정 내역

Date	Author	Revision	Description and Changes	Reviewed
13-Nov-12	ME	1.0	Initial release	Apps & Mktg
15-Jan-13	CA	2.0	Design Updated with Inductor	Apps & Mktg
20-May-13	KM	2.1	Changed name to LYTSwitch-4	Apps & Mktg



최신 업데이트에 대한 자세한 내용은 당사 웹사이트(www.powerint.com)를 참고하십시오.

파워 인테그레이션스(Power Integrations)는 안정성 또는 생산성 향상을 위하여 언제든지 당사 제품을 변경할 수 있는 권한이 있습니다. 파워 인테그레이션스(Power Integrations)는 여기서 설명하는 디바이스나 회로 사용으로 인해 발생하는 어떠한 책임도 지지 않습니다. 파워 인테그레이션스(Power Integrations)는 어떠한 보증도 제공하지 않으며 모든 보증(상품성에 대한 묵시적 보증, 특정 목적에의 적합성 및 타사 권리의 비침해를 포함하되 이에 제한되지 않음)을 명백하게 부인합니다.

특허 정보

여기에 설명한 제품 및 애플리케이션(제품의 외장 트랜스포머 구성 및 회로 포함)은 하나 이상의 미국 및 해외 특허의 대상이 되거나 파워 인테그레이션스(Power Integrations)에서 출원 중인 미국 및 해외 특허 신청의 대상이 될 수 있습니다. 파워 인테그레이션스(Power Integrations)의 전체 특허 목록은 www.powerint.com에서 확인할 수 있습니다. 파워 인테그레이션스(Power Integrations)는 고객에게 <http://www.powerint.com/ip.htm>에 명시된 특정 특허권에 따라 라이선스를 부여합니다.

PI 로고, TOPSwitch, TinySwitch, LinkSwitch, LYTSwitch, DPA-Switch, PeakSwitch, CAPZero, SENZero, LinkZero, HiperPFS, HiperTFS, HiperLCS, Qspeed, EcoSmart, Clampless, E-Shield, Filterfuse, StackFET, PI Expert 및 PI FACTS 는 Power Integrations, Inc 의 상표입니다. 다른 상표는 각 회사 고유의 자산입니다. ©Copyright 2013 Power Integrations, Inc.

파워 인테그레이션스(Power Integrations) 전 세계 판매 지원 지역

세계 본사

5245 Hellyer Avenue
San Jose, CA 95138, USA.
본사 전화: +1-408-414-9200
고객 서비스:
전화: +1-408-414-9665
팩스: +1-408-414-9765
전자 메일: usasales@powerint.com

독일

Lindwurmstrasse 114
80337, Munich
Germany
전화: +49-895-527-39110
팩스: +49-895-527-39200
전자 메일:
eurosales@powerint.com

일본

Kosei Dai-3 Building
2-12-11, Shin-Yokohama,
Kohoku-ku, Yokohama-shi,
Kanagawa 222-0033
Japan
전화: +81-45-471-1021
팩스: +81-45-471-3717
전자 메일:
japansales@powerint.com

대만

5F, No. 318, Nei Hu Rd.,
Sec. 1
Nei Hu District
Taipei 11493, Taiwan R.O.C.
전화: +886-2-2659-4570
팩스: +886-2-2659-4550
전자 메일:
taiwansales@powerint.com

중국(상하이)

Rm 1601/1610, Tower 1,
Kerry Everbright City
No. 218 Tianmu Road West,
Shanghai, P.R.C. 200070
전화: +86-21-6354-6323
팩스: +86-21-6354-6325
전자 메일:
chinasales@powerint.com

인도

#1, 14th Main Road
Vasanthanagar
Bangalore-560052
India
전화: +91-80-4113-8020
팩스: +91-80-4113-8023
전자 메일:
indiasales@powerint.com

한국

RM 602, 6FL
Korea City Air Terminal B/D,
159-6
Samsung-Dong, Kangnam-Gu,
Seoul, 135-728 Korea
전화: +82-2-2016-6610
팩스: +82-2-2016-6630
전자 메일:
koreasales@powerint.com

유럽 본사

1st Floor, St. James's House
East Street, Farnham
Surrey GU9 7TJ
United Kingdom
전화: +44 (0) 1252-730-141
팩스: +44 (0) 1252-727-689
전자 메일:
eurosales@powerint.com

중국(셴젠)

3rd Floor, Block A,
Zhongtuo International Business
Center, No. 1061, Xiang Mei Rd,
FuTian District, ShenZhen,
China, 518040
전화: +86-755-8379-3243
팩스: +86-755-8379-5828
전자 메일: chinasales@powerint.com

이탈리아

Via Milanese 20, 3rd Fl.
20099 Sesto San Giovanni
(MI) Italy
전화: +39-024-550-8701
팩스: +39-028-928-6009
전자 메일:
eurosales@powerint.com

싱가포르

51 Newton Road,
#19-01/05 Goldhill Plaza
Singapore, 308900
전화: +65-6358-2160
팩스: +65-6358-2015
전자 메일:
singaporesales@powerint.com

애플리케이션 문의 전화

전 세계 통합 번호 +1-408-414-9660

애플리케이션 문의 팩스

전 세계 통합 번호 +1-408-414-9760

