

설계 예제 보고서

제목	92% 효율, 24W T10, 비절연, 벅-부스트 토폴로지, 역률 보정, LED 드라이버(LinkSwitch™-PH LNK419EG 사용)
사양	90VAC – 265VAC 입력, 134V, 180mA 출력
애플리케이션	T10 튜브 램프 LED 드라이버
작성자	애플리케이션 엔지니어링 부서
문서 번호	DER-356
날짜	06.12.12
개정	1.0

요약 및 기능

- 오프라인, 역률 보정, LED 드라이버 설계를 크게 간소화
 - 정전류 출력과 역률 보정 기능을 갖춘 일체형(single-stage) 비절연 LED 드라이버
 - 부품 수를 대폭 줄인 소형 패키지
 - 모든 컨트롤투루프 보정 제거
 - 출력 전류 감지 불필요
 - 230VAC 에서 고효율 > 92%
 - 높은 PF, 입력 전압 및 부하 전체에서 > 0.95
 - 낮은 THD, 230VAC 에서 < 25%
 - IEC61000-3-2 클래스 C 준수
- 고급 기능
 - 인덕턴스 허용 오차 보정
 - 입력 전압 변동 보정
 - 출력 전압 변동 보정
 - 주파수 지터링으로 EMI 필터 비용 크게 절감
- 고급 보호 및 안전 기능
 - 회로 단락을 막기 위한 오토-리스타트 보호 기능
 - 히스테리시스(Hysteresis) 써멀 셧다운

Power Integrations

5245 Hellyer Avenue, San Jose, CA 95138 USA.

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

www.powerint.com

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.



Table of Contents

1	소개.....	5
2	파워 서플라이 사양	6
3	회로도	7
4	회로 설명	8
5	PCB 레이아웃	11
6	BOM.....	12
6.1	전기적 BOM.....	12
7	T1 트랜스포머 사양.....	13
7.1	전기적 구성도	13
7.2	전기적 사양.....	13
7.3	재료	13
7.4	트랜스포머 제작 구성도	14
7.5	트랜스포머 구성.....	14
7.6	트랜스포머 권선 그림	15
8	인덕터 설계 스프레드시트	20
9	U1 히트싱크 어셈블리.....	23
9.1	히트싱크 제작 도면	23
9.2	히트싱크 어셈블리 도면	24
9.3	히트싱크 및 U1 어셈블리 도면.....	25
10	성능 데이터.....	26
10.1	효율	26
10.2	입력 및 부하 레귤레이션.....	27
10.3	역률	29
10.4	A-THD.....	30
10.5	고조파.....	31
10.5.1	115V, 60Hz 입력에서의 134V LED 부하	31
10.5.3	230V, 50Hz 입력에서의 134V LED 부하	32
10.6	테스트 데이터	33
10.6.1	테스트 데이터, 121V LED 부하.....	33
10.6.2	테스트 데이터, 134V LED 부하.....	33
10.6.3	테스트 데이터, 142V LED 부하.....	33
10.6.4	115VAC, 60Hz 입력에서의 134V LED 부하 고조파 데이터	34
10.6.5	230VAC, 50Hz 입력에서의 134V LED 부하 고조파 데이터	35
11	파형.....	36
11.1	입력 전류	36
11.2	정상 작동 시 드레인 전압 및 전류	37
11.3	스타트업 작동 시 드레인 전압 및 전류	38
11.4	출력 전류 및 출력 전압	39
11.5	파워 업, 파워 다운 시 출력 전류 및 전압	40



11.6	출력 단락.....	41
11.7	오픈 부하.....	41
12	써멀 측정.....	42
13	전도성 EMI 측정.....	43
14	라인 서지 테스트.....	45
15	개정 내역.....	47

중요 사항:

이 기판은 안전 절연거리 요구 사항에 맞도록 설계되었지만 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 90VAC~265VAC의 입력 전압 범위에서 180mA로 ~134V LED 스트링을 구동하도록 설계된 비절연, 역률 보정, 낮은 THD, 고효율 LED 드라이버에 대해 설명합니다.

LinkSwitch-PH는 1차측 정전류 컨트롤 기능과 통합된 일체형(single-stage) 역률 보정 LED 드라이버를 경제적으로 구현하기 위해 개발되었습니다. LinkSwitch-PH 컨트롤러는 LED 드라이버 애플리케이션에 맞게 최적화되어 있으며 최소한의 외부 부품만 요구됩니다. 또한 옵토커플러를 사용하지 않고도 LED 부하를 통해 출력 전류를 제어할 수 있습니다.

LinkSwitch-PH에는 725V 파워 MOSFET 및 컨트롤러가 모놀리식으로 통합되어 있습니다. 이 컨트롤러는 오실레이터, PWM, 6V 레귤레이터, 과열 보호 기능, 주파수 지터링, 사이클별 전류 제한 및 기타 보호 기능과 출력 CC(정전류) 컨트롤용 충전 컨트롤러로 구성되어 있습니다.

LinkSwitch-PH는 또한 컨트롤 루프 오픈/단락 고장 및 출력 단락회로 상태에서 사용되는 오토-리스타트 기능을 비롯한 정교한 범위의 보호 기능도 제공합니다. 정확한 히스테리시스(Hysteresis) 써멀 섯다운 기능으로 모든 조건에서 PCB 온도를 안전하게 유지할 수 있습니다.

이 보고서에 설명된 비절연 역률 보정 벡-부스트 설계에서는 LinkSwitch-PH가 매우 적은 부품 수를 통해 오프라인 고효율 역률 보정 LED 드라이버 설계를 크게 간소화하는 방식을 보여 줍니다. 뿐만 아니라 고효율, 고출력 전압 설계에서 EN 61000-3-2 클래스 C 고조파 전류 규격에 맞게 구현할 수 있는 방법도 보여 줍니다.

이 문서에는 LED 드라이버 사양, 회로도, PCB 구성도, BOM, 전도성 EMI 측정, 써멀 측정, 인덕터 문서 및 일반 성능 특성이 설명되어 있습니다.

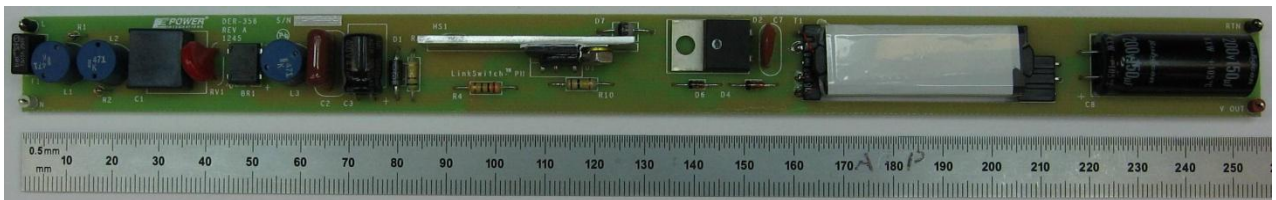


Figure 1 – Populated Circuit Board Photograph.
 (L: 10" [254 mm] x W: 0.78" [19.8 mm].
 Heat Sink Highest Component: 0.36" [9.14 mm])



2 파워 서플라이 사양

아래 표는 설계의 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	50/60	265	VAC Hz	2 선 식 - P.E. 없음
출력 LED 전압 LED 전류 총 출력 전력 연속 출력 전력	V_{OUT} P_{OUT}		134 180 24		V mA W	
환경 전도성 EMI 안정성 링 웨이브(100kHz) 디퍼렌셜 모드(L1-L2) 디퍼렌셜 서지(1.2/50 μ s)			EN55015B 충족 비절연			
효율			92		%	230VAC, 25°C 에서 측정
고조파 전류		EN 61000-3-2 클래스 C				
역률			0.97			$V_{OUT(TYP)}, I_{OUT(TYP)}$ 및 230VAC, 50Hz 에서 측정
주변 온도	T_{AMB}		40		°C	



3 회로도

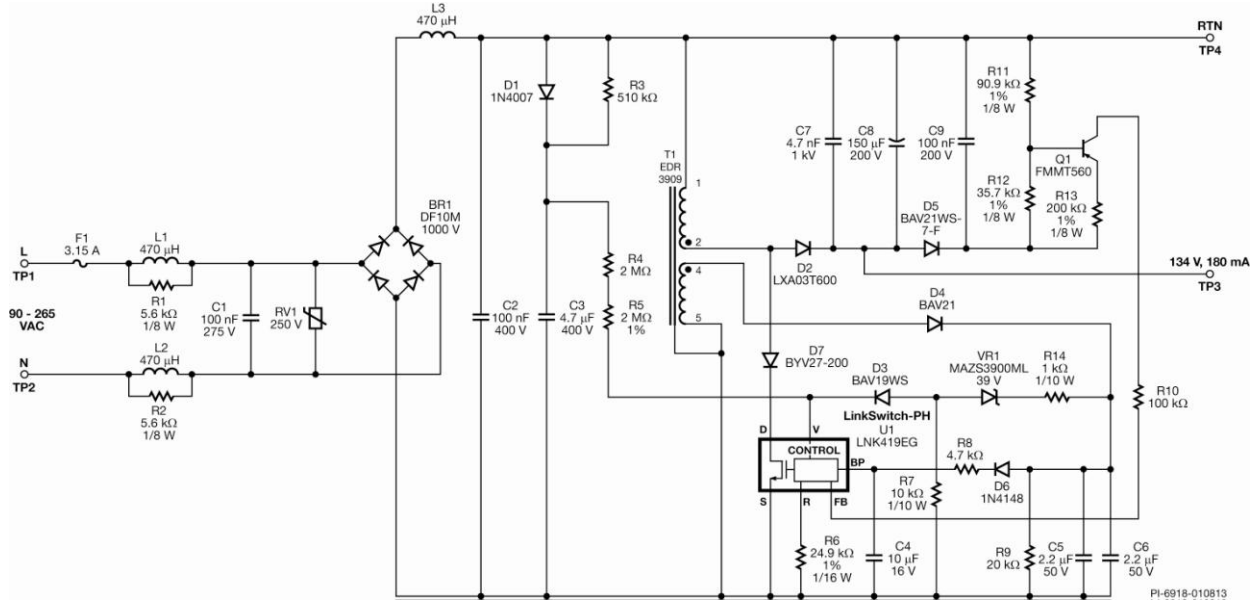


Figure 2 – Schematic.

4 회로 설명

LinkSwitch-PH(U1)는 LED 드라이버 애플리케이션에서 사용하도록 설계된 고집적 1 차측 컨트롤러입니다. LinkSwitch-PH는 일반적인 LED 드라이버 환경에서 발생할 수 있는 입력 및 출력 전압 조건에서의 출력 전류 레귤레이션을 일체형(single-stage) 변환 토폴로지에서도 실행하여 높은 역률을 제공합니다. 이 기능을 제어하는 모든 컨트롤 회로와 고전압 파워 MOSFET이 이 디바이스에 통합되어 있습니다.

커패시터 C1, C2, 디퍼렌셜 초크 L1, L2 및 L3은 EMI 필터링을 하며 고역률을 유지하도록 크기가 조정되었습니다. 저항 R1과 R2는 L1과 L2의 Q를 댐핑하여 EMI 스펙트럼에서 공진 피크를 방지하는 데 사용됩니다.

플로팅 출력의 벅-부스트 전력 회로는 U1(파워 스위치 + 컨트롤), 출력 다이오드 D2, 출력 커패시터 C7 및 C8, 출력 인덕터 T1로 구성되어 있습니다. 인덕터 T1에는 플라이백 구성에서 U1에 바이어스 전력을 공급하도록 구성된 2 차측 권선이 있습니다. 다이오드 D7은 입력 전압이 제로점 아래까지 떨어지는 경우에도 U1의 드레인-소스 간에 마이너스 전압이 나타나지 않도록 하기 위해 사용되었습니다. 다이오드 D1 및 C3은 피크 AC 입력 전압을 감지합니다. R4 및 R5와 함께 C3의 전압은 VOLTAGE MONITOR(V) 핀에 공급되는 입력 전류를 설정합니다. 이 전류는 U1이 입력 저전압(UV), 과전압(OV) 및 피드포워드 전류를 제어하는데 사용하고 이 전류를 FEEDBACK(FB) 핀 전류와 함께 사용하여 LED 부하에 정전류를 공급합니다.

출력 전류 레귤레이션용으로 U1에 사용되는 FB 핀 전류는 전압을 전류로 변환시키는 네트워크(R10, R11, R12, R13, Q1, C9 및 D5)에 의해 공급됩니다. 출력 전압과 피드백 전류의 연관성은 다음의 공식에서 확인할 수 있습니다.

$$I_{FB} \approx I_{R13} = \frac{V_{OUT} \times \frac{R12}{R11+R12} - V_{BE}}{R13}$$

R12의 전압은, Q1의 V_{BE} 전압에 따라 달라지는 V_{CE} 와 온도의 영향을 없애거나 최소화하기 위해 선택되었습니다.

커패시터 C4은 내장 컨트롤러용 서플라이 핀에 해당하는 U1의 BYPASS(BP) 핀에 로컬 디커플링을 제공합니다. 스타트업 동안에 C4은 U1의 DRAIN(D) 핀에 연결된 내부 고전압 전류 소스를 통해 ~6V로 충전됩니다. 디바이스가 최대 모드에서 작동하도록 하기 위해 커패시터 C4는 10 μ F로 설정했습니다. 딥 디밍 상태에서 디바이스 전력 소모는 최소로 하고 U1에 효율적으로 공급하기 위해 D6 및 R8을 통해 외부 바이어스 서플라이를 사용했습니다. 출력 과전압(오픈 부하) 보호는 V 핀과 VR1, R14 및 D3을 통해 제공됩니다. 오픈 부하 상태로 인해 바이어스 서플라이의 커패시터 C6에서 전압이 VR1기준값을



초과한 경우 전류가 V 핀으로 흐르고 라인 과전압 기준값(I_{OV})에 도달하면 출력 전압이 더 이상 오르지 않도록 IC 스위칭이 즉시 종료됩니다.





추가 정보

스마트폰과 QR 코드 리더기를
사용하면 당사 웹 사이트의 관련
콘텐츠에 연결할 수 있습니다.



5 PCB 레이아웃

Copper: 2 oz. / 70 μ m thickness used.

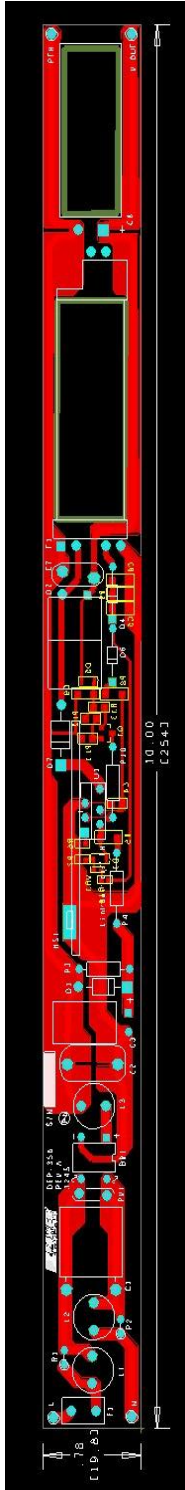


Figure 3 – Printed Circuit Layout, Top and Bottom.

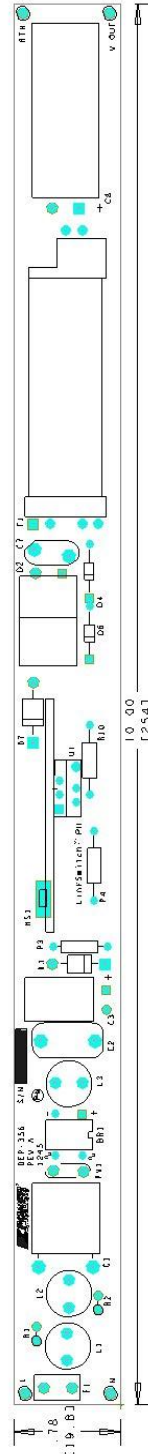


Figure 4 – Printed Circuit Layout, Top.

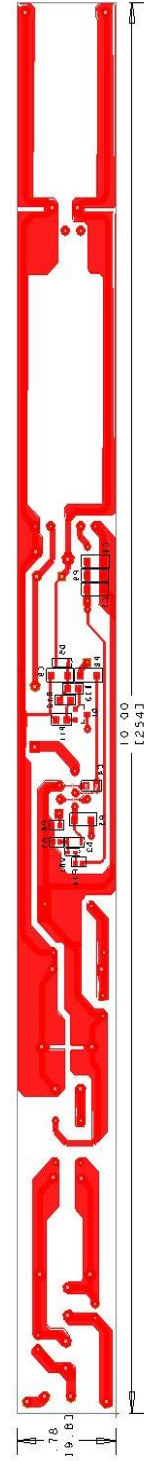


Figure 5 – Printed Circuit Layout, Bottom.



6 BOM

6.1 전기적 BOM

Item	Qty	Ref Des	Description	Mfg Part Number	Mfg
1	1	BR1	1000 V, 1 A, Bridge Rectifier, DF-M, Glass Passivated, 4-EDIP	DF10M	Diodes, Inc.
2	1	C1	100 nF, 275 VAC, Film, X2	LE104-M	OKAYA
3	1	C2	100 nF, 400 V, Film	ECQ-E4104KF	Panasonic
4	1	C3	4.7 μ F, 400 V, Electrolytic, (8 x 11.5)	SHD400WV 4.7uF	Sam Young
5	1	C4	10 μ F, 16 V, Ceramic, X5R, 0805	GRM21BR61C106KE15L	Murata
6	2	C5 C6	2.2 μ F, 50 V, Ceramic, Y5V, 1206	GRM31MF51H225ZA01L	Murata
7	1	C7	4.7 nF, 1 kV, Thru Hole, Disc Ceramic	562R5GAD47	Vishay
8	1	C8	150 μ F, 200 V, Electrolytic, (12.5 x 30)	200KXW150MEFC12.5X30	Rubycon
9	1	C9	100 nF, 200 V, Ceramic, X7R, 1206	VJ1206Y104KXCAT	Vishay
10	1	D1	1000 V, 1 A, Rectifier, DO-41	1N4007-E3/54	Vishay
11	1	D2	600 V, 3 A, TO-220AC	LXA03T600	Power Integrations
12	1	D3	100 V, 0.2 A, Fast Switching, 50 ns, SOD-323	BAV19WS-7-F	Diodes, Inc.
13	1	D4	250 V, 250 mA, Fast Switching, DO-35	BAV21	Vishay
14	1	D5	250 V, 0.2 A, Fast Switching, 50 ns, SOD-323	BAV21WS-7-F	Diodes, Inc.
15	1	D6	75 V, 300 mA, Fast Switching, DO-35	1N4148TR	Vishay
16	1	D7	200 V, 2 A, Ultrafast Recovery, 25 ns, SOD57	BYV27-200-TR	Vishay
17	1	F1	3.15 A, 250 V, Slow, RST	507-1181	Belfuse
18	1	HS1	Heat Sink, Custom, Al, 3003, 0.062" Thk		Custom
19	3	L1 L2 L3	470 μ H, 0.38 A, Radial	TSL0808RA-471KR38-PF	TDK
20	1	Q1	PNP, Small Signal BJT, 500 V, 0.15 A, SOT23	FMMT560TA	Zetex
21	2	R1 R2	5.6 k Ω , 5%, 1/8 W, Carbon Film	CFR-12JB-5K6	Yageo
22	1	R3	510 k Ω , 5%, 1/4 W, Carbon Film	CFR-25JB-510K	Yageo
23	1	R4	2.0 M Ω , 5%, 1/4 W, Carbon Film	CFR-25JB-2M0	Yageo
24	1	R5	2.00 M Ω , 1%, 1/4 W, Thick Film, 1206	ERJ-8ENF2004V	Panasonic
25	1	R6	24.9 k Ω , 1%, 1/16 W, Thick Film, 0603	ERJ-3EKF2492V	Panasonic
26	1	R7	10 k Ω , 5%, 1/10 W, Thick Film, 0603	ERJ-3GEYJ103V	Panasonic
27	1	R8	4.7 k Ω , 5%, 1/4 W, Thick Film, 1206	ERJ-8GEYJ472V	Panasonic
28	1	R9	20 k Ω , 5%, 1/4 W, Thick Film, 1206	ERJ-8GEYJ203V	Panasonic
29	1	R10	100 k Ω , 5%, 1/4 W, Carbon Film	CFR-25JB-100K	Yageo
30	1	R11	90.9 k Ω , 1%, 1/8 W, Thick Film, 0805	ERJ-6ENF9092V	Panasonic
31	1	R12	35.7 k Ω , 1%, 1/8 W, Thick Film, 0805	ERJ-6ENF3572V	Panasonic
32	1	R13	200 k Ω , 1%, 1/8 W, Thick Film, 0805	ERJ-6ENF2003V	Panasonic
33	1	R14	1 k Ω , 5%, 1/10 W, Thick Film, 0603	ERJ-3GEYJ102V	Panasonic
34	1	RV1	250 V, 21 J, 7 mm, RADIAL LA	V250LA4P	Littlefuse
35	1	T1	Bobbin, EDR-3909, Horizontal, 8 pins Transformer	SNX-R1681	SBEF Santronics USA
36	1	U1	LinkSwitch-PH, eSIP	LNK419EG	Power Integrations
37	1	VR1	39 V, 5%, 150 mW, SSMINI-2	MAZS39000L	Panasonic



7 T1 트랜스포머 사양

7.1 전기적 구성도

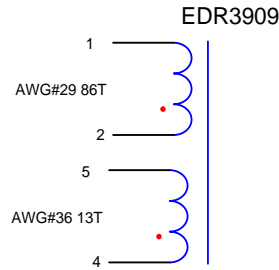


Figure 6 – Electrical Diagram.

7.2 전기적 사양

Primary Inductance	Pins 1-2, all other windings open, measured at 66 kHz, 0.4 V _{RMS} .	2.8 mH ±2%
Resonant Frequency	Pins 1-2, all other windings open.	1 MHz (Min.)

7.3 재료

Item	Description
[1]	Core: EDR3909.
[2]	Bobbin: EDR3909, Horizontal, 8 pins, 5/3.
[3]	Magnet Wire: #29 AWG.
[4]	Magnet Wire: #36 AWG.
[5]	Tape: 3M 1298 Polyester Film, 4.5 mm wide.
[6]	Copper Tape: 0.125" wide, 2 mil thick.



7.4 트랜스포머 제작 구성도

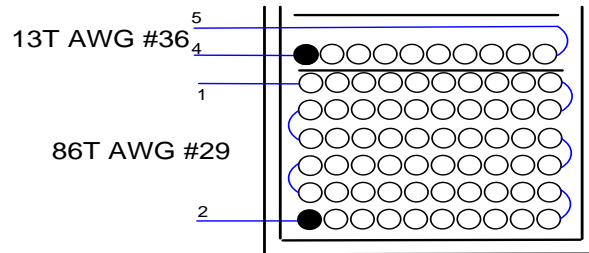


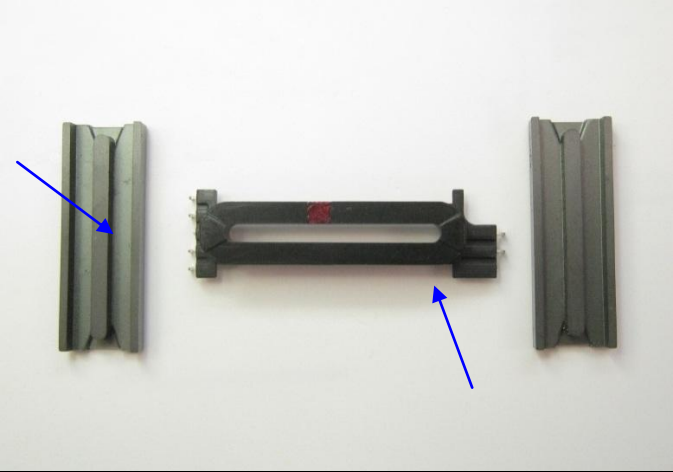
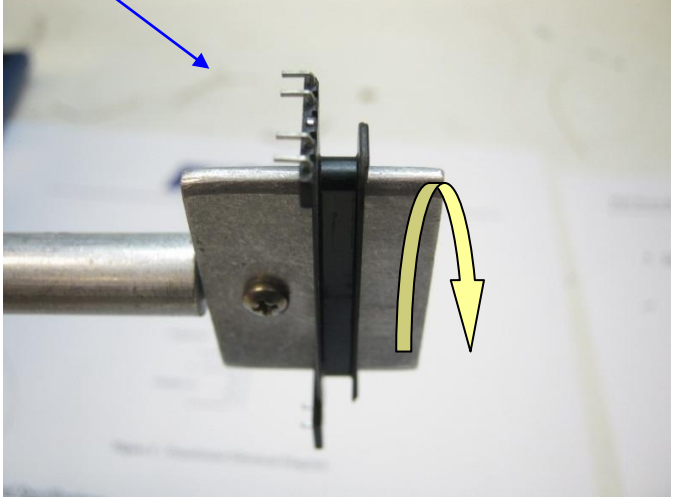
Figure 7 – Transformer Build Diagram.

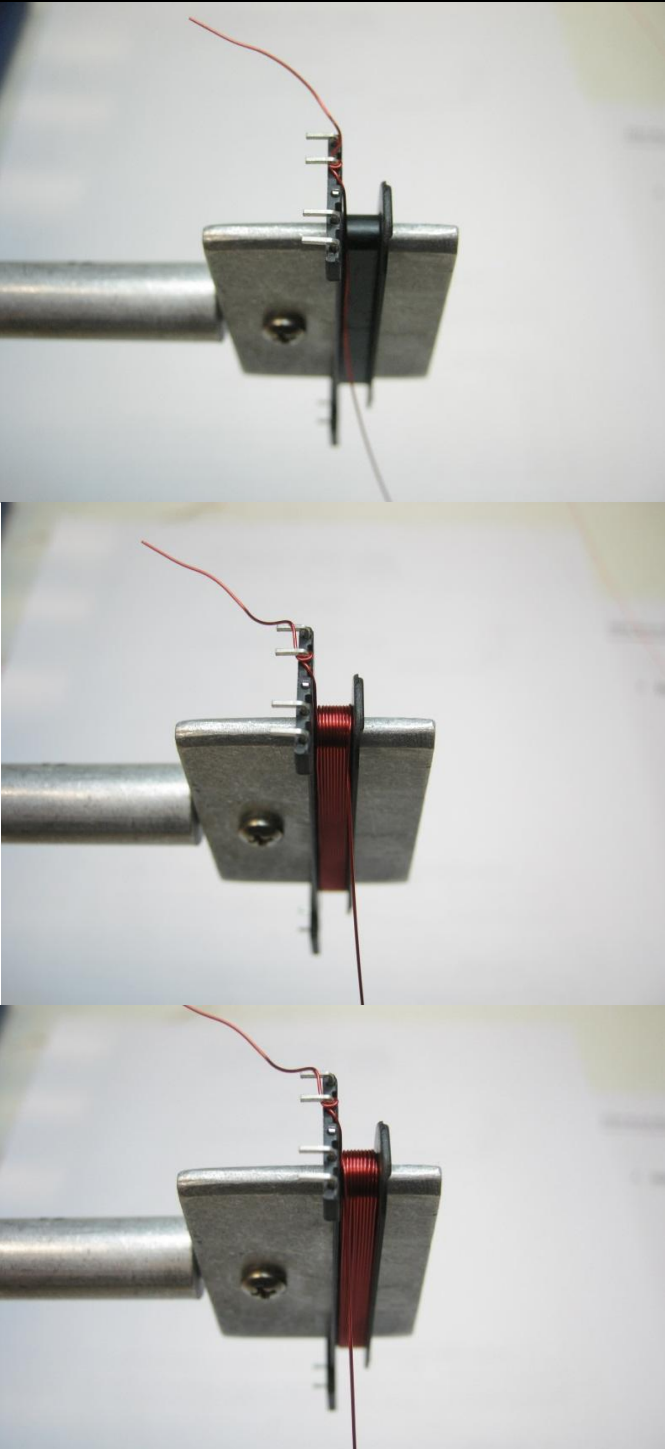
7.5 트랜스포머 구성

Bobbin Preparation	Pull-out pin number 3 and 6.
General Note	For the purpose of these instructions, Bobbin is oriented on winder such that pin 1 side is on the left side (see illustration). Winding direction as shown is clockwise.
WDG1 Primary 1	Start at pin 2; wind with firm tension 86 turns of item [3] in 7 layers from left to right. At the end of 1st layer, continue to wind the next layer from right to left. On the final layer, spread the winding evenly across entire bobbin. Finish this winding on pin(s) 1
Insulation	1 layer of tape [5] for insulation.
WDG2 Bias	Start on pin(s) 4 and wind 13 turns of item [4]. Wind in same rotational direction as primary winding. Spread the winding evenly across entire bobbin. Finish this winding on pin(s) 5.
Insulation	2 layers of tape [5] for insulation.
Assemble Core	Assemble and secure the cores.
Flux Band	Construct a flux band by wrapping a single shorted turn of item [6] around the outside of windings and core halves with tight tension. Make an electrical connection to pin(s) 5 using wire. Add 3 layers of tape, item [4], for insulation.
Finish	Varnish transformer assembly.

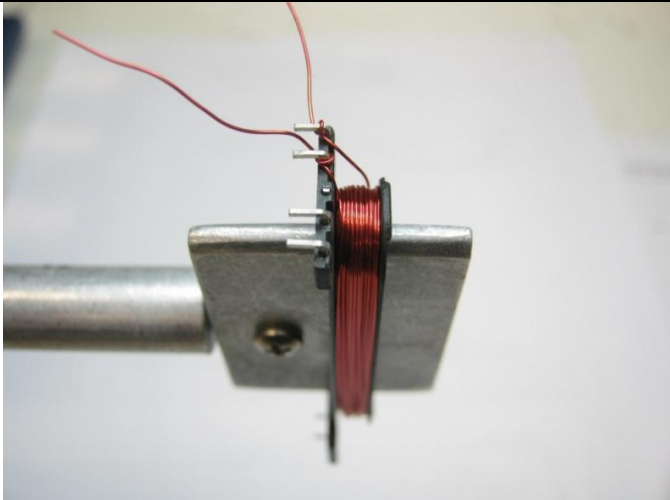
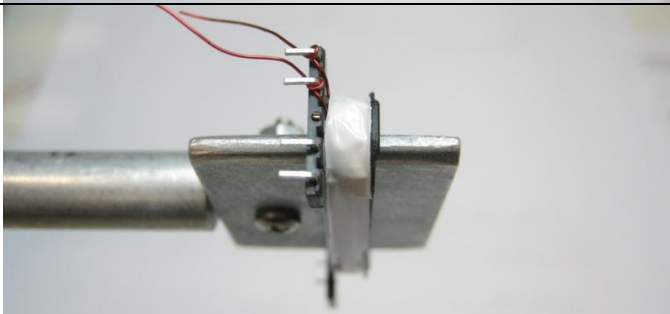
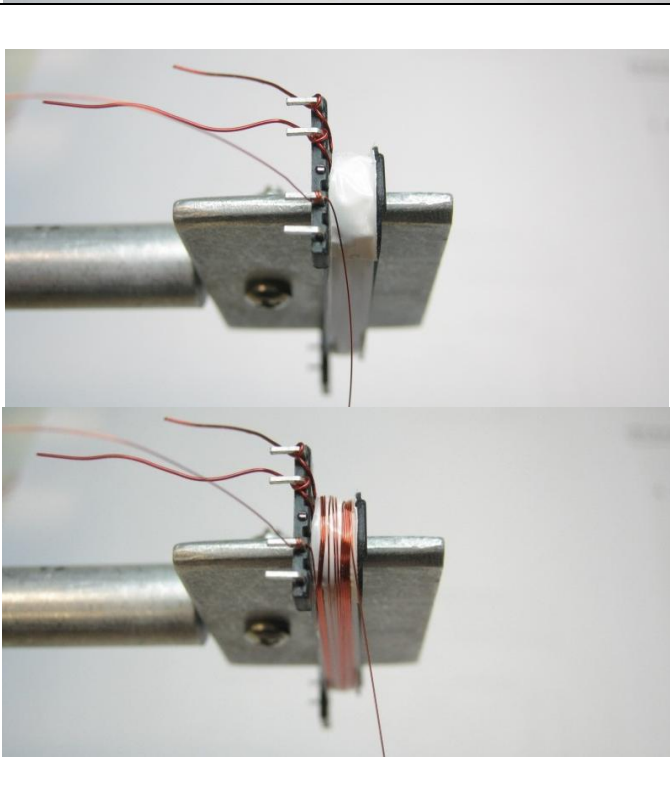


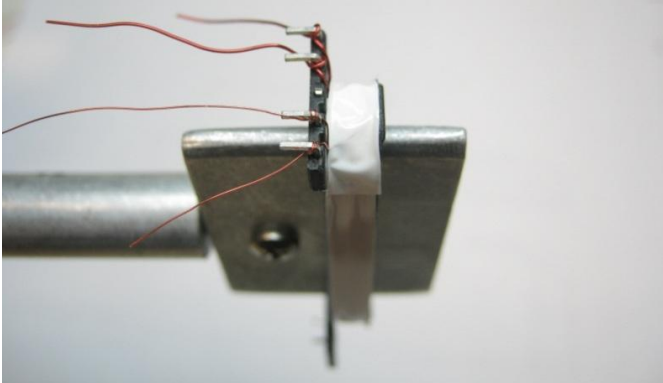


7.6 트랜스포머 권선 그림

<p>Bobbin Preparation</p>		<p>Pull-out pin number 3 and 6.</p>
<p>General Note</p>		<p>For the purpose of these instructions, Bobbin is oriented on winder such that pin 1 side is on the left side (see illustration). Winding direction as shown is clockwise.</p>

<p>WDG1 Primary 1</p>		<p>Start at pin 2; wind with firm tension 86 turns of item [3] in 7 layers from left to right. At the end of 1st layer, continue to wind the next layer from right to left. On the final layer, spread the winding evenly across entire bobbin. Finish this winding on pin(s) 1</p>
-------------------------------	---	---



			
<p>Insulation</p>			<p>1 layer of tape [5] for insulation.</p>
<p>WDG2 Bias</p>			<p>Start on pin(s) 4 and wind 13 turns of item [4]. Wind in same rotational direction as primary winding. Spread the winding evenly across entire bobbin. Finish this winding on pin(s) 5.</p>

<p>Insulation</p>			<p>1 layer of tape [5] for insulation.</p>
<p>Assemble Core</p>			<p>Assemble and secure the cores.</p>
<p>Flux Band</p>			<p>Construct a flux band by wrapping a single shorted turn of item [6] around the outside of windings and core halves with tight tension. Make an electrical connection to pin(s) 5 using wire. Add 3 layers of tape, item [4], for insulation.</p>



Finish			Varnish transfor mer assembl y.
---------------	--	--	---



8 인덕터 설계 스프레드시트

Buck-boost inductor parameters can be calculated using LinkSwitch-PH PIXIs spreadsheet using $VO \equiv VOR$.

ACDC_LinkSwitch-PH_071112; Rev.1.8; Copyright Power Integrations 2012	INPUT	INFO	OUTPUT	UNIT	LinkSwitch-PH_071112: Flyback Transformer Design Spreadsheet
ENTER APPLICATION VARIABLES					
Dimming required	NO		NO		Select 'YES' option if dimming is required. Otherwise select 'NO'.
VACMIN			90	V	Minimum AC Input Voltage
VACMAX			265	V	Maximum AC input voltage
fL			50	Hz	AC Mains Frequency
VO	140.00		140	V	Typical output voltage of LED string at full load
VO_MAX			154.00	V	Maximum expected LED string Voltage.
VO_MIN			126.00	V	Minimum expected LED string Voltage.
V_OVP			169.40	V	Over-voltage protection setpoint
IO	0.18		0.18	A	Typical full load LED current
PO			25.2	W	Output Power
n	0.90		0.9		
VB	20		20	V	Bias Voltage
ENTER LinkSwitch-PH VARIABLES					
LinkSwitch-PH	LNK419		LNK419	Universal	115 Doubled/230V
Chosen Device		LNK419			
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			66000	Hz	Switching Frequency
fSmin			62000	Hz	Minimum Switching Frequency
fSmax			70000	Hz	Maximum Switching Frequency
IV			38.7	uA	V pin current
RV			3.909	M-ohms	Upper V pin resistor
RV2			1.402	M-ohms	Lower V pin resistor
IFB			155.8	uA	FB pin current (85 uA < IFB < 210 uA)
RFB1			109.1	k-ohms	FB pin resistor
VDS			10	V	LinkSwitch-PH 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	0.46		0.46		Ripple to Peak Current Ratio (For PF > 0.9, 0.4 < KP < 0.9)
LP			2820	uH	Primary Inductance
VOR	135.00		135	V	Reflected Output Voltage.
Expected IO (average)			0.18	A	Expected Average Output Current
KP_VACMAX			0.76		Expected ripple current ratio at VACMAX
TON_MIN			4.01	us	Minimum on time at maximum AC input voltage
PCLAMP			0.29	W	Estimated dissipation in primary clamp
ENTER TRANSFORMER CORE/CONSTRUCTION VARIABLES					
Core Type	Custom		EDR 3909		Transformer core



Custom Core	EDR 3909				If using a custom core - Enter part number here
AE	1.0400		1.04	cm ²	Core Effective Cross Sectional Area
LE	2.0000		2	cm	Core Effective Path Length
AL	5000.0		5000	nH/T ²	Ungapped Core Effective Inductance
BW	3.7		3.7	mm	Bobbin Physical Winding Width
M			0	mm	Safety Margin Width (Half the Primary to Secondary Creepage Distance)
L	7.00		7		Number of Primary Layers
NS	90		90		Number of Secondary Turns
DC INPUT VOLTAGE PARAMETERS					
VMIN			127	V	Peak input voltage at VACMIN
VMAX			375	V	Peak input voltage at VACMAX
CURRENT WAVEFORM SHAPE PARAMETERS					
DMAX			0.54		Minimum duty cycle at peak of VACMIN
IAVG			0.29	A	Average Primary Current
IP			0.97	A	Peak Primary Current (calculated at minimum input voltage VACMIN)
IRMS			0.42	A	Primary RMS Current (calculated at minimum input voltage VACMIN)
TRANSFORMER PRIMARY DESIGN PARAMETERS					
LP			2820	uH	Primary Inductance
NP			86		Primary Winding Number of Turns
NB			13		Bias Winding Number of Turns
ALG			377	nH/T ²	Gapped Core Effective Inductance
BM			3032	Gauss	Maximum Flux Density at PO, VMIN (BM<3100)
BP			3669	Gauss	Peak Flux Density (BP<3700)
BAC			697	Gauss	AC Flux Density for Core Loss Curves (0.5 X Peak to Peak)
ur			765		Relative Permeability of Ungapped Core
LG			0.32	mm	Gap Length (Lg > 0.1 mm)
BWE			25.9	mm	Effective Bobbin Width
OD			0.30	mm	Maximum Primary Wire Diameter including insulation
INS			0.05	mm	Estimated Total Insulation Thickness (= 2 * film thickness)
DIA			0.25	mm	Bare conductor diameter
AWG			31	AWG	Primary Wire Gauge (Rounded to next smaller standard AWG value)
CM			81	Cmils	Bare conductor effective area in circular mils
CMA			191	Cmils/Amp	!!! INCREASE (200 < CMA < 600) Increase L(primary layers), decrease NS, larger Core
LP_TOL			10		Tolerance of primary inductance
TRANSFORMER SECONDARY DESIGN PARAMETERS (SINGLE OUTPUT EQUIVALENT)					
Lumped parameters					
ISP			0.93	A	Peak Secondary Current
ISRMS			0.36	A	Secondary RMS Current
IRIPPLE			0.31	A	Output Capacitor RMS Ripple Current
CMS			72	Cmils	Secondary Bare Conductor minimum circular mils
AWGS			31	AWG	Secondary Wire Gauge (Rounded up to next larger standard AWG value)
DIAS			0.23	mm	Secondary Minimum Bare Conductor Diameter
ODS			0.04	mm	Secondary Maximum Outside Diameter for Triple Insulated Wire
VOLTAGE STRESS PARAMETERS					
VDRAIN			647	V	Estimated Maximum Drain Voltage assuming maximum LED string voltage (Includes Effect of Leakage Inductance)
PIVS			559	V	Output Rectifier Maximum Peak Inverse Voltage



					(calculated at VOVP, excludes leakage inductance spike)
PIVB			82	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			3.91	M-ohms	Upper V Pin Resistor Value
RV2			1.40	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			0.18	A	Measured Output Current at VAC1
IO_VAC2			0.18	A	Measured Output Current at VAC2
RV1 (new)			3.91	M-ohms	New RV1
RV2 (new)			1.40	M-ohms	New RV2
V_OV			318.3	V	Typical AC input voltage at which OV shutdown will be triggered
V_UV			70.8	V	Typical AC input voltage beyond which power supply can startup
FB pin resistor Fine Tuning					
RFB1			109	k-ohms	Upper FB Pin Resistor Value
RFB2			1E+012	k-ohms	Lower FB Pin Resistor Value
VB1			17.9	V	Test Bias Voltage Condition1
VB2			22.1	V	Test Bias Voltage Condition2
IO1			0.18	A	Measured Output Current at Vb1
IO2			0.18	A	Measured Output Current at Vb2
RFB1 (new)			109.1	k-ohms	New RFB1
RFB2(new)			1.00E+12	k-ohms	New RFB2
Input Current Harmonic Analysis					
Harmonic			% of Fund	Limit(%)	
1st Harmonic					
3rd Harmonic			17.14	27.00	PASS. %age of 3rd Harmonic is lower than the limit
5th Harmonic			6.3	10.00	PASS. %age of 5th Harmonic is lower than the limit
7th Harmonic			3.2	7.00	PASS. %age of 7th Harmonic is lower than the limit
9th Harmonic			1.92	5.00	PASS. %age of 9th Harmonic is lower than the limit
11th Harmonic			1.34	3.00	PASS. %age of 11th Harmonic is lower than the limit
13th Harmonic			1.02	3.00	PASS. %age of 13th Harmonic is lower than the limit
15th Harmonic			0.82	3.00	PASS. %age of 15th Harmonic is lower than the limit
THD			18.4	%	Estimated total Harmonic Distortion (THD)



9 U1 히트싱크 어셈블리

9.1 히트싱크 제작 도면

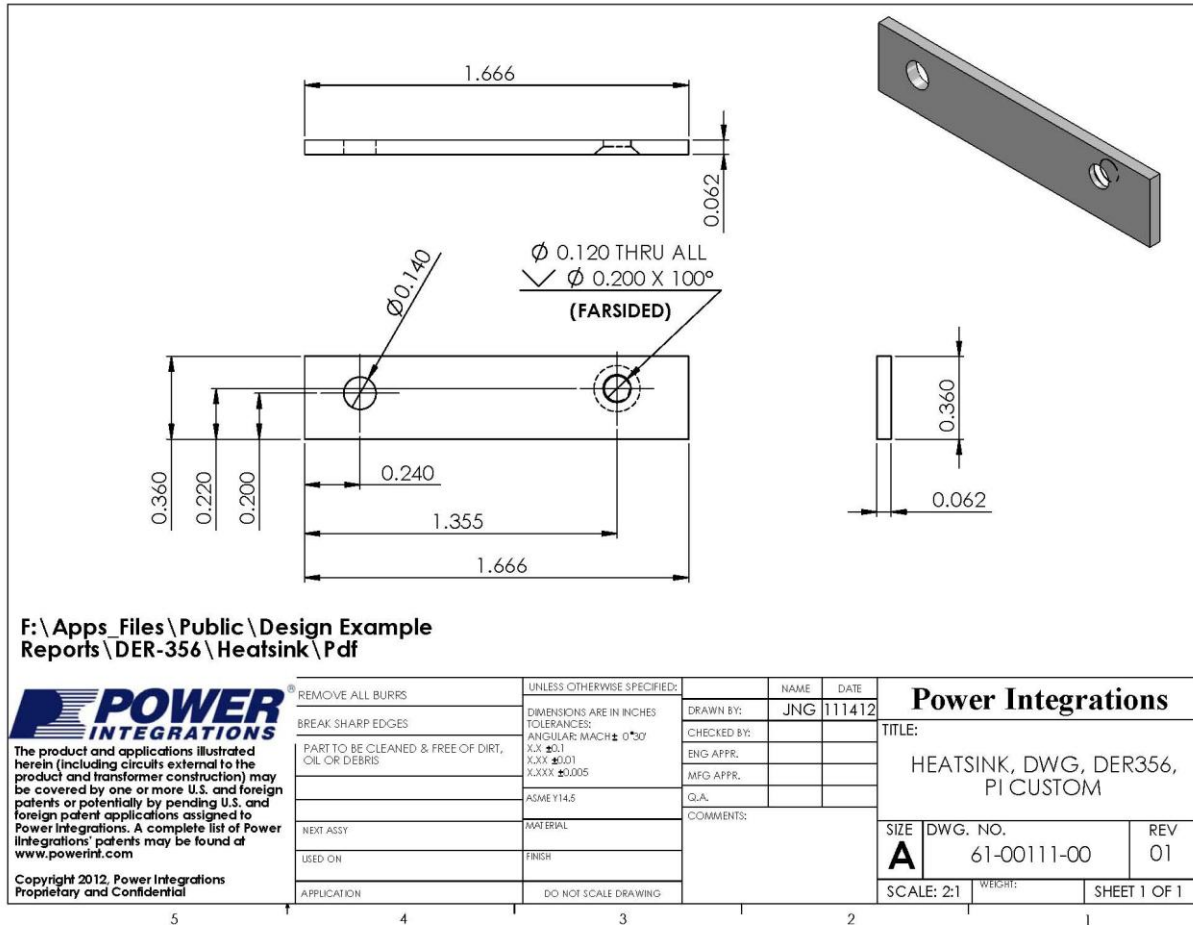


Figure 8 – U1 Heat Sink Dimensions.



9.2 히트싱크 어셈블리 도면

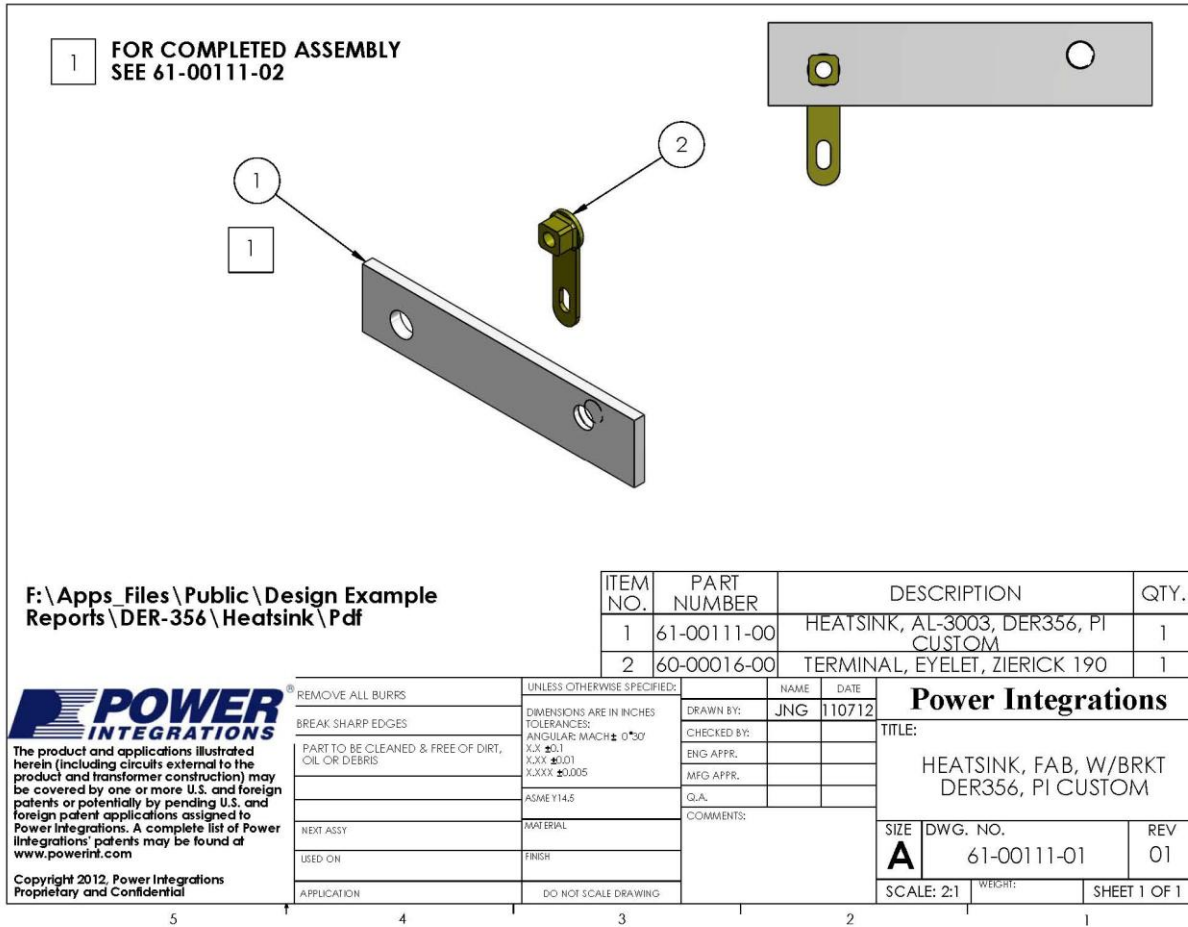


Figure 9 – U1 Heat Sink Fabrication Drawing.



9.3 히트싱크 및 U1 어셈블리 도면

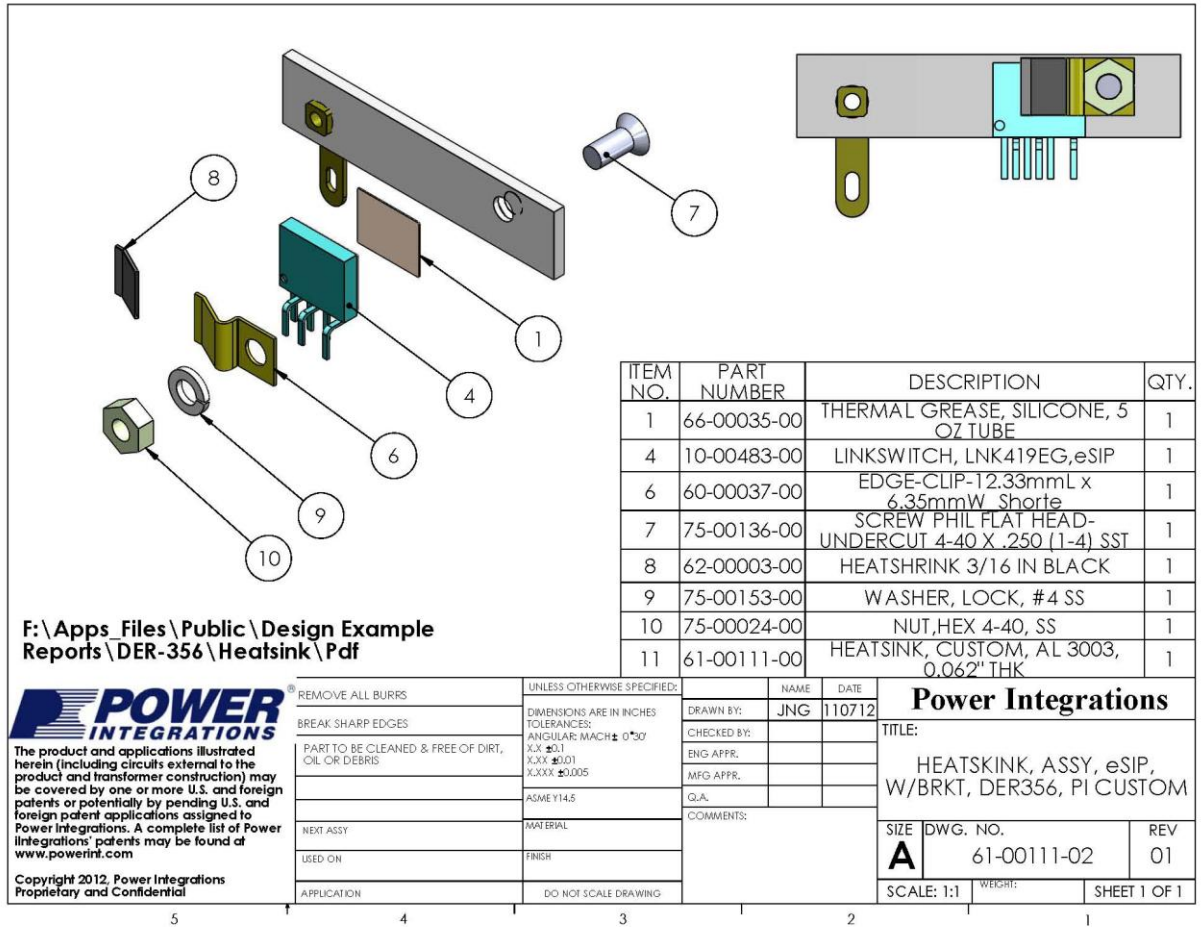


Figure 10 – U1 Heat Sink Assembly Drawing.



10 성능 데이터

The following data was compiled using 3 sets of load (121 V, 134 V, and 142 V LED strings). All measurements were performed at room temperature.

10.1 효율

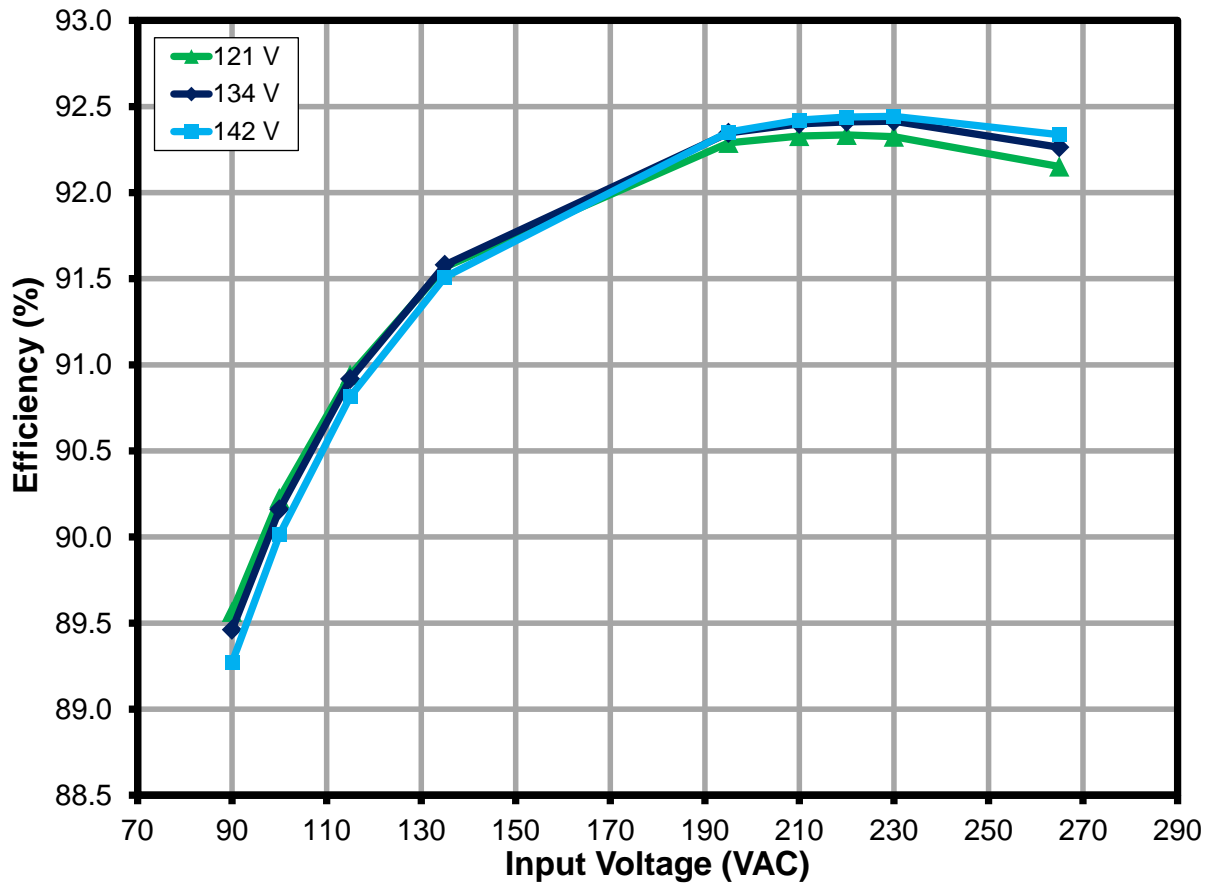


Figure 11 – Efficiency vs. Line and Load.



10.2 입력 및 부하 레귤레이션

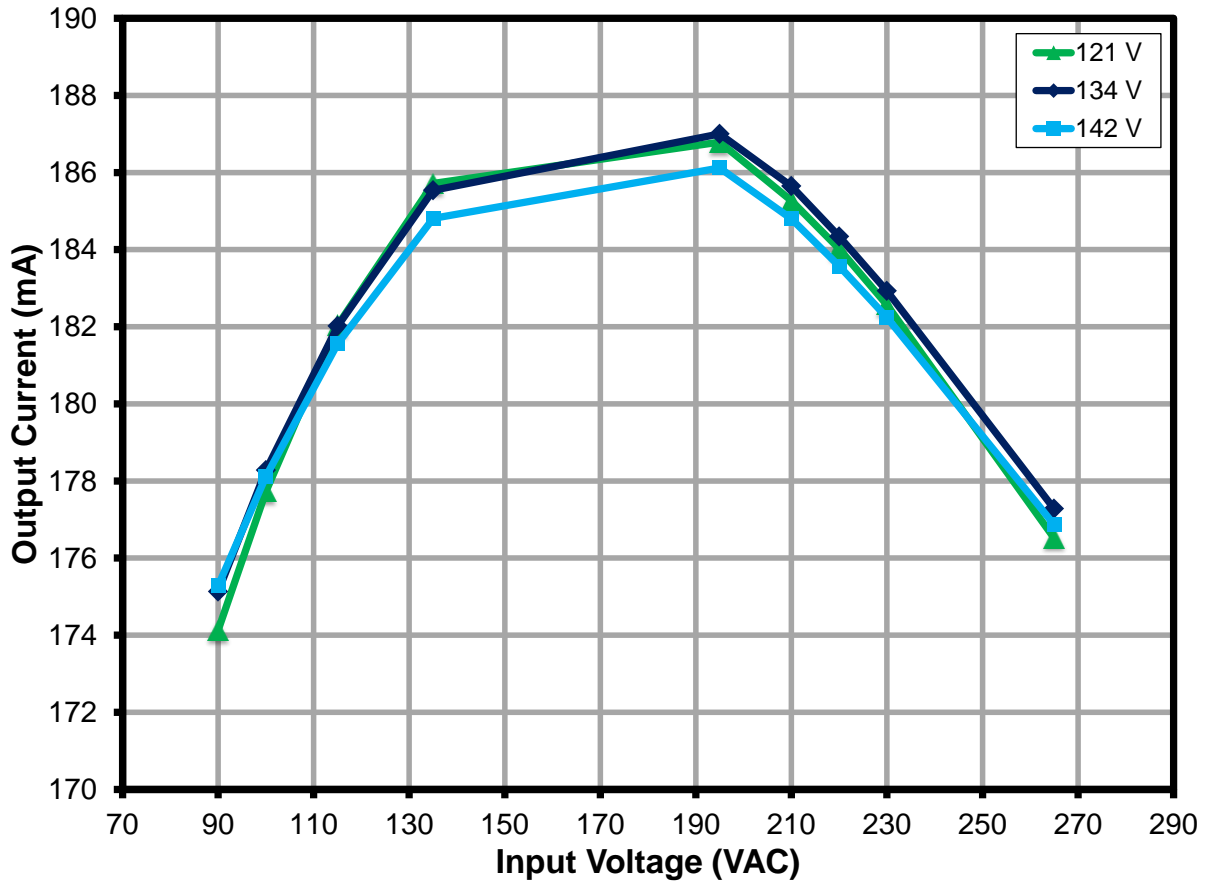


Figure 12 – Regulation vs. Line and Load.

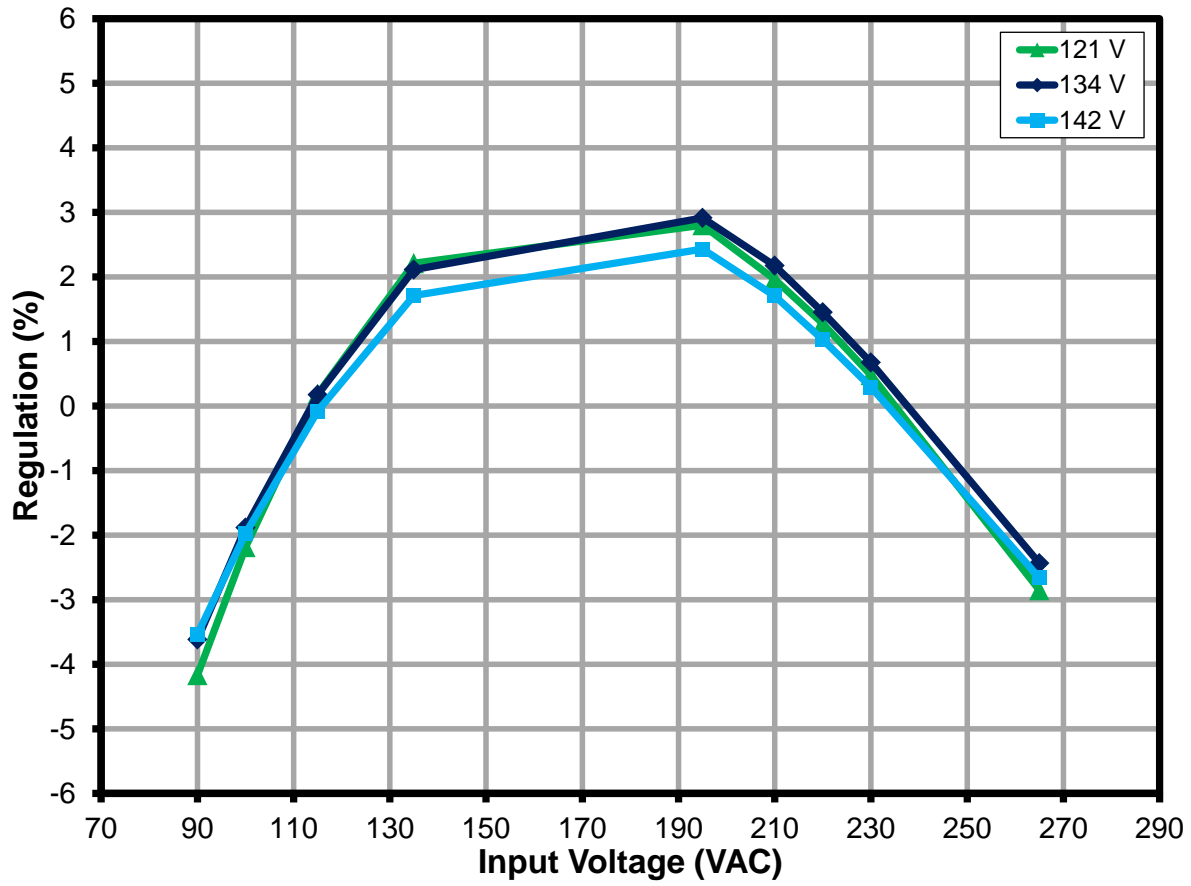


Figure 13 – Percent Line/Load Regulation.



10.3 역률

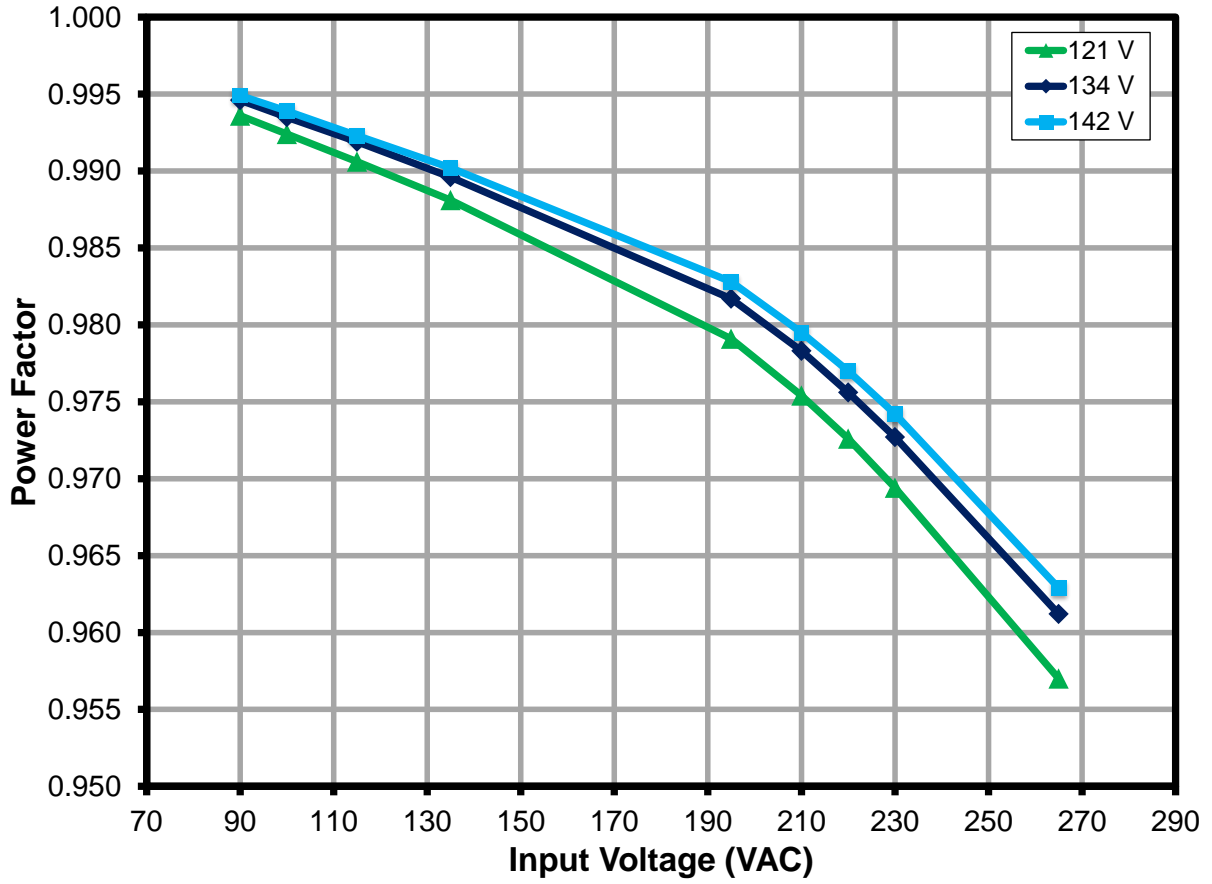


Figure 14 – Power Factor vs. Line and Load.

10.4 A-THD

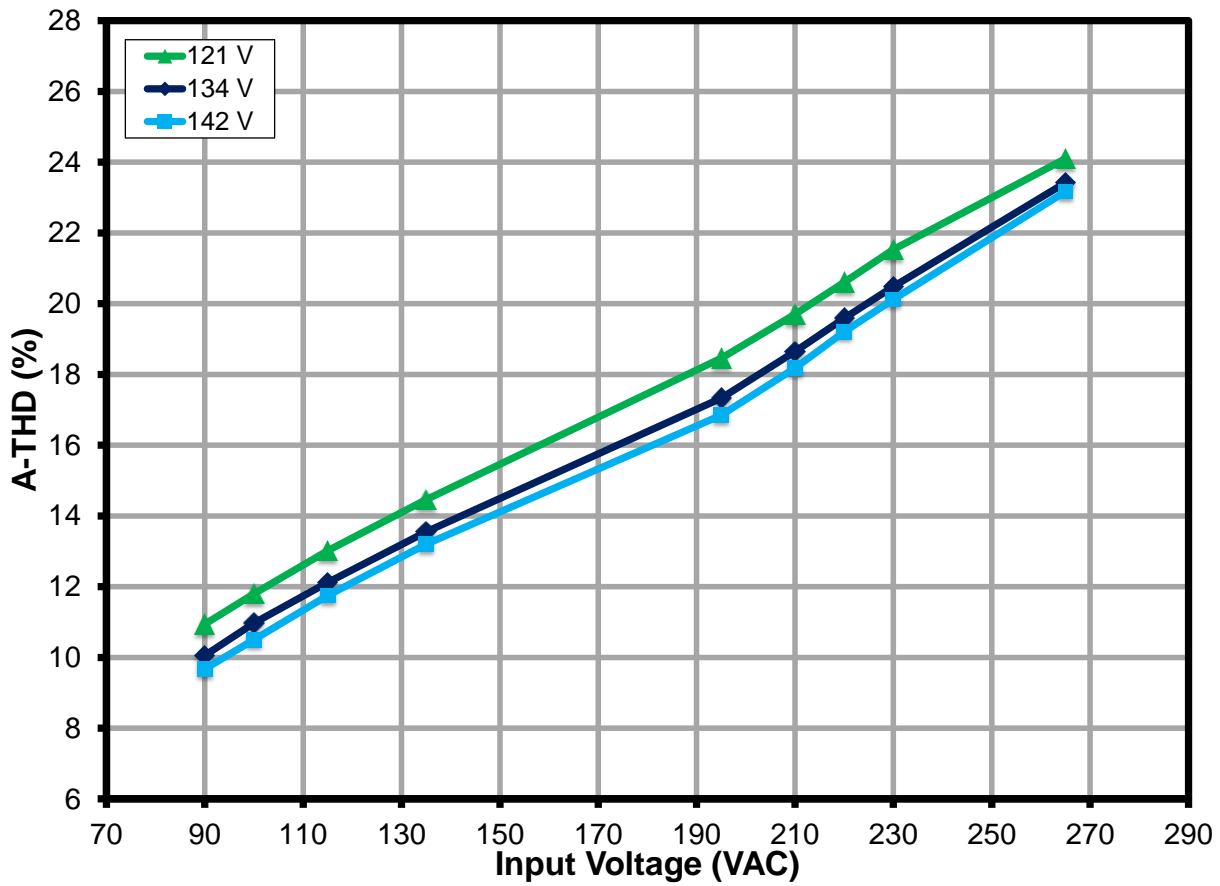


Figure 15 – A-THD vs. Line and Load.



10.5 고조파

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 115V, 60Hz 입력에서의 134V LED 부하

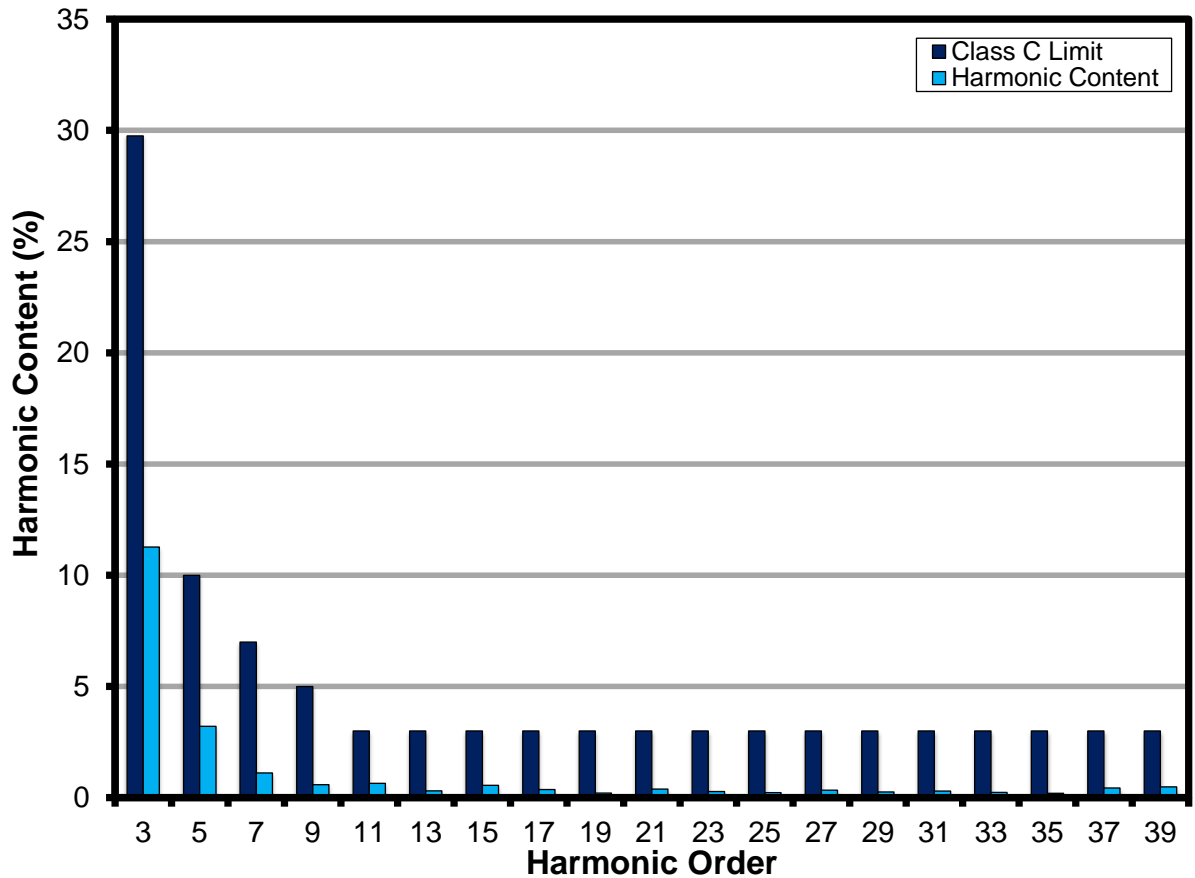


Figure 16 – 134 V LED Load Input Current Harmonics at 115 VAC, 60 Hz.



10.5.2

10.5.3 230V, 50Hz 입력에서의 134V LED 부하

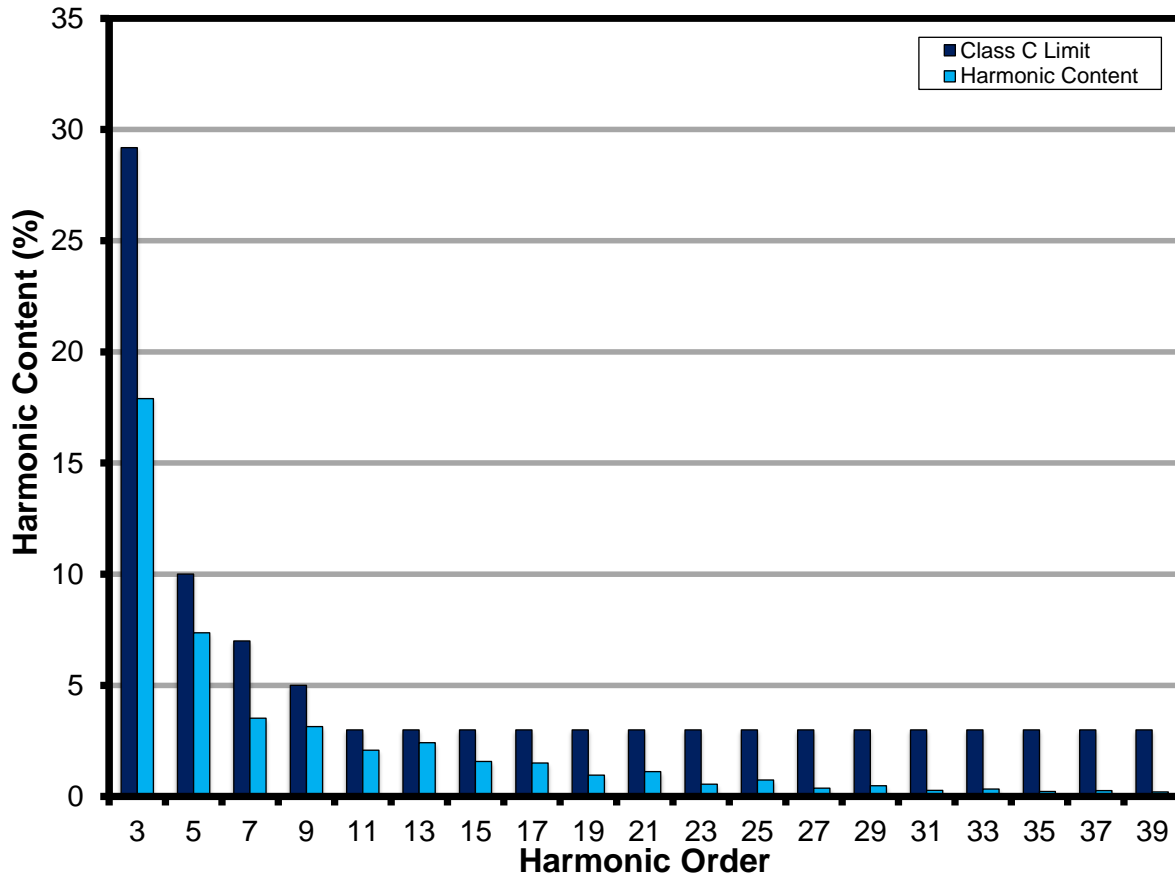


Figure 17 – 134 V LED Load Input Current Harmonics at 230 VAC, 50 Hz.



10.6 테스트 데이터

All measurements were taken with the board in open frame configuration, and 25 °C ambient.

10.6.1 테스트 데이터, 121V LED 부하

Input		Input Measurement					Load Measurement			Calculation			
V _{RMS} (VAC)	Freq (Hz)	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)	% Reg
90	60	89.91	264.01	23.584	0.994	10.94	121.0700	174.130	21.123	21.08	89.56	2.46	4.17
100	60	99.95	241.02	23.907	0.992	11.8	121.1200	177.730	21.570	21.53	90.22	2.34	2.18
115	60	114.97	213.43	24.308	0.991	13.02	121.2000	182.040	22.106	22.06	90.94	2.20	0.19
135	60	134.96	184.78	24.642	0.988	14.46	121.2600	185.720	22.564	22.52	91.57	2.08	2.21
195	50	195.00	128.85	24.601	0.979	18.46	121.2500	186.790	22.704	22.65	92.29	1.90	2.80
210	50	209.94	119.04	24.377	0.975	19.7	121.1900	185.270	22.507	22.45	92.33	1.87	1.96
220	50	219.98	113.11	24.200	0.973	20.61	121.1500	184.020	22.345	22.29	92.33	1.86	1.28
230	50	230.02	107.62	23.999	0.969	21.53	121.0900	182.570	22.157	22.11	92.32	1.84	0.48
265	50	265.04	91.53	23.215	0.957	24.1	120.9500	176.520	21.393	21.35	92.15	1.82	-2.85

10.6.2 테스트 데이터, 134V LED 부하

Input		Input Measurement					Load Measurement			Calculation			
V _{RMS} (VAC)	Freq (Hz)	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)	% Reg
90	60	89.90	294.78	26.358	0.995	10.05	134.4100	175.130	23.580	23.54	89.46	2.78	-3.62
100	60	99.94	268.15	26.626	0.994	10.97	134.4200	178.280	24.006	23.96	90.16	2.62	-1.88
115	60	114.96	236.46	26.964	0.992	12.12	134.4500	182.020	24.515	24.47	90.92	2.45	0.18
135	60	134.96	204.35	27.292	0.990	13.55	134.4800	185.540	24.994	24.95	91.58	2.30	2.11
195	50	194.99	142.53	27.282	0.982	17.33	134.4400	187.000	25.194	25.14	92.35	2.09	2.92
210	50	209.93	131.71	27.051	0.978	18.65	134.3500	185.650	24.995	24.94	92.40	2.06	2.17
220	50	219.98	125.06	26.839	0.976	19.59	134.2700	184.340	24.802	24.75	92.41	2.04	1.45
230	50	230.02	118.96	26.616	0.973	20.48	134.1900	182.930	24.597	24.55	92.41	2.02	0.68
265	50	265.04	101.26	25.797	0.961	23.42	134.0200	177.280	23.801	23.76	92.26	2.00	-2.43

10.6.3 테스트 데이터, 142V LED 부하

Input		Input Measurement					Load Measurement			Calculation			
V _{RMS} (VAC)	Freq (Hz)	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)	% Reg
90	60	89.90	312.51	27.951	0.995	9.67	142.1300	175.280	24.952	24.91	89.27	3.00	-3.53
100	60	99.94	283.66	28.177	0.994	10.5	142.1700	178.120	25.363	25.32	90.01	2.81	-1.97
115	60	114.97	249.48	28.462	0.992	11.75	142.1400	181.560	25.848	25.81	90.82	2.61	-0.08
135	60	134.96	215.32	28.774	0.990	13.2	142.2700	184.810	26.331	26.29	91.51	2.44	1.71
195	50	195.00	149.83	28.713	0.983	16.85	142.2000	186.120	26.517	26.47	92.35	2.20	2.43
210	50	209.94	138.39	28.459	0.980	18.18	142.0600	184.800	26.302	26.25	92.42	2.16	1.71
220	50	219.98	131.44	28.249	0.977	19.21	141.9900	183.570	26.113	26.07	92.44	2.14	1.03
230	50	230.02	125.08	28.028	0.974	20.12	141.9200	182.240	25.910	25.86	92.44	2.12	0.30
265	50	265.04	106.55	27.194	0.963	23.17	141.7500	176.870	25.110	25.07	92.34	2.08	-2.66



10.6.4 115VAC, 60Hz 입력에서의 134V LED 부하 고조파 데이터

V	Freq	I (mA)	P	PF	%THD
115	60.00	236.46	26.9640	0.9919	12.12
	nth Order	mA Content	% Content	Class C Limit	Remarks
	1	234.47			
	2	0.18	0.08%	2.00%	
	3	26.43	11.27%	29.76%	PASS
	5	7.53	3.21%	10.00%	PASS
	7	2.61	1.11%	7.00%	PASS
	9	1.38	0.59%	5.00%	PASS
	11	1.52	0.65%	3.00%	PASS
	13	0.73	0.31%	3.00%	PASS
	15	1.30	0.55%	3.00%	PASS
	17	0.87	0.37%	3.00%	PASS
	19	0.49	0.21%	3.00%	PASS
	21	0.92	0.39%	3.00%	PASS
	23	0.66	0.28%	3.00%	PASS
	25	0.54	0.23%	3.00%	PASS
	27	0.80	0.34%	3.00%	PASS
	29	0.60	0.26%	3.00%	PASS
	31	0.69	0.29%	3.00%	PASS
	33	0.56	0.24%	3.00%	PASS
	35	0.46	0.20%	3.00%	PASS
	37	1.02	0.44%	3.00%	PASS
	39	1.14	0.49%	3.00%	PASS



10.6.5 230VAC, 50Hz 입력에서의 134V LED 부하 고조파 데이터

V	Freq	I (mA)	P	PF	%THD
230	50.00	118.96	26.6160	0.9727	20.48
	nth Order	mA Content	% Content	Limit >25 W	Remarks
	1	116.30			
	2	0.12	0.10%	2.00%	
	3	20.81	17.89%	29.18%	PASS
	5	8.56	7.36%	10.00%	PASS
	7	4.10	3.53%	7.00%	PASS
	9	3.66	3.15%	5.00%	PASS
	11	2.42	2.08%	3.00%	PASS
	13	2.81	2.42%	3.00%	PASS
	15	1.83	1.57%	3.00%	PASS
	17	1.75	1.50%	3.00%	PASS
	19	1.12	0.96%	3.00%	PASS
	21	1.30	1.12%	3.00%	PASS
	23	0.64	0.55%	3.00%	PASS
	25	0.87	0.75%	3.00%	PASS
	27	0.44	0.38%	3.00%	PASS
	29	0.56	0.48%	3.00%	PASS
	31	0.32	0.28%	3.00%	PASS
	33	0.39	0.34%	3.00%	PASS
	35	0.26	0.22%	3.00%	PASS
	37	0.31	0.27%	3.00%	PASS
	39	0.24	0.21%	3.00%	PASS



10.6.6

11 파형

11.1 입력 전류

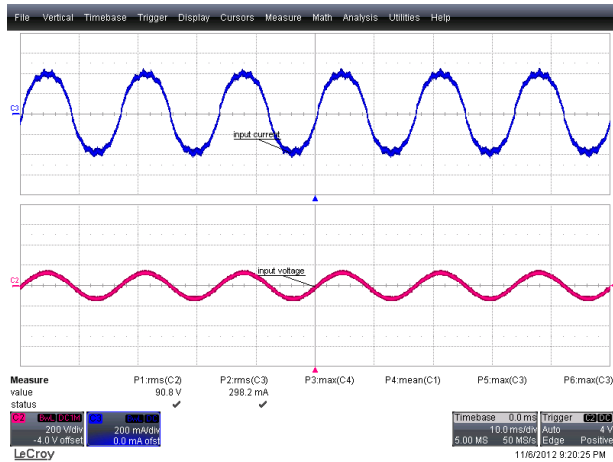


Figure 18 – 90 VAC 60 Hz, Full Load.
Upper: I_{IN} , 200 mA / div.
Lower: V_{IN} , 200 V, 10 ms / div.

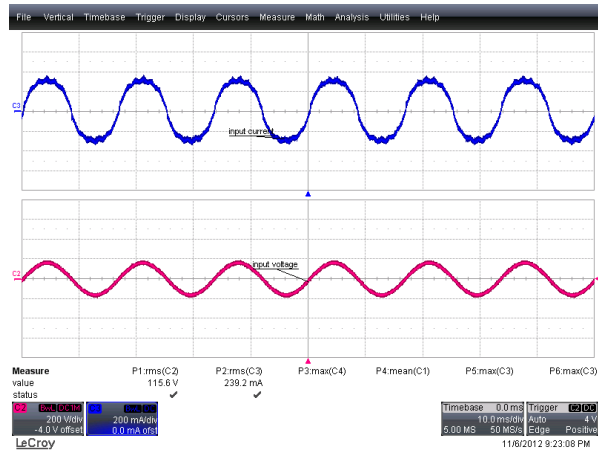


Figure 19 – 115 VAC 60 Hz, Full Load.
Upper: I_{IN} , 200 mA / div.
Lower: V_{IN} , 200 V, 10 ms / div.

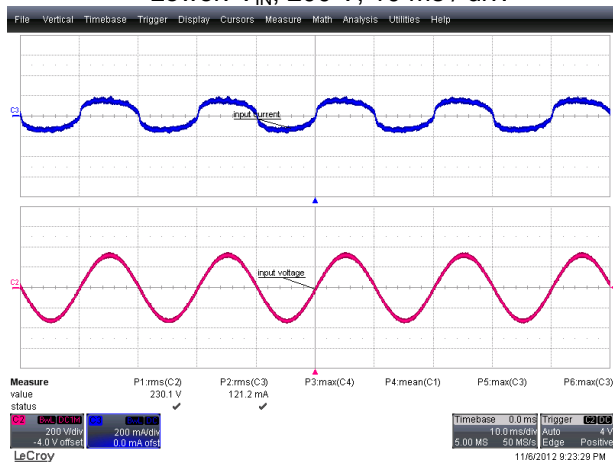


Figure 20 – 230 VAC 50 Hz, Full Load.
Upper: I_{IN} , 200 mA / div.
Lower: V_{IN} , 200 V, 10 ms / div.

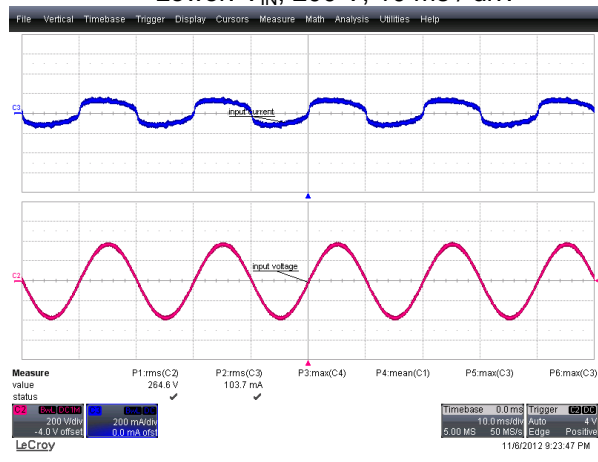


Figure 21 – 265 VAC 50 Hz, Full Load.
Upper: I_{IN} , 200 mA / div.
Lower: V_{IN} , 200 V, 10 ms / div.



11.2 정상 작동 시 드레인 전압 및 전류

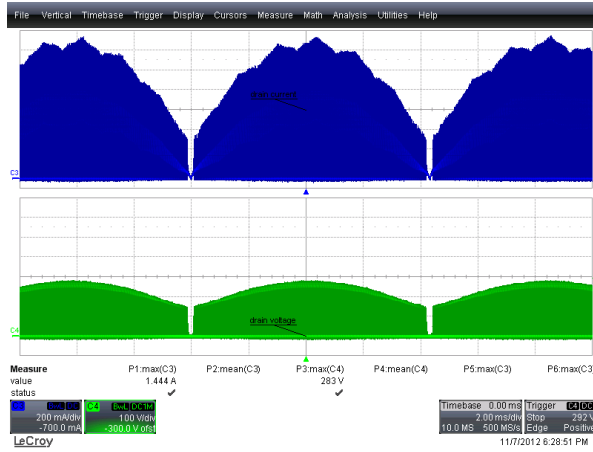


Figure 22 – 90 VAC 60 Hz, Full Load.
Upper: I_{DRAIN} , 200 mA / div.
Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 2 ms / div.

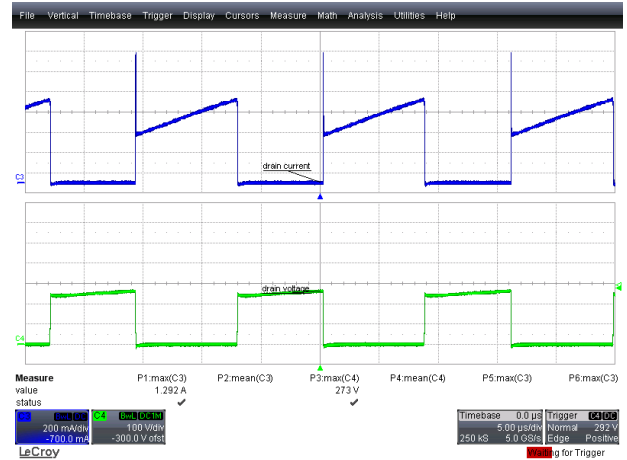


Figure 23 – 90 VAC 60 Hz, Full Load.
Upper: I_{DRAIN} , 200 mA / div.
Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 5 μ s / div.

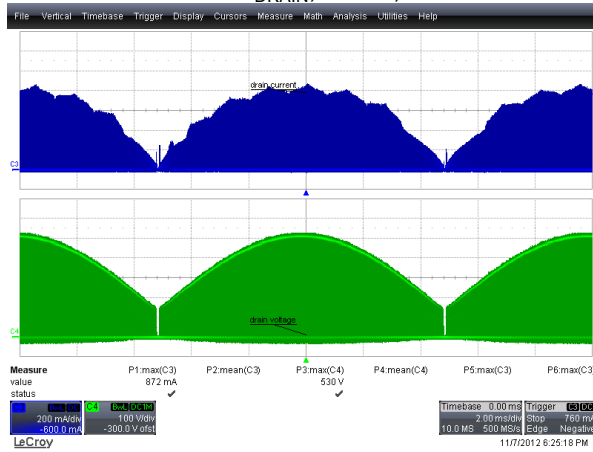


Figure 24 – 265 VAC 50 Hz, Full Load.
Upper: I_{DRAIN} , 200 mA / div.
Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 2 ms / div.

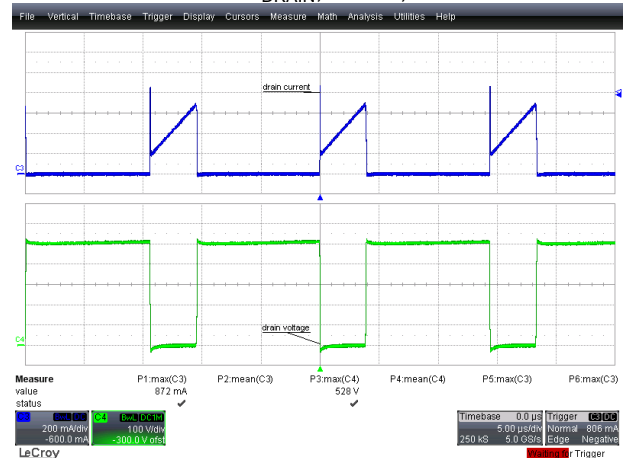


Figure 25 – 265 VAC 50 Hz, Full Load.
Upper: I_{DRAIN} , 200 mA / div.
Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 5 μ s / div.



11.3 스타트업 작동 시 드레인 전압 및 전류

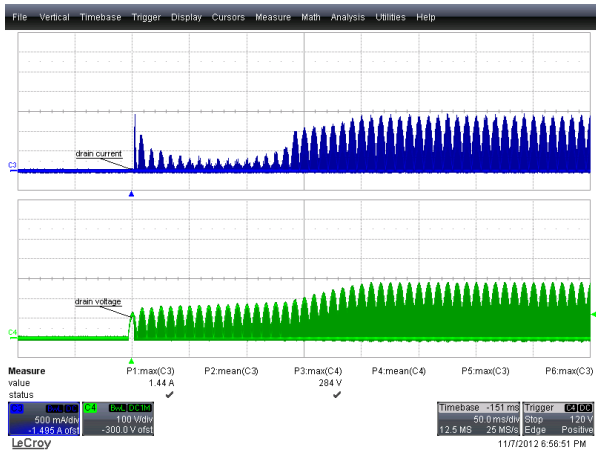


Figure 26 – 90 VAC 60 Hz, Full Load Start-up.
 Upper: I_{DRAIN} , 500 mA / div.
 Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 50 ms / div.

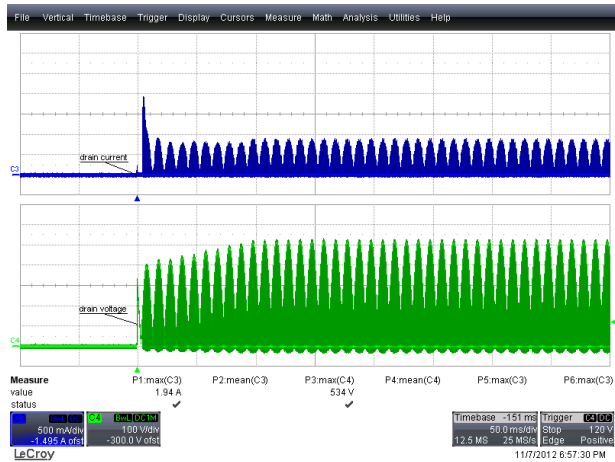


Figure 27 – 265 VAC 50 Hz, Full Load Start-up.
 Upper: I_{DRAIN} , 500 mA / div.
 Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 50 ms / div.

11.4 출력 전류 및 출력 전압

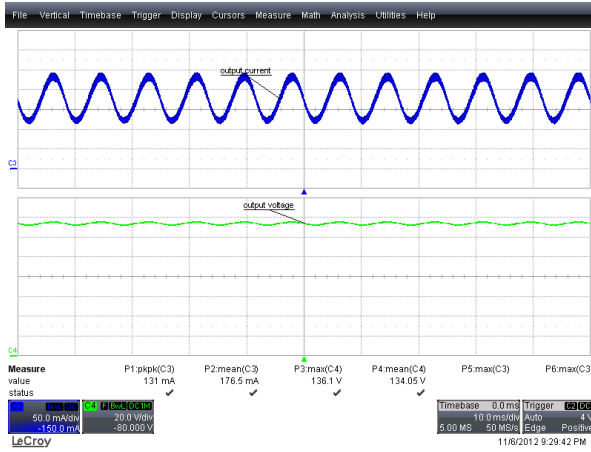


Figure 28 – 90 VAC 60 Hz, Full Load.
Upper: I_{OUT} , 50 mA / div.
Lower: V_{OUT} , 20 V, 10 ms / div.

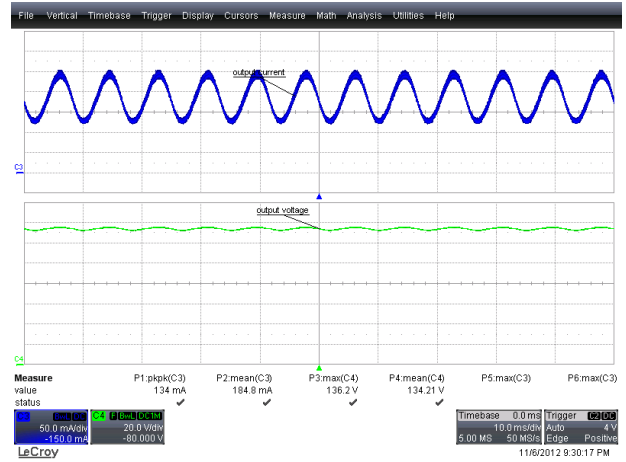


Figure 29 – 115 VAC 60 Hz, Full Load.
Upper: I_{OUT} , 50 mA / div.
Lower: V_{OUT} , 20 V, 10 ms / div.

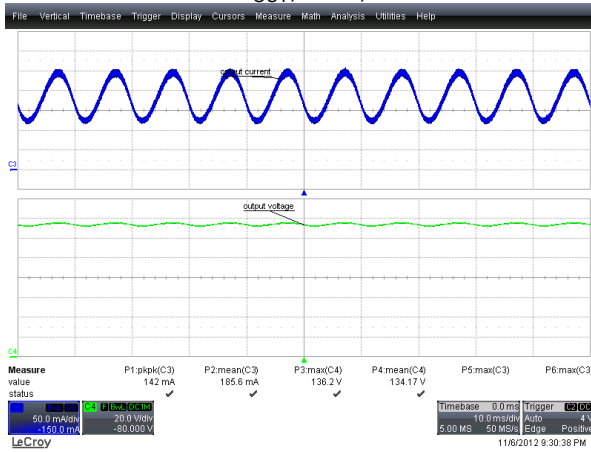


Figure 30 – 230 VAC 50 Hz, Full Load.
Upper: I_{OUT} , 50 mA / div.
Lower: V_{OUT} , 20 V, 10 ms / div.

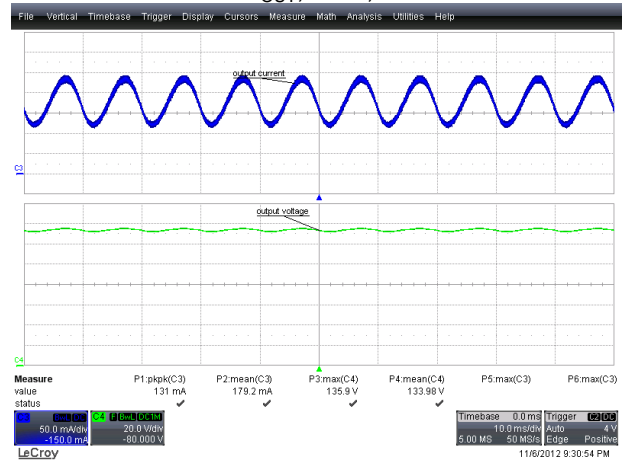


Figure 31 – 265 VAC 50 Hz, Full Load.
Upper: I_{OUT} , 50 mA / div.
Lower: V_{OUT} , 20 V, 10 ms / div.



11.5 파워 업, 파워 다운 시 출력 전류 및 전압

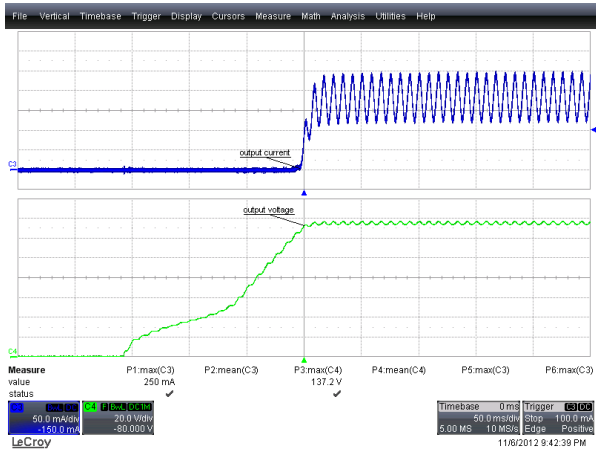


Figure 32 – 115 VAC 60 Hz, Output Rise.
Upper: I_{OUT} , 50 mA / div.
Lower: V_{OUT} , 20 V, 50 ms / div.

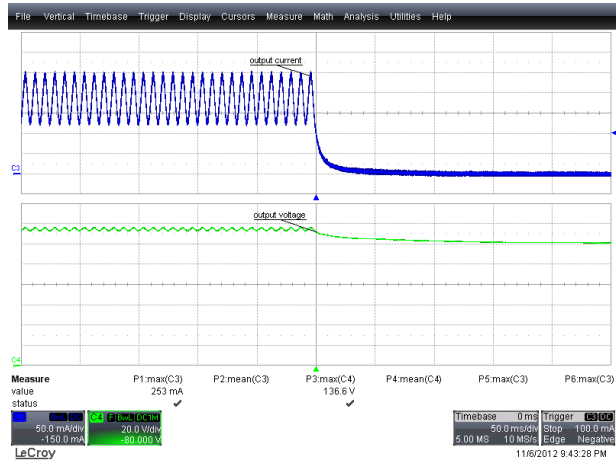


Figure 33 – 115 VAC 60 Hz, Output Fall.
Upper: I_{OUT} , 50 mA / div.
Lower: V_{OUT} , 20 V, 50 ms / div.

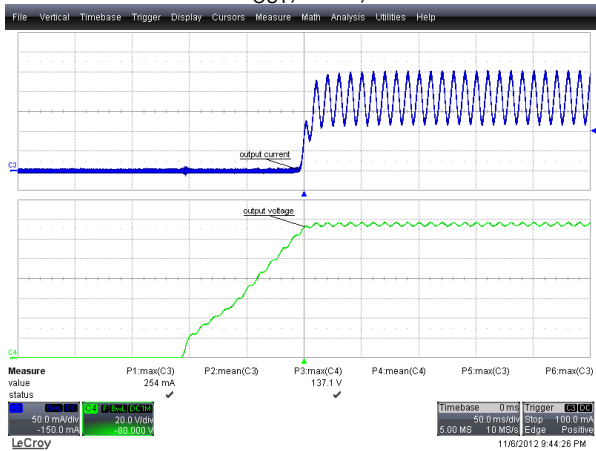


Figure 34 – 230 VAC 50 Hz, Output Rise.
Upper: I_{OUT} , 50 mA / div.
Lower: V_{OUT} , 20 V, 50 ms / div.

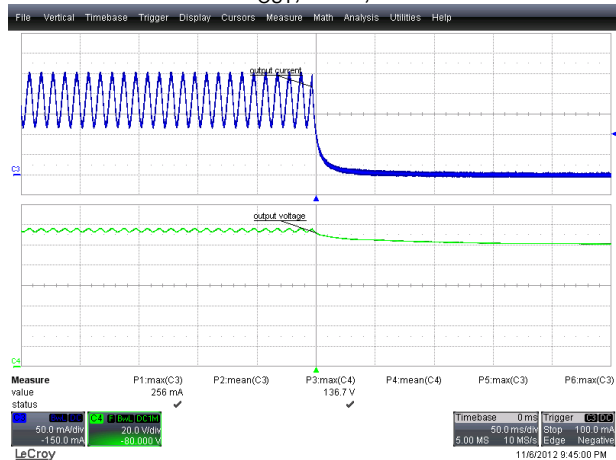


Figure 35 – 230 VAC 50 Hz, Output Fall.
Upper: I_{OUT} , 50 mA / div.
Lower: V_{OUT} , 20 V, 50 ms / div.

11.6 출력 단락

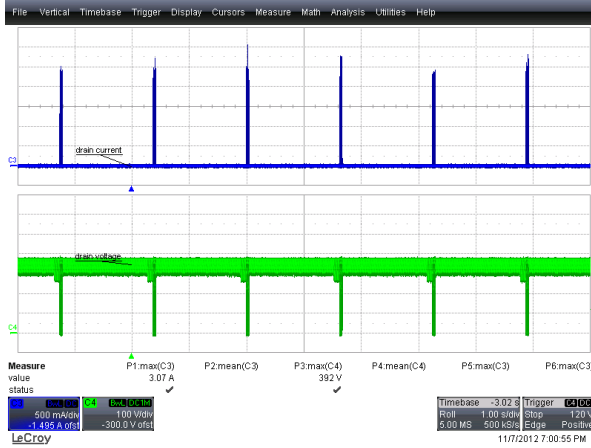


Figure 36 – 265 VAC 50 Hz, Output Short.
Upper: I_{DRAIN} , 0.5 A / div.
Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 1 s / div.

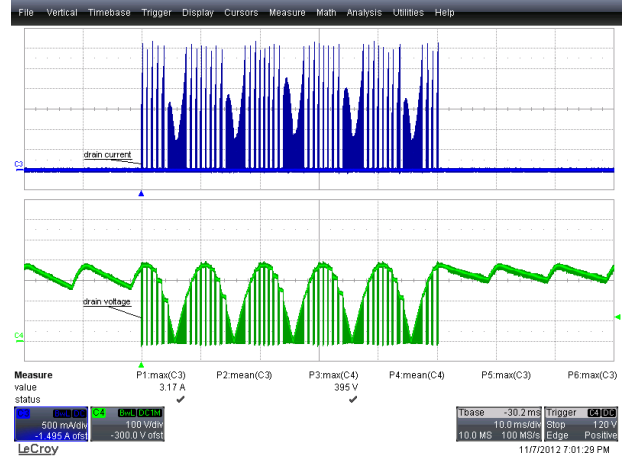


Figure 37 – 265 VAC 50 Hz, Output Short.
Upper: I_{DRAIN} , 0.5 A / div.
Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 10 ms / div.

11.7 오픈 부하

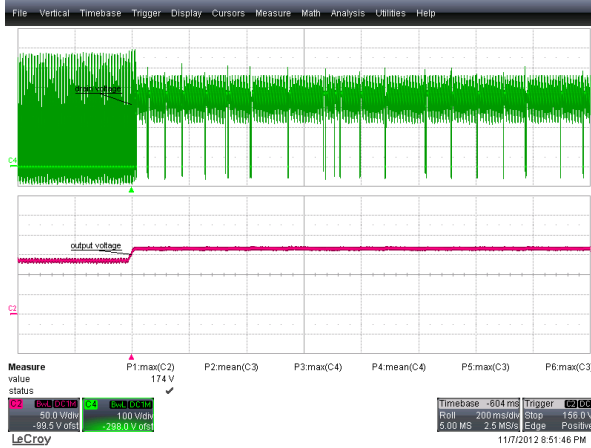


Figure 38 – 265 VAC 50 Hz, Open Load.
Upper: V_{DRAIN} , 100 V / div.
Lower: V_{OUT} , 50 V, 200 ms / div.

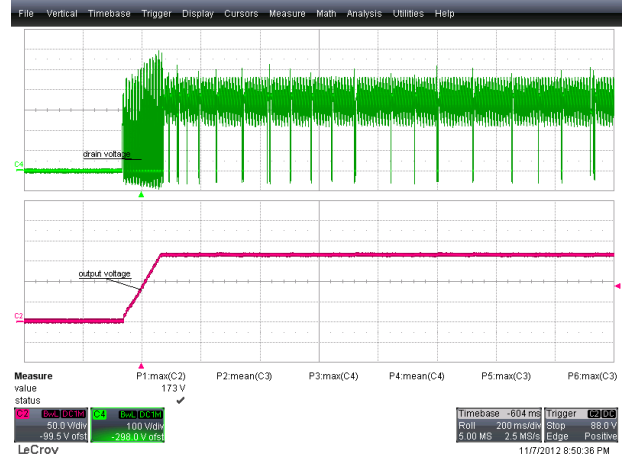


Figure 39 – 265 VAC 50 Hz, Open Load Start-up
Upper: V_{DRAIN} , 100 V / div.
Lower: V_{OUT} , 50 V, 200 ms / div.

12 씨얼 측정

Thermal measurements were done with the EUT operated at room temperature, 134 V LED Load

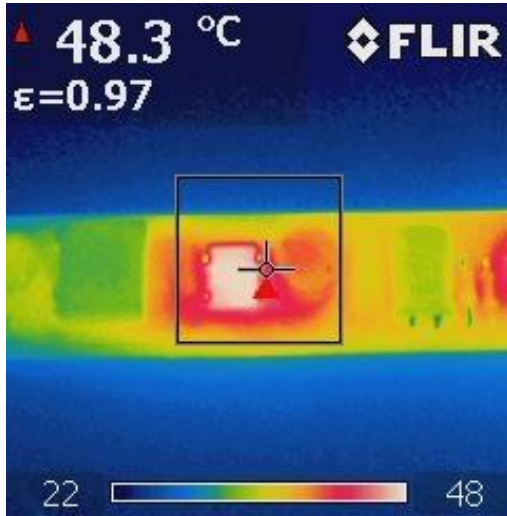


Figure 40 – Input Area, 110 VAC, 60 Hz

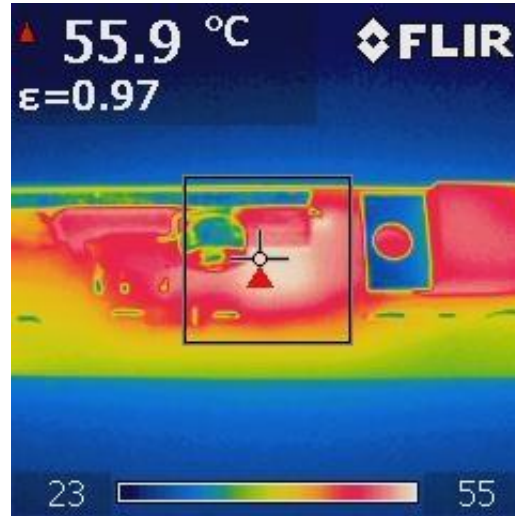


Figure 41 – LNK419EG Area, 110 VAC, 60 Hz

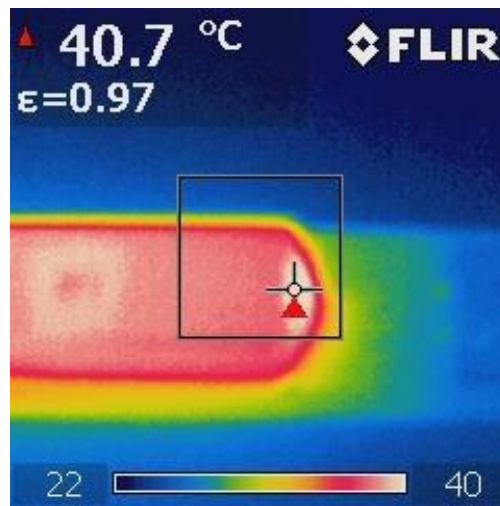
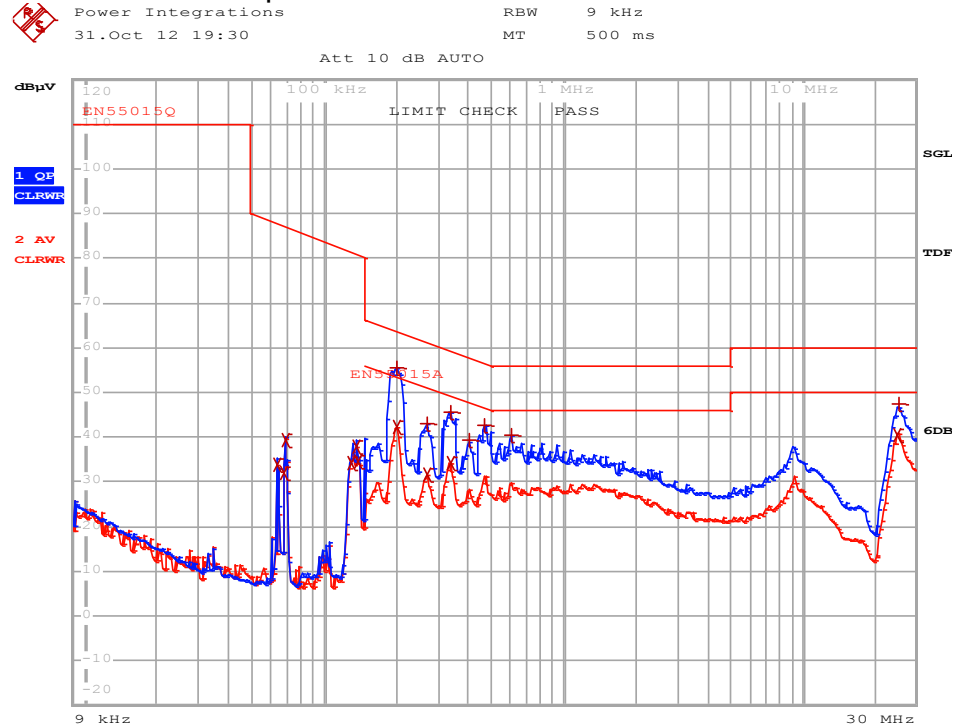


Figure 42 – Output Area, 110 VAC, 60 Hz

13 전도성 EMI 측정

The unit was tested using ~ 134 V LED strings as load with an input voltage of 230 VAC, 60 Hz at room temperature.



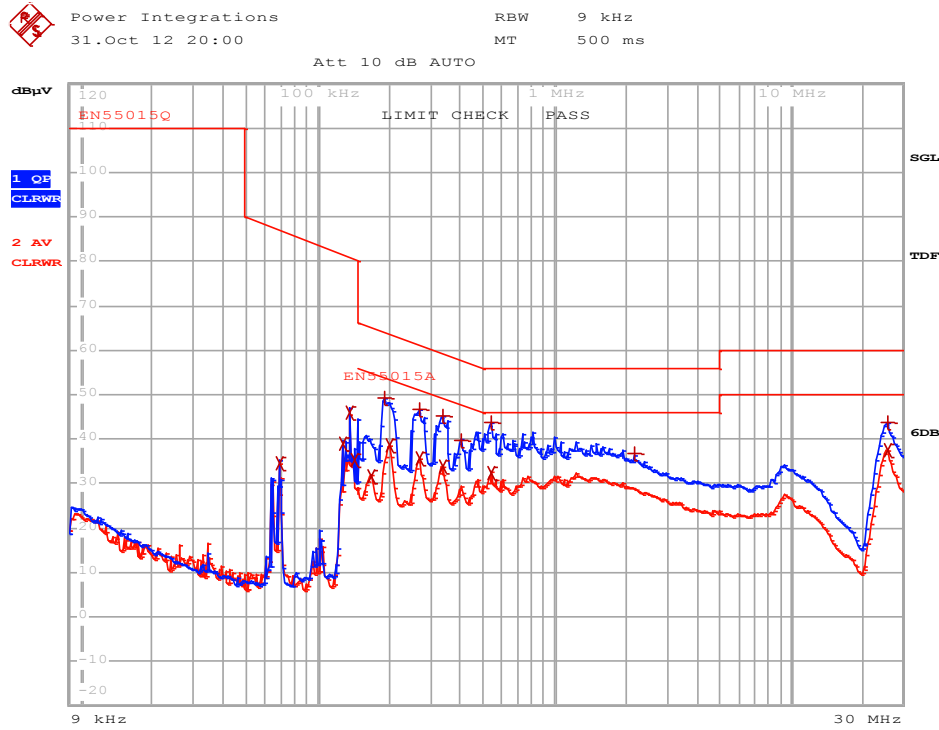
EDIT PEAK LIST (Final Measurement Results)

Trace1: EN55015Q
Trace2: EN55015A
Trace3: ---

TRACE	FREQUENCY	LEVEL dBµV	DELTA LIMIT dB
2 Average	63.9076936414 kHz	34.01 L1 gnd	
2 Average	67.1676282959 kHz	31.88 N gnd	
2 Average	68.5176976246 kHz	39.49 L1 gnd	
2 Average	129.530094744 kHz	34.19 N gnd	
2 Average	136.137431366 kHz	37.75 L1 gnd	
2 Average	138.873793737 kHz	34.40 L1 gnd	
1 Quasi Peak	200.175581485 kHz	55.37 L1 gnd	-8.23
2 Average	200.175581485 kHz	42.37 L1 gnd	-11.22
1 Quasi Peak	267.135089486 kHz	43.02 L1 gnd	-18.18
2 Average	267.135089486 kHz	31.62 L1 gnd	-19.58
1 Quasi Peak	335.832355405 kHz	45.66 L1 gnd	-13.64
2 Average	335.832355405 kHz	34.29 L1 gnd	-15.01
1 Quasi Peak	401.705024172 kHz	39.28 L1 gnd	-18.52
1 Quasi Peak	466.367062279 kHz	42.56 N gnd	-14.01
1 Quasi Peak	604.06488251 kHz	40.46 N gnd	-15.53
2 Average	24.9618853035 MHz	40.45 L1 gnd	-9.54
1 Quasi Peak	25.2115041566 MHz	47.61 L1 gnd	-12.38

Figure 43 – Conducted EMI, 134 V LED Load, 115 VAC, 60 Hz, EN55015B Limits.





EDIT PEAK LIST (Final Measurement Results)

Trace1: EN55015Q
Trace2: EN55015A
Trace3: ---

TRACE	FREQUENCY	LEVEL dBµV	DELTA	LIMIT dB
2 Average	68.5176976246 kHz	34.65	L1 gnd	
2 Average	126.977840157 kHz	38.88	L1 gnd	
2 Average	136.137431366 kHz	45.83	L1 gnd	
2 Average	141.665156991 kHz	35.36	N gnd	
2 Average	167.350252 kHz	31.78	N gnd	-23.30
1 Quasi Peak	190.46019728 kHz	49.13	L1 gnd	-14.88
2 Average	200.175581485 kHz	38.67	L1 gnd	-14.92
1 Quasi Peak	267.135089486 kHz	46.62	L1 gnd	-14.58
2 Average	267.135089486 kHz	35.71	L1 gnd	-15.49
1 Quasi Peak	335.832355405 kHz	45.10	L1 gnd	-14.19
2 Average	335.832355405 kHz	33.96	L1 gnd	-15.33
1 Quasi Peak	401.705024172 kHz	39.85	N gnd	-17.96
1 Quasi Peak	536.076911993 kHz	43.86	L1 gnd	-12.13
2 Average	536.076911993 kHz	32.50	L1 gnd	-13.49
1 Quasi Peak	2.18042326152 MHz	36.71	L1 gnd	-19.28
1 Quasi Peak	25.4636191981 MHz	43.61	L1 gnd	-16.38
2 Average	25.4636191981 MHz	37.36	L1 gnd	-12.63

Figure 44 – Conducted EMI, 134 V LED Load, 230 VAC, 60 Hz, EN55015B Limits.



14 라인 서지 테스트

The unit was subjected to ± 2500 V, 100 kHz ring wave and ± 500 V differential surge at 230 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.

Level (V)	Input Voltage (VAC)	Injection Location	Injection Phase (°)	Type	Test Result (Pass/Fail)
+2500	230	L1, L2	0	100 kHz Ring Wave (500 A)	Pass
-2500	230	L1, L2	90	100 kHz Ring Wave (500 A)	Pass
+2500	230	L1, L2	0	100 kHz Ring Wave (500 A)	Pass
-2500	230	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	230	L1, L2	0	Surge (2U)	Pass
-500	230	L1, L2	90	Surge (2U)	Pass
+500	230	L1, L2	0	Surge (2U)	Pass
-500	230	L1, L2	90	Surge (2U)	Pass

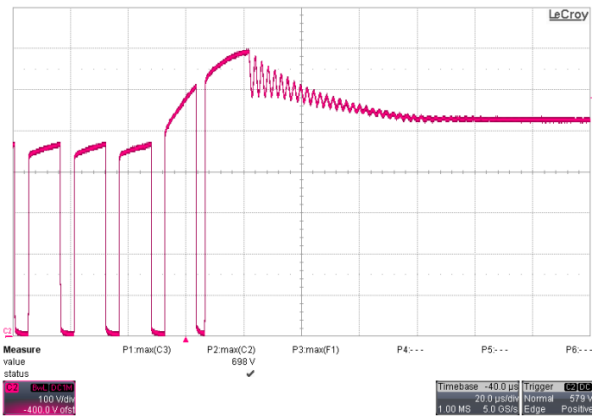


Figure 45 – (+) 500 V Differential Surge, 90°
 V_{DRAIN} , 100 V, 20 μ s / div.

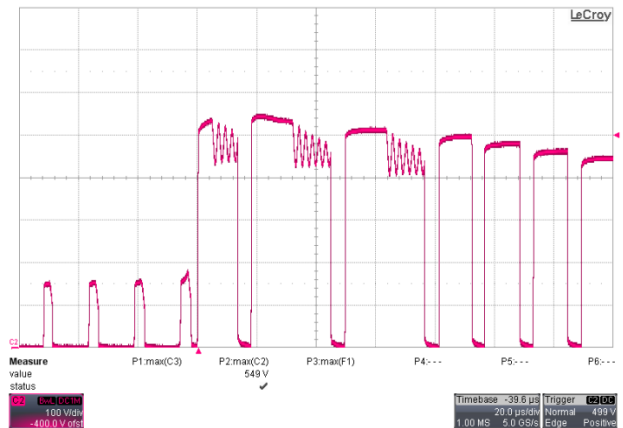


Figure 46 – (+) 500 V Differential Surge, 0°
 V_{DRAIN} , 100 V, 20 μ s / div.

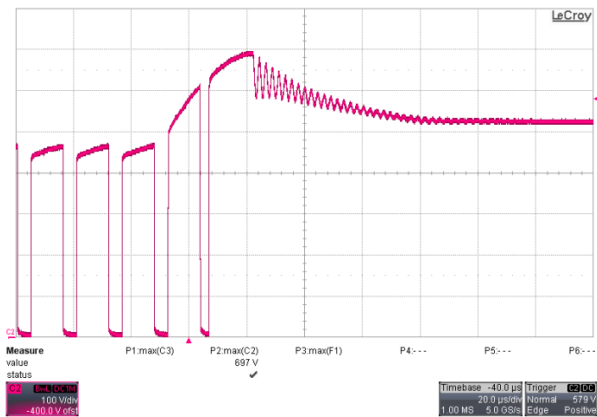


Figure 47 – (-) 500 V Differential Surge, 90°
 V_{DRAIN} , 100 V, 20 μ s / div.

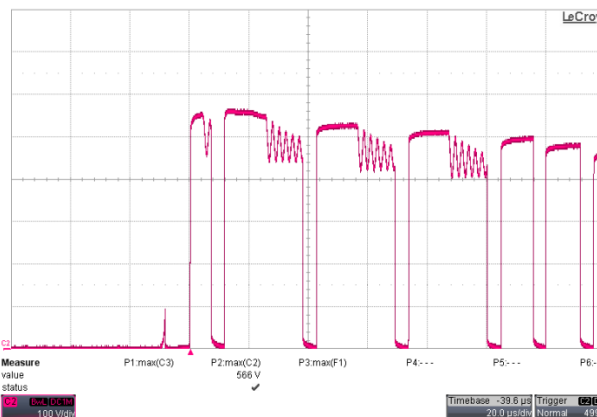


Figure 48 – (-) 500 V Differential Surge, 0°
 V_{DRAIN} , 100 V, 20 μ s / div.

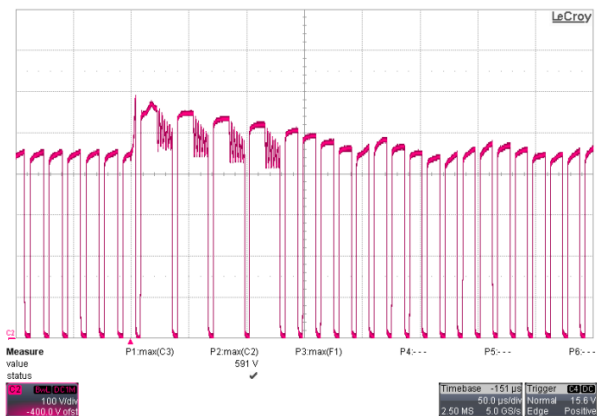


Figure 49 – (+) 2.5 kV Ring Wave, 90°
 V_{DRAIN} , 100 V, 50 μ s / div.

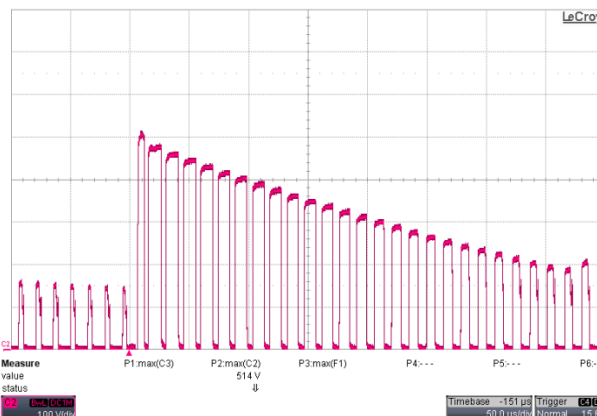


Figure 50 – (+) 2.5 kV Ring Wave, 0°
 V_{DRAIN} , 100 V, 50 μ s / div.

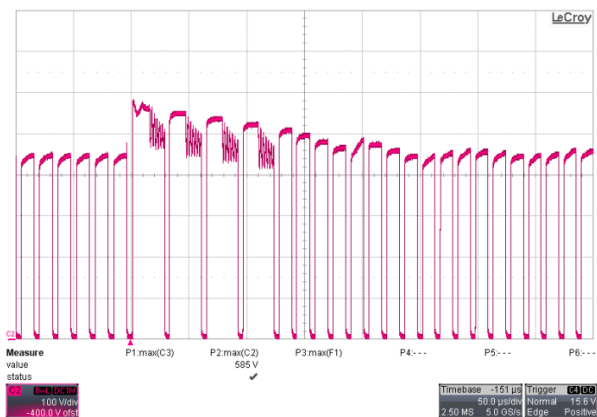


Figure 51 – (-) 2.5 kV Ring Wave, 90°
 V_{DRAIN} , 100 V, 50 μ s / div.

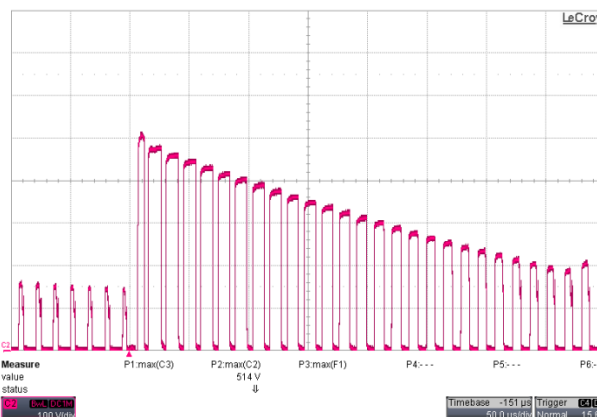


Figure 52 – (-) 2.5 kV Ring Wave, 0°
 V_{DRAIN} , 100 V, 50 μ s / div.

15 개정 내역

Date	Author	Revision	Description and Changes	Reviewed
6-Dec-12	DS	1.0	Initial Release	Apps and 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

