

디자인 예제 보고서

제목	5.8W 고역률 비절연 벅-부스트, TRIAC 디머블 LED 드라이버(LYTSwitch™-4 LYT4311E 사용)
사양	90VAC – 132VAC 입력, 48V _{TYP} , 120mA 출력
애플리케이션	A19 LED 드라이버
작성자	애플리케이션 엔지니어링 부서
문서 번호	DER-407
날짜	2014년 5월 16일
개정	1.0

요약 및 기능

- 정전류(CC) 출력과 결합된 일체형(single-stage) PFC
- 적은 부품 수, 초소형 설계
- TRIAC 디머블
 - 다양한 TRIAC 디머(300W ~ 1200W)와 함께 사용 가능
 - 빠른 스타트업 시간(<200ms) - 인지되는 지연 시간 없음
- 보호 및 신뢰성 기능 내장
 - 오토 리커버리 기능으로 출력 단락 회로 보호
 - 큰 히스테리시스(Hysteresis)가 있는 오토 리커버리 써멀 섯다운
 - 브라운아웃 상태에서 손상 없음
- 120VAC에서 PF >0.9
- 링 웨이브, 디퍼렌셜 라인 서지 및 EN55015 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.

Power Integrations

5245 Hellyer Avenue, San Jose, CA 95138 USA.

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

www.powerint.com

목차

1	소개	4
2	소자가 장착된 PCB.....	5
3	파워 서플라이 사양.....	6
4	회로도.....	7
5	회로 설명	8
5.1	입력 EMI 필터링	8
5.2	전력 회로.....	8
5.3	출력 피드백	8
5.4	TRIAC 위상 디밍 컨트롤 호환성	9
6	PCB 레이아웃.....	10
7	부품 목록	11
8	인덕터 디자인 스프레드시트.....	12
9	인덕터 사양.....	15
9.1	전기적 구성도.....	15
9.2	전기적 사양	15
9.3	재료	15
9.4	인덕터 제작 구성도.....	16
9.5	인덕터 구성	16
10	성능 데이터.....	17
10.1	효율.....	17
10.2	라인 레귤레이션.....	18
10.3	역률.....	19
10.4	테스트 데이터	20
11	디밍 성능 데이터.....	21
11.1	디밍 곡선	21
11.2	디밍 효율	22
11.3	디밍하는 동안 드라이버 전력 손실.....	23
11.4	디머 호환성 목록.....	24
12	써멀 성능.....	26
12.1	120VAC, 60Hz, 연결된 디머 없음.....	26
12.2	120VAC, 60Hz, 디머 연결, 90° 도통각	27
13	비디밍(연결된 디머 없음) 파형.....	28
13.1	입력 전압 및 입력 전류 파형	28
13.2	정상 작동 시 출력 전류 및 출력 전압.....	29
13.3	출력 전류 상승 및 하강.....	30
13.4	정상 작동 시 드레인 전압 및 전류	31
13.5	스타트업 드레인 전압 및 전류.....	32
13.6	출력 단락 상태에서의 드레인 전류 및 드레인 전압	33
13.7	오픈 부하 특성	34



13.8	브라운아웃/브라운인	34
14	디밍 파형	35
14.1	입력 전압 및 입력 전류 파형 - 리딩 엣지 디머	35
14.2	출력 전류 파형 - 리딩 엣지 디머	36
14.3	입력 전압 및 입력 전류 파형 - 트레일링 엣지 디머	37
14.4	출력 전류 파형 - 트레일링 엣지 디머	38
14.5	드레인 전류 파형 - 리딩 엣지 디머	39
15	전도성 EMI	40
15.1	테스트 설정	40
15.2	테스트 결과	41
16	라인 서지	43
17	개정 내역	44

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 120mA, 90VAC~132VAC(일반적으로 60Hz)의 입력 전압 범위에서 48V 공칭 LED 스트링 전압을 구동하도록 설계된 비절연, 고역률(PF) TRIAC 디머블 LED 드라이버에 대해 설명합니다. 해당 LED 드라이버는 LYTSwitch-4 IC 제품군의 LYT4311E를 사용합니다.

사용된 토폴로지는 고역률, 정전류 레귤레이션 및 관련 디밍 요구사항을 충족하는 일체형(single-stage) 비절연 벡-부스트입니다.

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



2 소자가 장착된 PCB

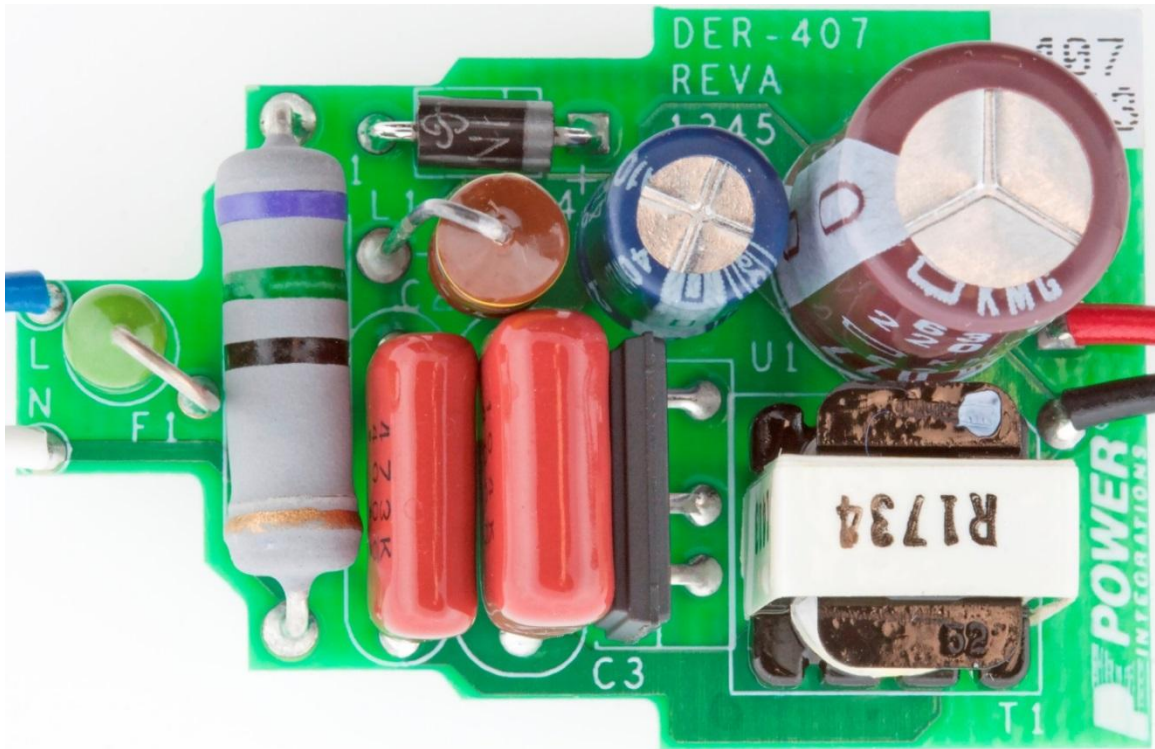


Figure 1 – Populated Circuit Board, Top View.

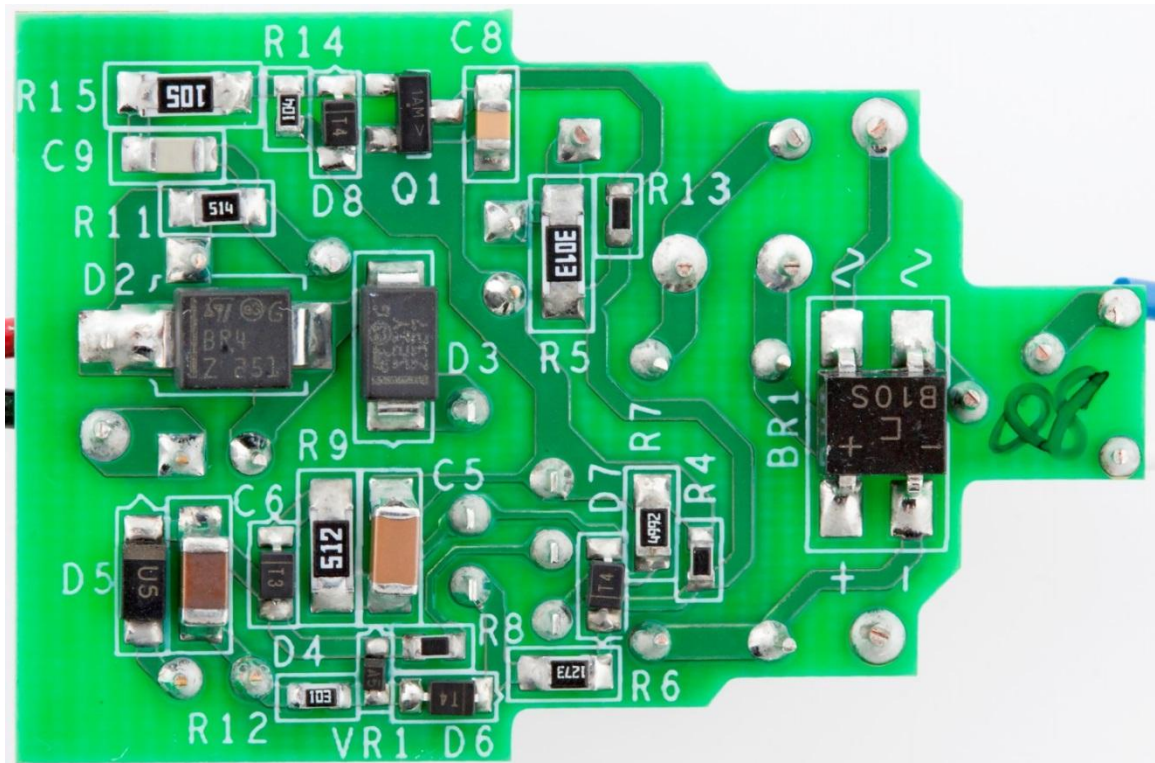


Figure 2 – Populated Circuit Board, Bottom View.



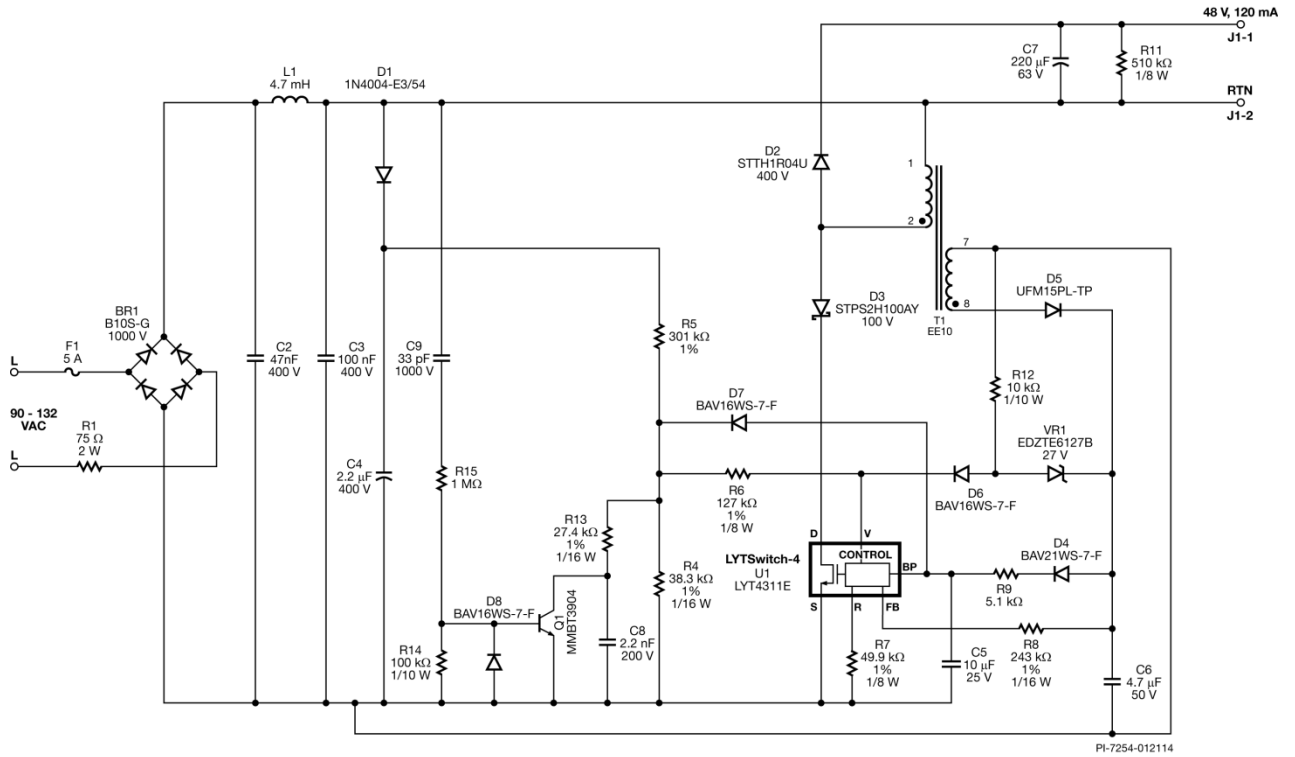
3 파워 서플라이 사양

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	2 선식 - P.E. 없음
출력 출력 전압 출력 전류 총 출력 전력 연속 출력 전력	V_{OUT} I_{OUT} P_{OUT}		48 120 5.76		V mA W	$V_{OUT} = 48V, V_{IN} = 120VAC, 25^{\circ}C$
효율 플부하	η		83		%	$P_{OUT} 25^{\circ}C$ 측정(디머 없음, 120VAC)
환경 전도성 EMI 안전 링 웨이브(100kHz) 디퍼렌셜 모드(L1-L2) 디퍼렌셜 서지			CISPR 15B/EN55015B 비절연			
			2.5		kV	
			500		V	
역률			0.9			$V_{OUT(TYP)}, I_{OUT(TYP)},$ 120VAC, 50Hz 에서 측정
주변 온도	T_{AMB}		50		$^{\circ}C$	오픈 프레임(120VAC)



4 회로도



5 회로 설명

LYTSwitch-4 LYT4311E 디바이스는 LED 드라이버 애플리케이션에서 사용하도록 설계된 컨트롤러와 725V 전력 MOSFET가 통합된 제품입니다. LYTSwitch-4 제품군은 일체형(single-stage) 벅-부스트 토폴로지에서 사용하도록 구성되어 있으며 고역률을 유지하면서 정전류 출력을 제어합니다.

5.1 입력 EMI 필터링

퓨즈 F1은 비정상적인 상태에서 부품 불량 발생 시 보호 기능을 제공합니다. 브리지 다이오드 BR1은 AC 입력 전압을 정류하고 커패시터 C3은 1차측 스위칭 전류에 낮은 임피던스 경로(디커플링)를 제공합니다. 0.9보다 큰 역률을 유지하기 위해서는 입력 커패시턴스 값(C2와 C3의 합계)이 낮아야 합니다. 인덕터 L1과 커패시터 C2 및 C3에서 EMI를 필터링합니다.

5.2 전력 회로

이 설계에서 선택한 토폴로지는 90VAC~132VAC 입력 전압 범위에서 고역률, 정전류 출력을 제공하도록 구성된 로우사이드 스위치 벅-부스트입니다.

U1 이 OFF 상태일 때마다 출력 다이오드 D2 가 전도되어 부하에 에너지를 전달합니다. C3 의 전압(정류된 입력 AC)이 출력 전압 이하로 떨어질 때 역방향 전류가 U1 에 흐르는 것을 방지하기 위해 다이오드 D3 이 필요합니다.

피크 입력 전압 정보를 U1 에 제공하기 위해 들어오는 정류된 AC 피크는 D1 을 통해 C4 를 충전합니다. 그러면 해당 데이터가 R5 및 R6 을 통해 U1 의 VOLTAGE MONITOR(V) 핀에 전류로 공급됩니다. 저항 R4, R5 및 R6 은 120VAC 입력에서 ~100 μ A 의 I_V 값을 제공하기 위해 선택됩니다(PIXI 스프레드시트를 사용하여 계산).

입력 과전압 섯다운 기능(V 핀 전류를 통해 센싱)은 정류된 입력 전압 내성(서지 및 입력 팽창 시)을 내부 파워 MOSFET 의 725V_{DSS} 정격으로 확장합니다.

커패시터 C5는 내부 컨트롤러용 서플라이 핀에 해당하는 U1의 BP 핀에 로컬 디커플링을 제공합니다. 스타트업 동안에 C5는 U1의 DRAIN 핀에 연결된 내부 고전압 전류 소스를 통해 최대 6V까지 충전됩니다.

U1의 REFERENCE 핀은 49.9k Ω 의 저항 R7을 통해 그라운드(SOURCE)에 연결됩니다.

5.3 출력 피드백

피드백 신호가 정류된 바이어스 권선에서 발생하고 다이오드 D5 및 커패시터 C6 으로 구성된 네트워크로 필터링됩니다. 커패시터 C6 에서 발생한 출력 전압 정보가 저항 R8 에 의해 피드백 전류로 변환됩니다. LYT4311E 가 이 전류를 사용하여 컨버터의 출력 전류를 조정합니다.



5.4 TRIAC 위상 디밍 컨트롤 호환성

TRIAC 을 기반으로 하는 낮은 가격의 리딩 엣지 및 트레일링 엣지 위상 디머를 사용하여 출력 디밍을 제공해야 하는 요구 사항에 따라 절충된 디자인이 필요해졌습니다.

LED 기반 조명은 훨씬 낮은 전력을 소비하므로 램프로 흘러 들어가는 전류가 각종 TRIAC 디머의 유지 전류보다 적습니다. 이로 인해 디밍 범위가 제한되거나/또는 깜박임과 같은 바람직하지 않은 동작이 발생할 수 있습니다. 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 내려가고 OFF 상태가 되는 것과 같이 위에서 설명한 바람직하지 않은 동작이 발생할 수 있습니다.

이러한 문제를 해결하기 위해 패시브 댐퍼와 무손실 액티브 블리더가 사용되었습니다.

TRIAC 이 연결되었을 때, 입력 네트워크 링을 댐핑하기 위해 저항 R1 이 사용됩니다.

AC 입력 사이클의 리딩 엣지 부분 동안 처리되는 전력이 증가함에 따라 추가적인 댐핑이 실행됩니다. 이 방식은 패시브 RC 블리더의 동작을 에뮬레이트하지만 관련된 손실 및 기타 디밍에서의 단점은 없습니다.



6 PCB 레이아웃

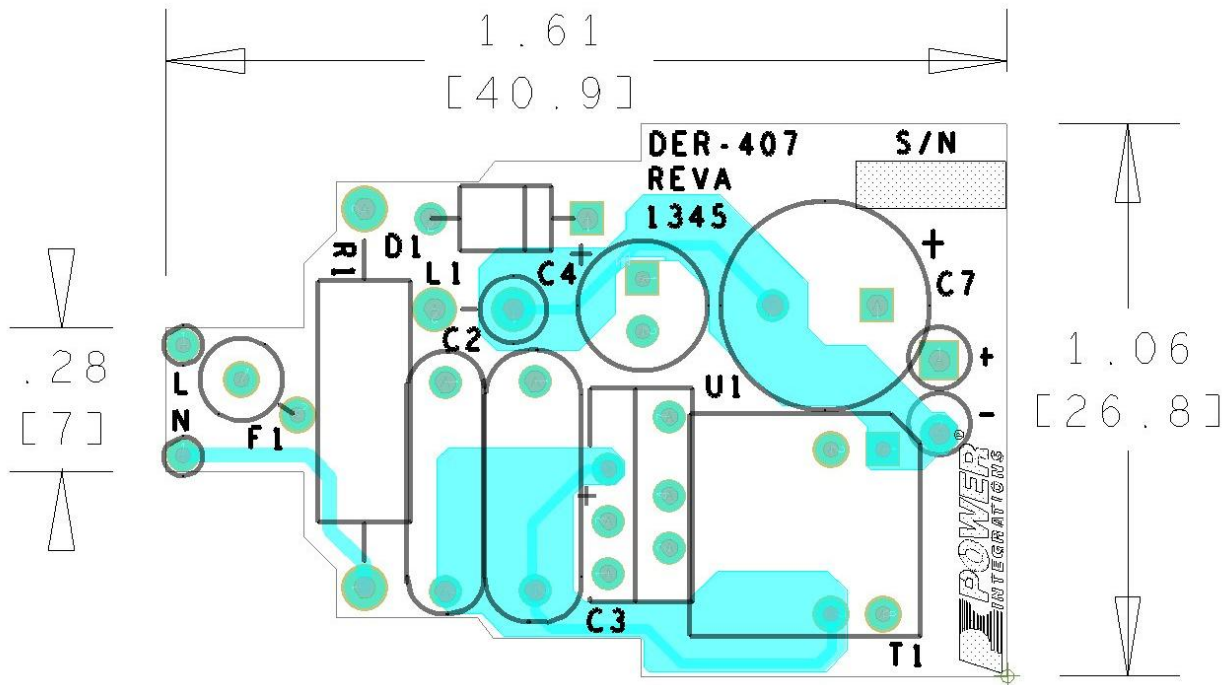


Figure 4 – Top Side.

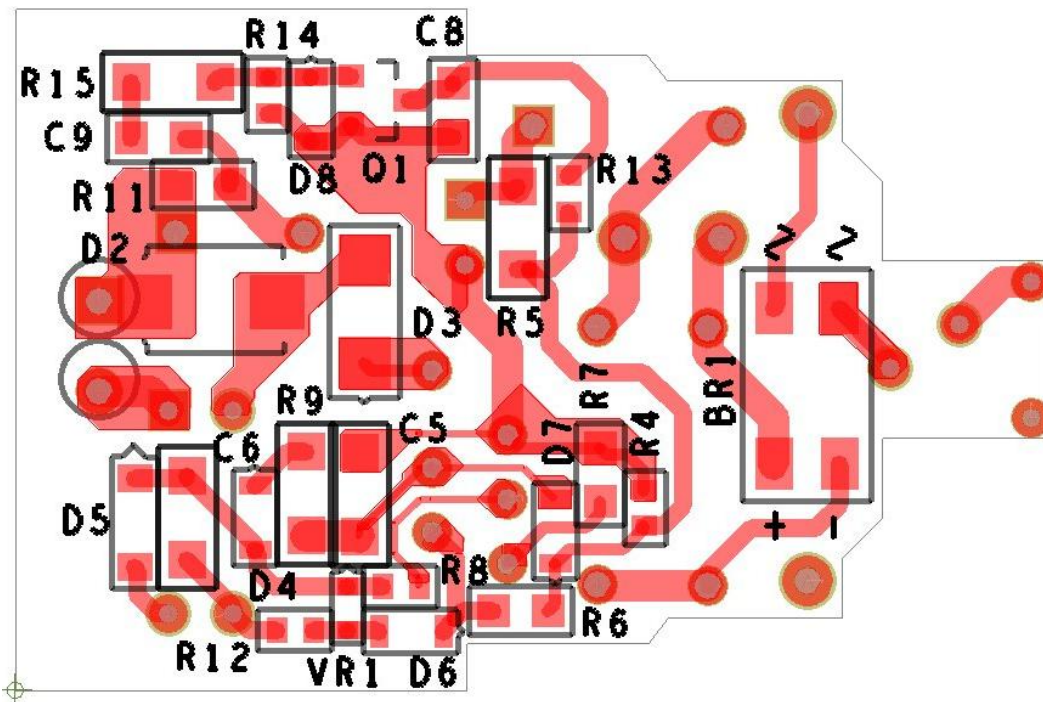


Figure 5 – Bottom Side.



7 부품 목록

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	C2	47 nF, 400 V, Film	ECQ-E4473KF	Panasonic
3	1	C3	100 nF, 400 V, Film	ECQ-E4104KF	Panasonic
4	1	C4	2.2 F, 400 V, Electrolytic, (6.3 x 11)	TAB2GM2R2E110	Ltec
5	1	C5	10 F, 25 V, Ceramic, X7R, 1206	C3216X7R1E106M	TDK Corp
6	1	C6	4.7 F, 50 V, Ceramic, X7R, 1206	UMK316AB7475KL-T	Taiyo Yuden
7	1	C7	220 F, 63 V, Electrolytic, (10 x 16)	EKMG630ELL221MJ16S	United Chemi-con
8	1	C8	2.2 nF, 200 V, Ceramic, X7R, 0805	08052C222KAT2A	AVX
9	1	C9	33 pF, 1000 V, Ceramic, COG, 0805	0805AA330KAT1A	AVX
10	1	D1	400 V, 1 A, Rectifier, DO-41	1N4004-E3/54	Vishay
11	1	D2	400 V, 1 A, Ultrafast Recovery, 500 ns, DO-214AA, SMB	STTH1R04U	ST Micro
12	1	D3	100 V, 2 A, Schottky, SMA	STPS2H100AY	ST Micro
13	1	D4	250 V, 0.2 A, Fast Switching, 50 ns, SOD-323	BAV21WS-7-F	Diodes, Inc.
14	1	D5	600 V, 1 A, Ultrafast Recovery, 75 ns, SOD-123	UFM15PL-TP	MCC
15	1	D6	75 V, 0.15 A, Switching, SOD-323	BAV16WS-7-F	Diodes, Inc.
16	1	D7	75 V, 0.15 A, Switching, SOD-323	BAV16WS-7-F	Diodes, Inc.
17	1	D8	75 V, 0.15 A, Switching, SOD-323	BAV16WS-7-F	Diodes, Inc.
18	1	F1	5 A, 250 V, Fast, Microfuse, Axial	0263005.MXL	Littlefuse
19	1	L1	4.7 mH, 90 mA, 20 Ohm, RF Inductor	B82144A2475J	Epcos
20	1	Q1	NPN, Small Signal BJT, 40 V, 0.2 A, SOT-23	MMBT3904LT1G	On Semi
21	1	R1	75 , 5%, 2 W, Metal Oxide	RSF200JB-75R	Yageo
22	1	R4	38.3 k , 1%, 1/16 W, Thick Film, 0603	ERJ-3EKF3832V	Panasonic
23	1	R5	301 k , 1%, 1/4 W, Thick Film, 1206	ERJ-8ENF3013V	Panasonic
24	1	R6	127 k , 1%, 1/8 W, Thick Film, 0805	ERJ-6ENF1273V	Panasonic
25	1	R7	49.9 k , 1%, 1/8 W, Thick Film, 0805	ERJ-6ENF4992V	Panasonic
26	1	R8	243 k , 1%, 1/16 W, Thick Film, 0603	ERJ-3EKF2433V	Panasonic
27	1	R9	5.1 k , 5%, 1/4 W, Thick Film, 1206	ERJ-8GEYJ512V	Panasonic
28	1	R11	510 k , 5%, 1/8 W, Thick Film, 0805	ERJ-6GEYJ514V	Panasonic
29	1	R12	10 k , 5%, 1/10 W, Thick Film, 0603	ERJ-3GEYJ103V	Panasonic
30	1	R13	27.4 k , 1%, 1/16 W, Thick Film, 0603	ERJ-3EKF2742V	Panasonic
31	1	R14	100 k , 5%, 1/10 W, Thick Film, 0603	ERJ-3GEYJ104V	Panasonic
32	1	R15	1 M , 5%, 1/4 W, Thick Film, 1206	ERJ-8GEYJ105V	Panasonic
33	1	T1	Bobbin, EE10, Vertical, 8 pins Transformer	101 SNX-R1734	Hical Magnetics Santronics
34	1	U1	LYTSwitch-4, eSIP-7C	LYT4311E	Power Integrations
35	1	VR1	27 V, 5%, 150 mW, SOD 523	EDZTE6127B	Rohm Semi



8 인덕터 디자인 스프레드시트

ACDC_LYTSwitch-4_101813; Rev.1.3; Copyright Power Integrations 2013	INPUT	INFO	OUTPUT	UNIT	LYTSwitch-4_101813: 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		50	Hz	AC Mains Frequency
VO	48.00		48	V	Typical output voltage of LED string at full load
VO_MAX			52.80	V	Maximum expected LED string Voltage.
VO_MIN			43.20	V	Minimum expected LED string Voltage.
V_OVP			58.08	V	Over-voltage protection setpoint
IO	0.12		0.12	A	Typical full load LED current
PO			5.8	W	Output Power
n	0.82		0.82		Estimated efficiency of operation
VB	23		23	V	Bias Voltage
ENTER LYTSwitch-4 VARIABLES					
LYTSwitch-4	Auto		LYT4311		Selected LYTSwitch-4
Current Limit Mode	RED		RED		Select "RED" for reduced Current Limit mode or "FULL" for Full current limit mode
ILIMITMIN			0.75	A	Minimum current limit
ILIMITMAX			0.85	A	Maximum current limit
fS			132000	Hz	Switching Frequency
fSmin			124000	Hz	Minimum Switching Frequency
fSmax			140000	Hz	Maximum Switching Frequency
IV			96.7	uA	V pin current
RV	1.65		1.65	M-ohms	Upper V pin resistor
RV2			100000000000	M-ohms	Lower V pin resistor
IFB	100.00		100.0	uA	FB pin current (85 uA < IFB < 210 uA)
RFB1			200.0	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	1.00		1.00		Ripple to Peak Current Ratio (For PF 0.9, 0.4 < KP < 0.9)/>
LP			468	uH	Primary Inductance
VOR	48.50		48.5	V	Reflected Output Voltage.
Expected IO (average)			0.12	A	Expected Average Output Current
KP_VACMAX			1.09		Expected ripple current ratio at VACMAX
TON_MIN			1.08	us	Minimum on time at maximum AC input voltage
PCLAMP			0.05	W	Estimated dissipation in primary clamp
ENTER TRANSFORMER CORE/CONSTRUCTION VARIABLES					
Core Type	EE13		EE13		Core Size



Custom Core					Enter custom core part number
AE			0.171	cm ²	Core Effective Cross Sectional Area
LE			3.02	cm	Core Effective Path Length
AL			1130	nH/T ²	Ungapped Core Effective Inductance
BW			7.4	mm	Bobbin Physical Winding Width
M			0	mm	Safety Margin Width (Half the Primary to Secondary Creepage Distance)
L			3		Number of Primary Layers
NS	93		93		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			0.29		Minimum duty cycle at peak of VACMIN
IAVG			0.08	A	Average Primary Current
IP			0.63	A	Peak Primary Current (calculated at minimum input voltage VACMIN)
IRMS			0.16	A	Primary RMS Current (calculated at minimum input voltage VACMIN)
TRANSFORMER PRIMARY DESIGN PARAMETERS					
LP			468	uH	Primary Inductance
LP_TOL			10		Tolerance of primary inductance
NP			93		Primary Winding Number of Turns
NB			45		Bias Winding Number of Turns
ALG			54	nH/T ²	Gapped Core Effective Inductance
BM			1844	Gauss	Maximum Flux Density at PO, VMIN (BM<3100)
BP			2504	Gauss	Peak Flux Density (BP<3700)
BAC			922	Gauss	AC Flux Density for Core Loss Curves (0.5 X Peak to Peak)
ur			1588		Relative Permeability of Ungapped Core
LG			0.38	mm	Gap Length (Lg 0.1 mm)/>
BWE			22.2	mm	Effective Bobbin Width
OD			0.24	mm	Maximum Primary Wire Diameter including insulation
INS			0.05	mm	Estimated Total Insulation Thickness (= 2 * film thickness)
DIA			0.19	mm	Bare conductor diameter
AWG			33	AWG	Primary Wire Gauge (Rounded to next smaller standard AWG value)
CM			51	Cmils	Bare conductor effective area in circular mils
CMA			317	Cmils/Amp	Primary Winding Current Capacity (200 < CMA < 600)
TRANSFORMER SECONDARY DESIGN PARAMETERS (SINGLE OUTPUT EQUIVALENT)					
Lumped parameters					
ISP			0.63	A	Peak Secondary Current
ISRMS			0.23	A	Secondary RMS Current
IRIPPLE			0.20	A	Output Capacitor RMS Ripple Current
CMS			47	Cmils	Secondary Bare Conductor minimum circular mils
AWGS			33	AWG	Secondary Wire Gauge (Rounded up to next larger standard AWG)



					value)
DIAS			0.18	mm	Secondary Minimum Bare Conductor Diameter
ODS			0.08	mm	Secondary Maximum Outside Diameter for Triple Insulated Wire
VOLTAGE STRESS PARAMETERS					
VDRAIN			297	V	Estimated Maximum Drain Voltage assuming maximum LED string voltage (Includes Effect of Leakage Inductance)
PIVS			245	V	Output Rectifier Maximum Peak Inverse Voltage (calculated at VOVP, excludes leakage inductance spike)
PIVB			119	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			1.65	M-ohms	Upper V Pin Resistor Value
RV2			1000000000000	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			0.12	A	Measured Output Current at VAC1
IO_VAC2			0.12	A	Measured Output Current at VAC2
RV1 (new)			1.65	M-ohms	New RV1
RV2 (new)			8626.05	M-ohms	New RV2
V_OV			133.4	V	Typical AC input voltage at which OV shutdown will be triggered
V_UV			28.9	V	Typical AC input voltage beyond which power supply can startup
FB pin resistor Fine Tuning					
RFB1			200	k-ohms	Upper FB Pin Resistor Value
RFB2			1000000000000	k-ohms	Lower FB Pin Resistor Value
VB1			20.7	V	Test Bias Voltage Condition1
VB2			25.3	V	Test Bias Voltage Condition2
IO1			0.12	A	Measured Output Current at Vb1
IO2			0.12	A	Measured Output Current at Vb2
RFB1 (new)			200.0	k-ohms	New RFB1
RFB2(new)			1000000000000.0000	k-ohms	New RFB2
Input Current Harmonic Analysis					
Harmonic		Max Current	Limit		
1st Harmonic		65.10	N/A	mA	
3rd Harmonic		16.30	N/A	mA	N/A
5th Harmonic		8.47	N/A	mA	N/A
7th Harmonic		5.09	N/A	mA	N/A
9th Harmonic		3.54	N/A	mA	N/A
11th Harmonic		2.63	N/A	mA	N/A
13th Harmonic		1.97	N/A	mA	N/A
15th Harmonic		1.58	N/A	mA	N/A
THD		29.2	%		Estimated total Harmonic Distortion (THD)



9 인덕터 사양

9.1 전기적 구성도

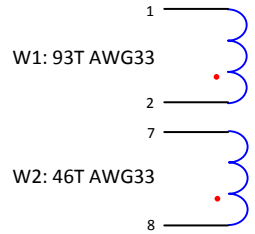


Figure 6 – Inductor Electrical Diagram.

9.2 전기적 사양

Primary Inductance	Pins 1-2, all other windings open, measured at 100 kHz, 0.4 RMS. $AL = 54.432 \text{ nH/n}^2$	470 $\mu\text{H} \pm 5\%$
Resonant Frequency	Pins 1-2, all other windings open.	1 MHz (Min.)

9.3 재료

Item	Description
[1]	Core: TDK PC40EE10/11-Z.
[2]	Bobbin: B-EE10-V-8pins-(4/4)
[3]	Magnet Wire: #33 AWG.
[4]	Tape: 3M 1298 Polyester Film, 6.5 mm wide.
[5]	Dolph BC-359 or equivalent

9.4 인덕터 제작 구성도

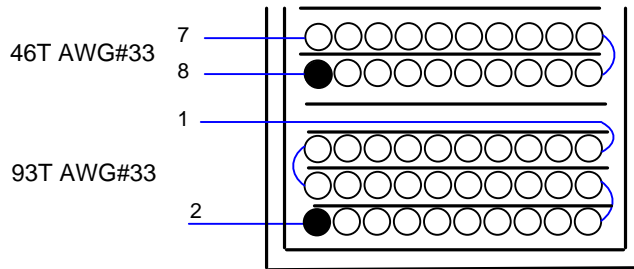


Figure 7 – Inductor Build Diagram.

9.5 인덕터 구성

Bobbin Preparation	Place the bobbin item [2] on the mandrel with pin side on the left and winding direction is clockwise direction.
Winding 1	Use wire item [3], start at pin 2 wind 93 turns in ~ 3 layers and at the last turn terminate the wire at pin 1. Apply 1 layer of tape item [4] between layers
Winding 2	Use wire item [3], start at pin 8 wind 46 turns in ~ 2 layers, and at the last turn terminate the wire at pin 7. Apply 1 layer of tape item [4] between layers
Finish	Grind core to get 470 μ H inductance, secure the core with tape. Dip impregnate using varnish item[5]
Pins	Cut pins 3, 4, 5, 6.



10 성능 데이터

All measurements were performed at room temperature using an LED load. The following data was taken using a custom LED load of ~48 V output voltage. Refer to the table in Section 9.4 for the complete data set.

10.1 효율

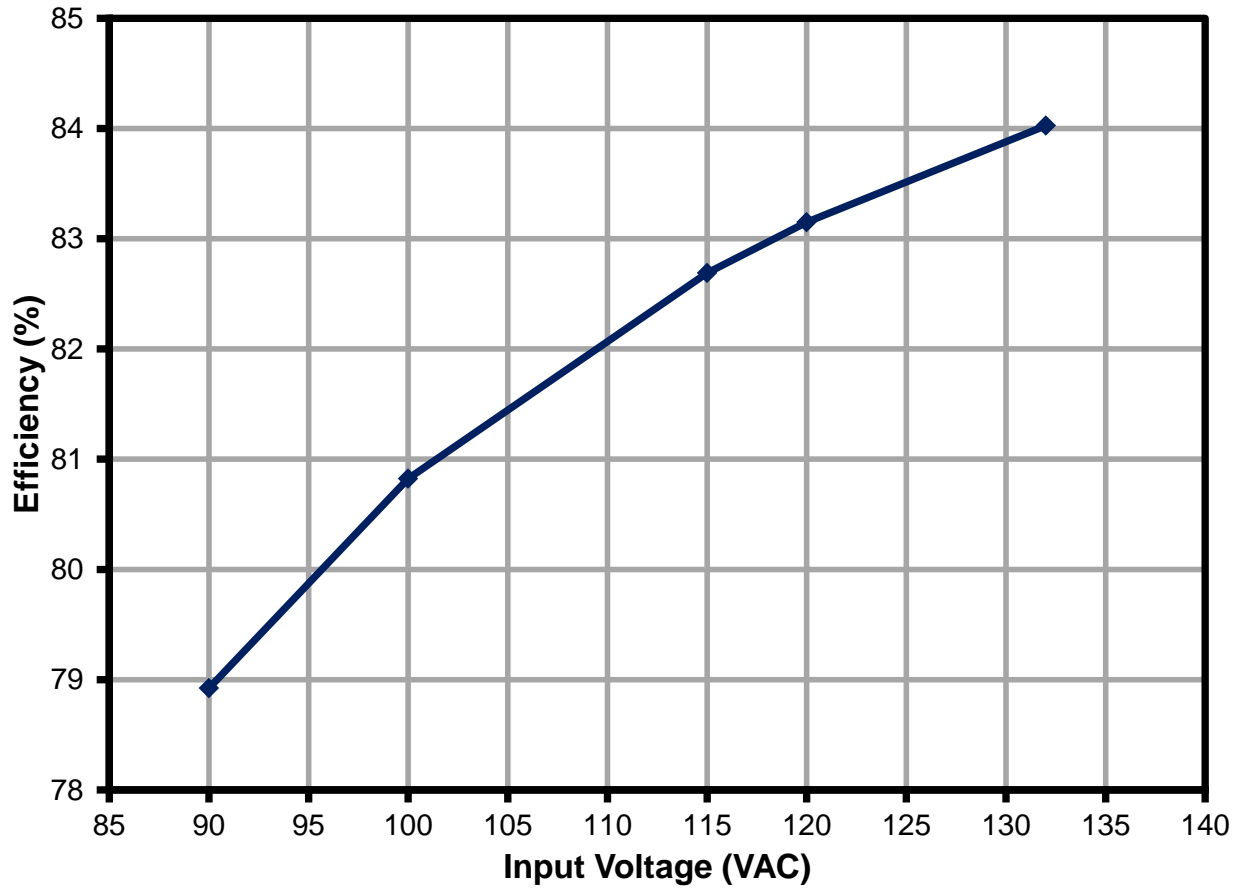


Figure 8 – Efficiency vs. Line.



10.2 라인 레귤레이션

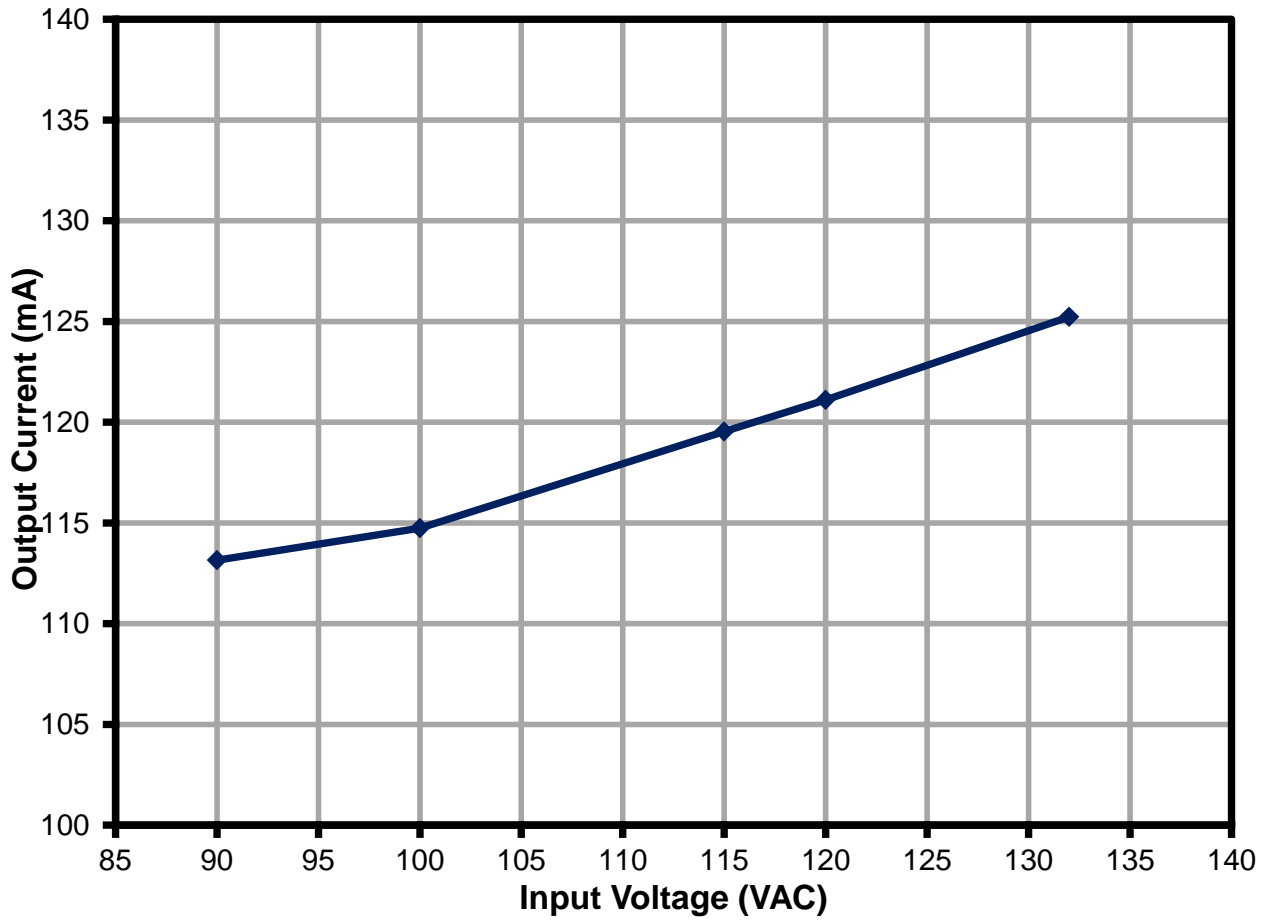


Figure 9 – Regulation vs. Line.



10.3 역률

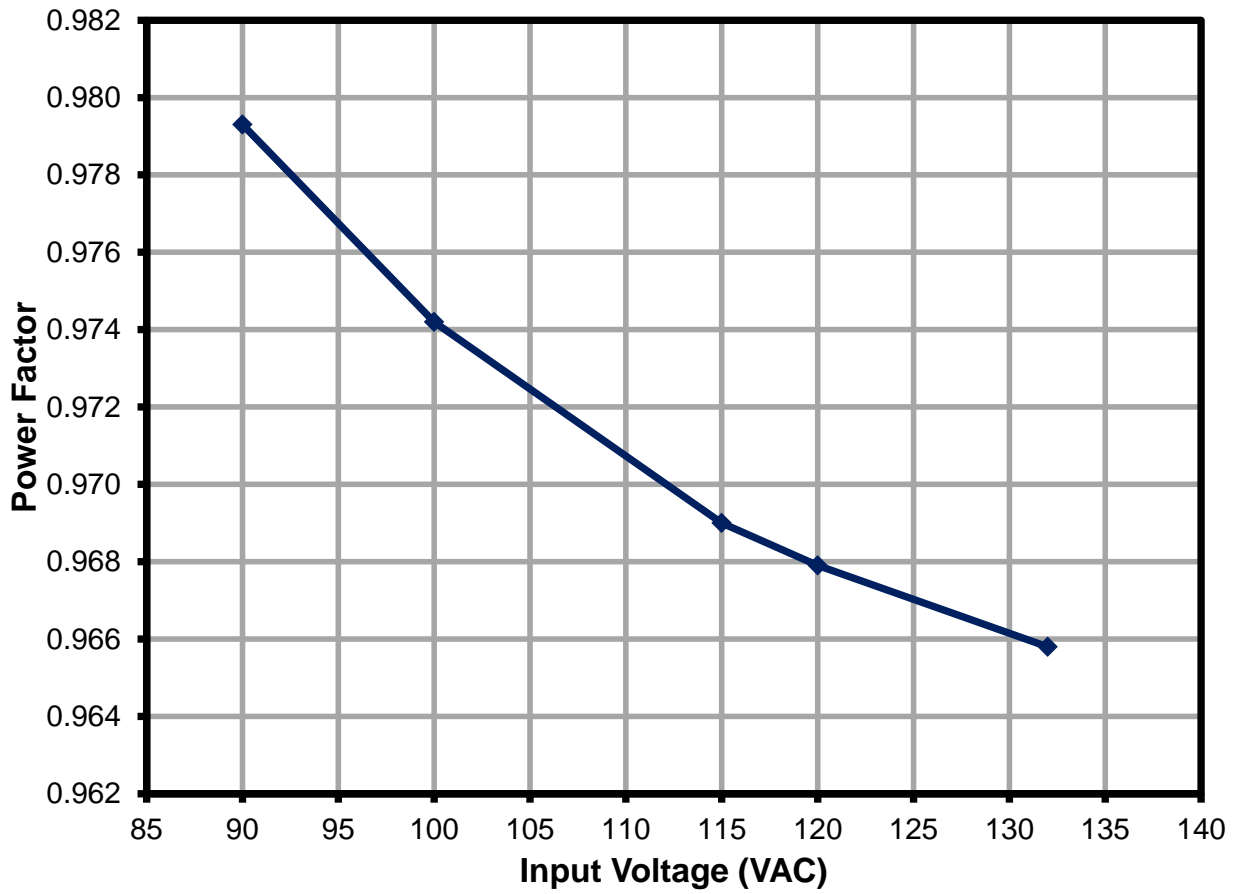


Figure 10 – Power Factor vs. Line.



10.4 테스트 데이터

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

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)
90.06	80.76	7.123	0.979	20.09	49.5970	113.150	5.622	5.61	78.92	1.50
100.03	72.39	7.055	0.974	22.24	49.6110	114.740	5.702	5.69	80.82	1.35
115.07	64.51	7.193	0.969	24	49.6730	119.540	5.948	5.94	82.69	1.25
120.06	62.38	7.249	0.968	24.18	49.6840	121.110	6.028	6.02	83.15	1.22
132.09	58.20	7.425	0.966	24.29	49.7320	125.230	6.239	6.23	84.03	1.19



11 디밍 성능 데이터

TRIAC dimming results were taken with input voltage of 120 VAC, 60 Hz line frequency, room temperature, and nominal ~48 V LED load.

11.1 디밍 곡선

Taken using a programmable AC source providing the leading edge chopped AC input.

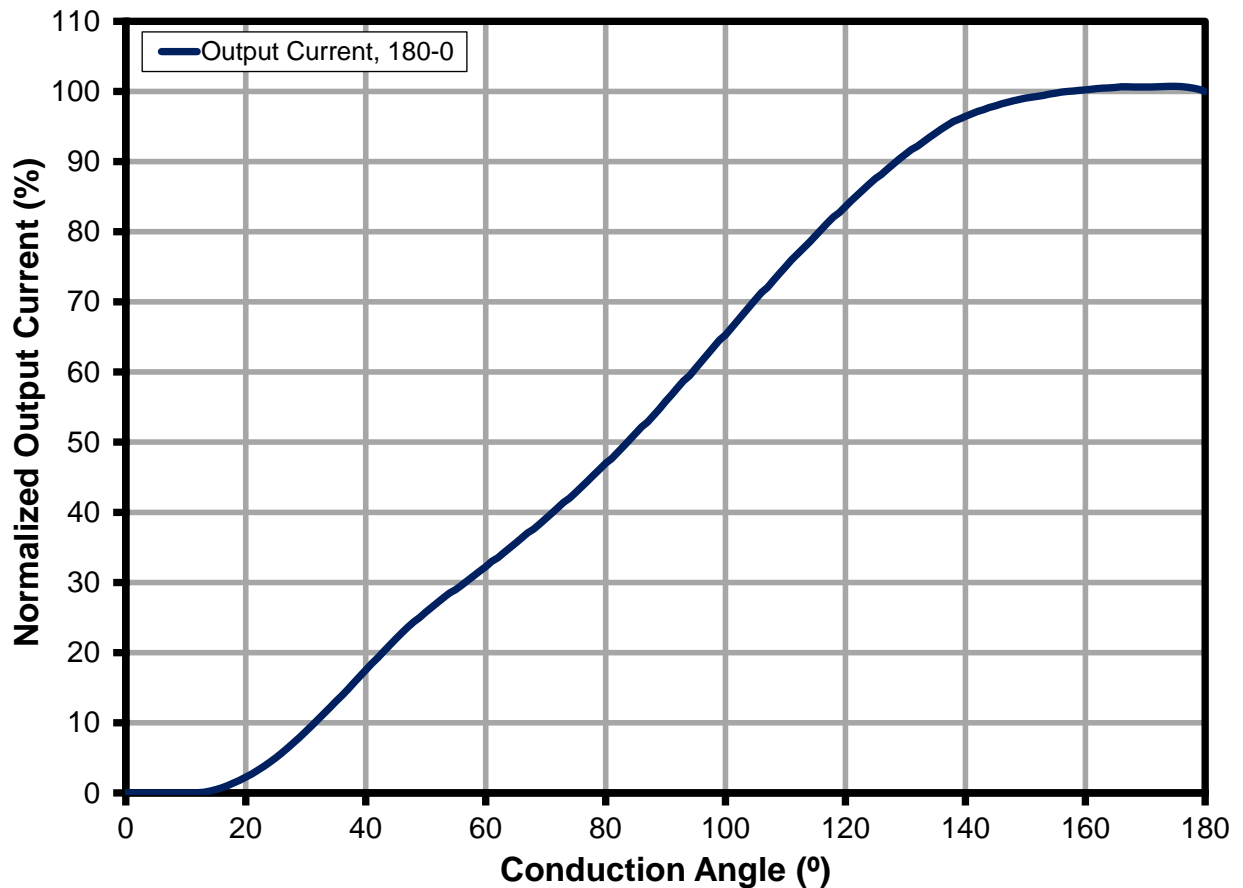


Figure 11 – Leading Edge Dimming Characteristics.

11.2 디밍 효율

Measured using a programmable AC source providing the leading edge chopped AC input.

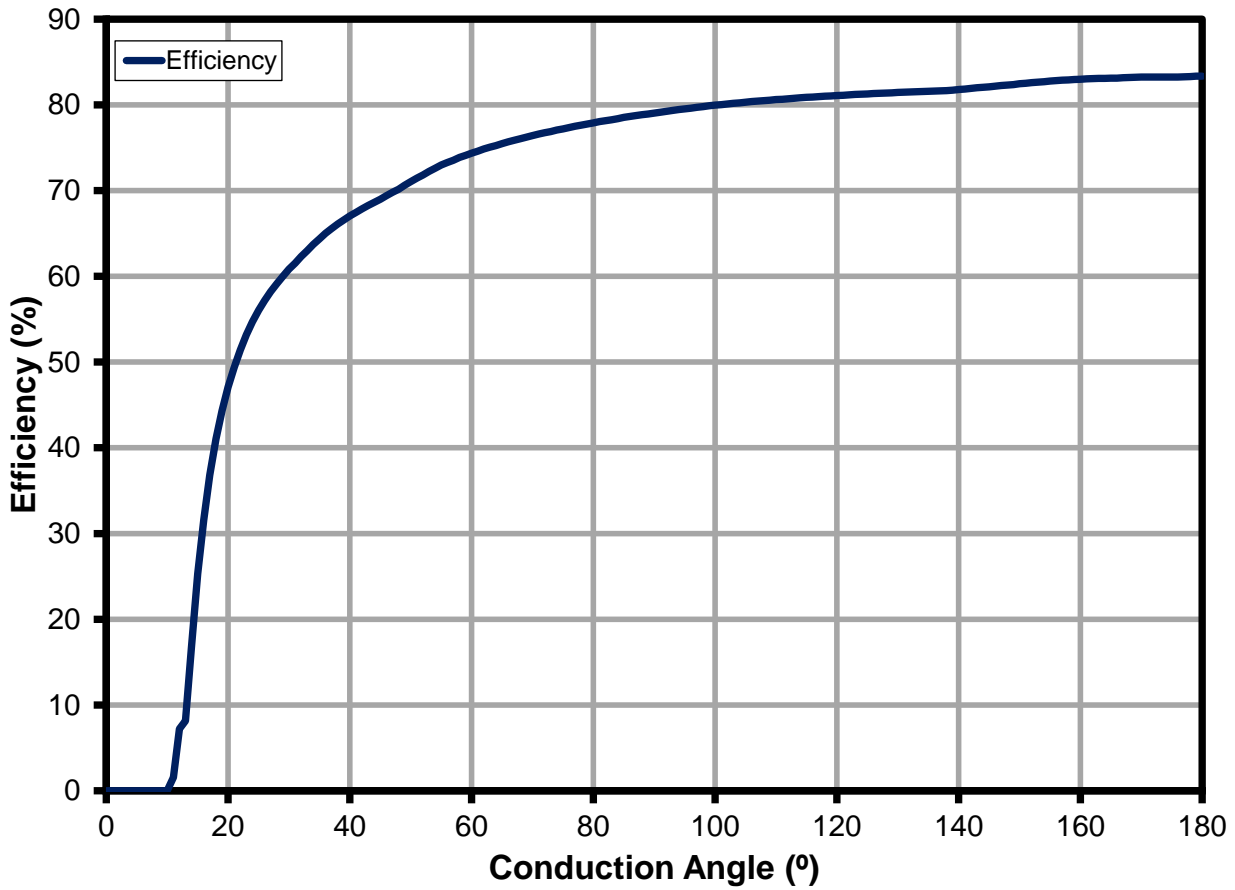


Figure 12 – Driver Efficiency as a Function of Conduction Angle.



11.3 디밍하는 동안 드라이버 전력 손실

Measured using a programmable AC source providing the trailing edge chopped AC input.

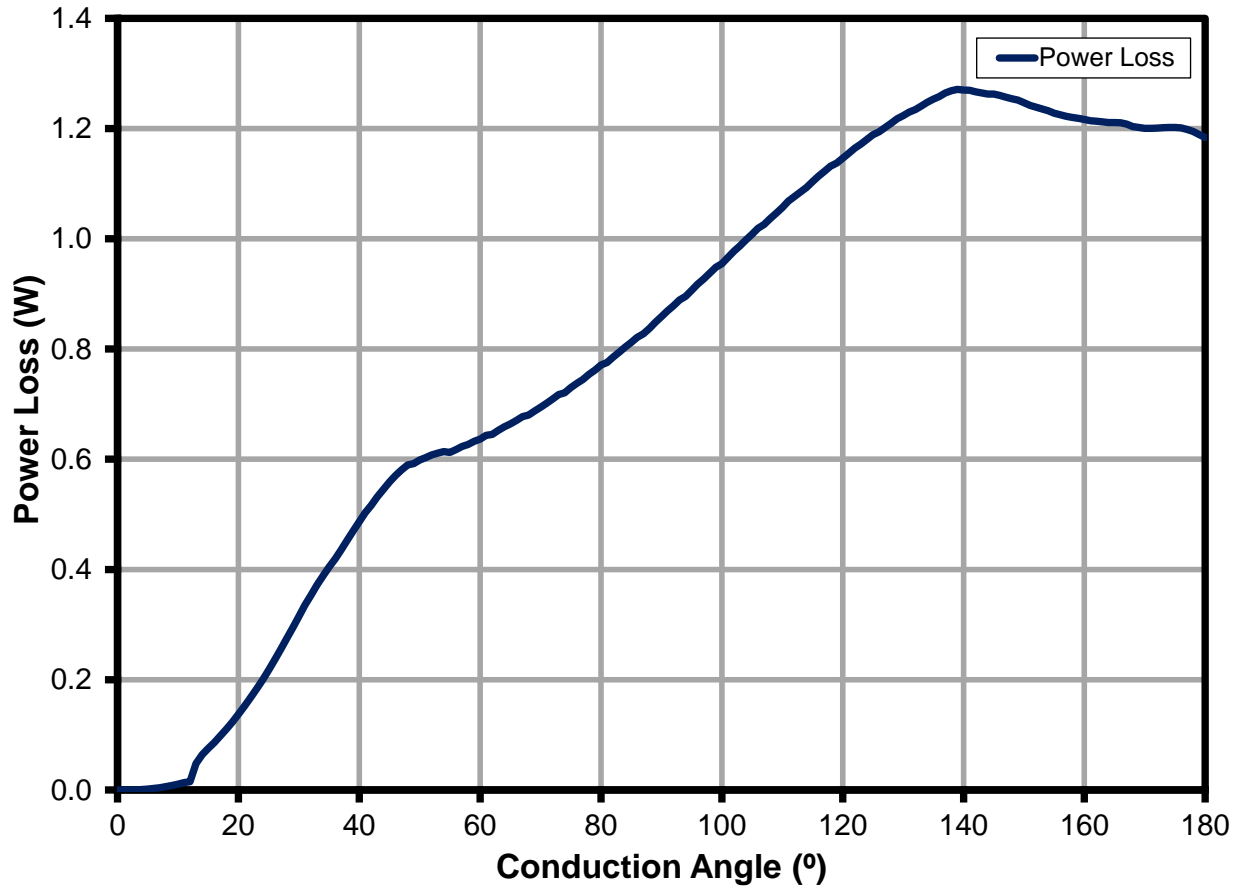


Figure 13 – Driver Power Loss as a Function of Conduction Angle.

11.4 디머 호환성 목록

The unit was tested with the following high-line dimmers at 120 VAC, 60 Hz input and ~48 V LED load.

List of Dimmers	Type	Part Number	Min, mA	Max, mA	DR
LUTRON LG600PH-LA	L	LG-600PH-WH	14	115	8.21
LUTRON S603P	L	S-603P-WH	12	116	9.67
LUTRON SLV600P	T	SLV600P-WH	20	116	5.80
LUTRON S600	L	S-600-WH	18	118	6.56
LUTRON S-600PH-WH	L	S-600PH-WH	11	115	10.45
LUTRON DVCL153P	L	DVWCL-153-PLH-WH	13	114	8.77
LUTRON DV603P	L	DV-603P-WH	14	115	8.21
LUTRON DV600P	L	DV-600P-WH	13	115	8.85
LUTRON TG600PH-IV	L	TG-600PH-WH	29	117	4.03
LUTRON AY600P	T	AY-600P-WH	31	95	3.06
LUTRON GL600P-WH	L	GL-600P-WH	17	116	6.82
LEVITON 6633PLI	L	R62-06633-1LW	13	119	9.15
LEVITON 6631-LI	L	R62-06631-1LW	5	117	23.40
LEVITON IPI06	L	R60-IPI06-1LM	31	118	3.81
LEVITON 6161-I	E	R52-06161-00W	24	116	4.83
LEVITON RP106	L	R52-RPI06-1LW	17	119	7.00
LEVITON 6681	L	R60-06681-0IW	10	119	11.90
LEVITON 6684	L	R60-06684-1IW	3	118	39.33
LEVITON 6683	L	6683	5	119	23.80
LEVITON 6613	L	R02-06613-PLW	10	119	11.90
COOPER SLC03	L	SLC03P-W-K-L	7	117	16.71
LUTRON GL600-WH	L	GL-600-WH	19	119	6.26
LUTRON DVPDC-203P-WH	L	DVPDC-203P-WH	50	118	2.36
LUTRON LX600PL	L	LX-600PL-wh	21	118	5.62
LUTRON D600P	L	D-600P-WH	10	113	11.30
LUTRON CTCL-153PDH	L		10	115	11.50
LUTRON S-600P	L	S-600P	10	115	11.50
LUTRON TGLV-600P	L	TGLV-600P	25	117	4.68
LUTRON TGLV-600PR	L	TGLV-600PR	23	116	5.04
LUTRON TT-300NLH-WH	L	TT-300NLH-WH	18	118	6.56
LUTRON TT-300H-WH	L	TT-300H-WH	12	118	9.83
LUTRON NLV-1000-WH	L	NLV-1000-WH	14	117	8.36
Lutron	E	MAELV-600	20	106	5.30
Lutron	L	S-600P-WH	14	115	8.21
Lutron	E	MIR-600	12	110	9.17
Lutron	L	S-600-WH	11	119	10.82
Cooper	L	S106P	22	119	5.41
Lutron	L	S-103P-WH	23	116	5.04
Lutron	L	S-10P-WH	18	115	6.39
Lutron	L	S-600PNLH-WH	18.5	117	6.32
Lutron	L	S-603PNL-WH	21	116	5.52
Lutron	L	SLV-603P-WH	25	116	4.64
Lutron	L	S-603PGH-WH	12	100	8.33
Lutron	L	AYLV-600P-WH	25	116	4.64
Lutron	L	AYLV-603P-WH	26	116	4.46



Lutron	L	AY-103PNL-WH	20	117	5.85
Lutron	L	AY-10PNL-WH	17	119	7.00
Lutron	L	AY-10P-WH	14	116	8.29
Lutron	L	AY-603PNL-WH	25	115	4.60
Lutron	L	AY-603PG-WH	25	97	3.88
Lutron	L	AY-603P-WH	31	115	3.71
Lutron	L	AY-600PNL-WH	26	117	4.50
Lutron	T	DVELV-300P-WH	16	102	6.38
Lutron	L	DVLV-10P-WH	27	115	4.26
Lutron	L	DVLV-103P-WH	25	115	4.60
Lutron	L	DVLV-603P-WH	24	115	4.79
Lutron	L	S-1000-WH	19	118	6.21
Lutron	T	SELV-300P-WH	15	100	6.67
Lutron	L	S-600P-WH	11	115	10.45
Lutron	L	S-103PNL-WH	24	115	4.79
Lutron	E	SPSLV-1000-WH	23	119	5.17
Lutron	E	SPSLV-600-WH	23	119	5.17
Lutron	E	SPSELV-600-WH	20	106	5.30
Lutron	L	GLV-600-WH	13	119	9.15
Lutron	L	LG-603PGH-WH	16	96.5	6.03
Lutron	L	DVW-603PGH-WH	17	96	5.65
Lutron	L	TG-10PR-WH	25	116	4.64
Lutron	L	NT-600	13	117	9.00
Lutron	L	NT-1000	13	117	9.00
Lutron	L	LGCL-153PLH-WH	18	111	6.17
Lutron	L	CTCL-153PDH-WH	24	111	4.63
Lutron	L	TGCL-153PH-WH	18	113	6.28
Lutron	L	DVWCL-153PH-LA	26	112	4.31
Leviton	L	81000-W	27	117	4.33
Lutron	L	TTCL-100LH-WH	26	111	4.27



12 씨얼 성능

The following readings were taken with the power supply configured for open frame and room temperature ambient conditions.

12.1 120VAC, 60Hz, 연결된 디머 없음

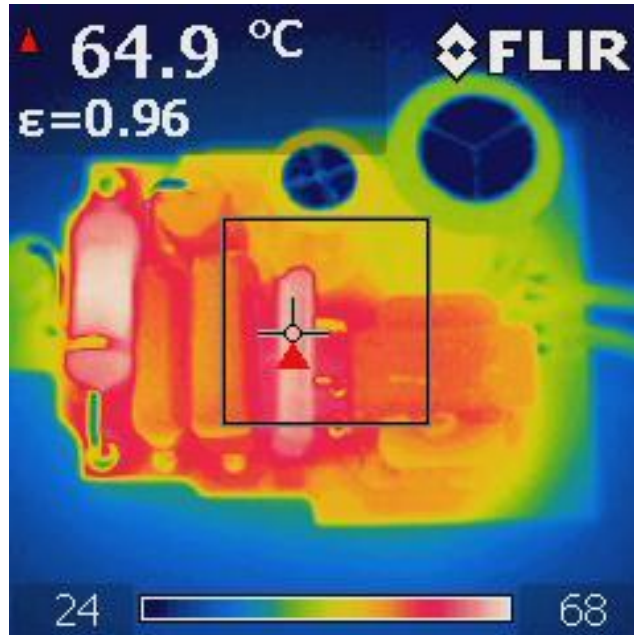


Figure 14 – U1: LYT4311E.

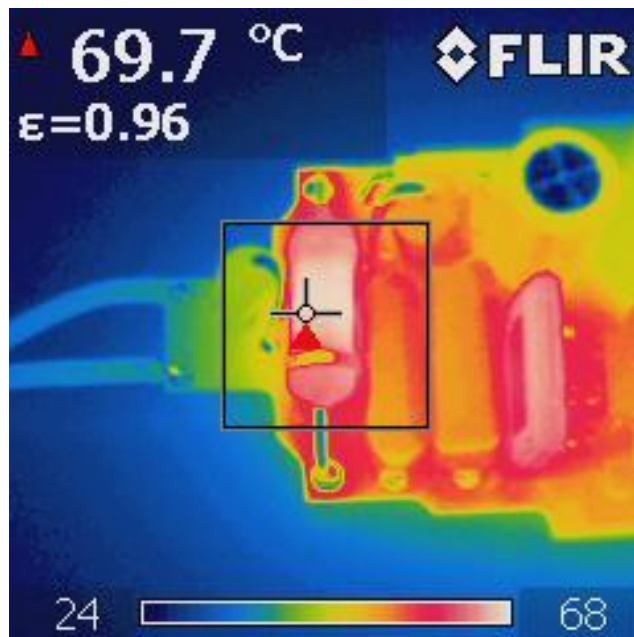


Figure 15 – R1: Damper Resistor.

12.2 120VAC, 60Hz, 디머 연결, 90° 도통각

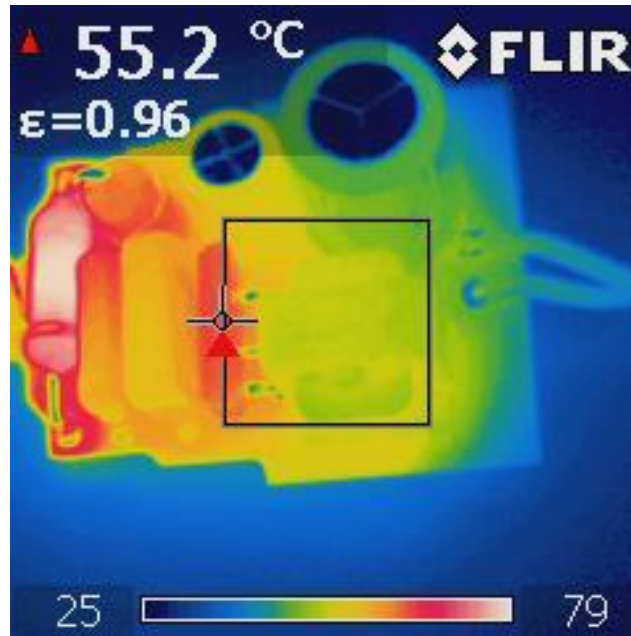


Figure 16 – U1: LYT4311E.

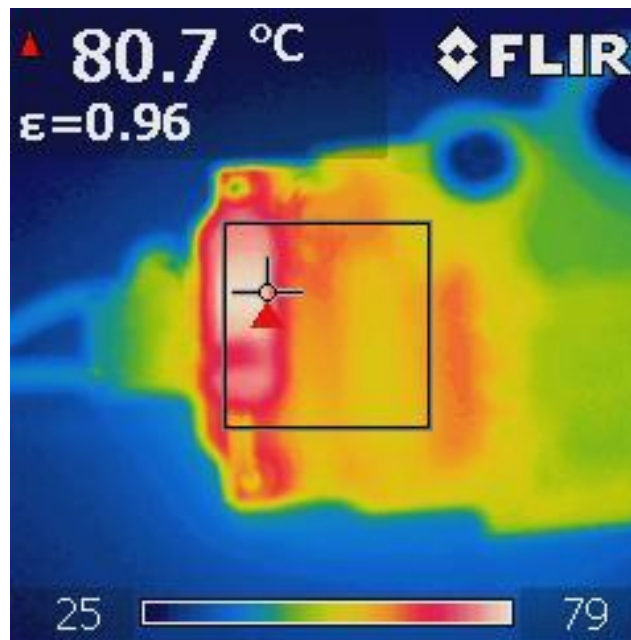


Figure 17 – R1: Damper Resistor.



13 비디밍(연결된 디머 없음) 파형

13.1 입력 전압 및 입력 전류 파형

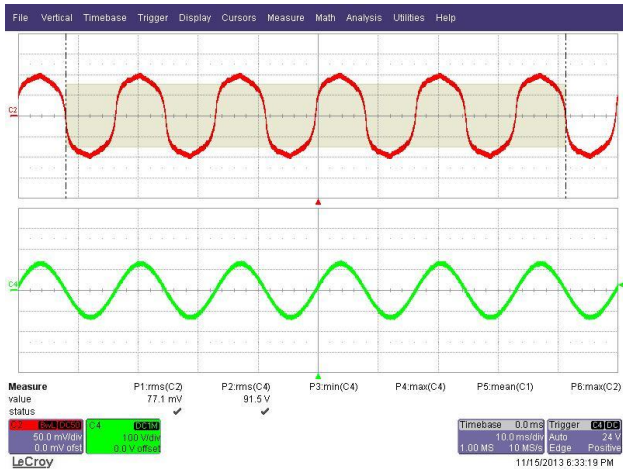


Figure 18 – 90 VAC, Full Load.
 Upper: I_{IN} , 50 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 100 V, 10 ms / div.

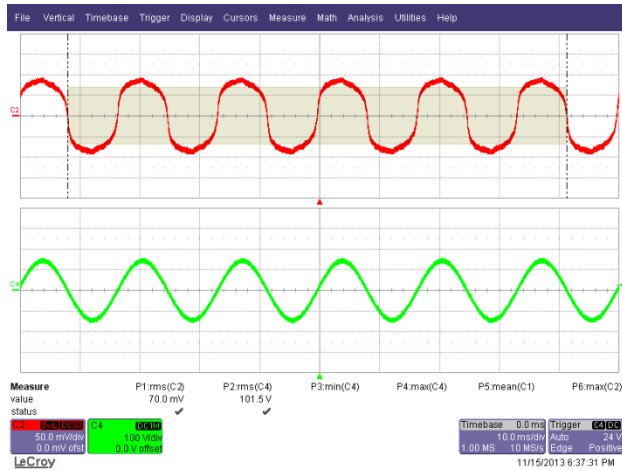


Figure 19 – 100 VAC, Full Load.
 Upper: I_{IN} , 50 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 100 V, 10 ms / div.

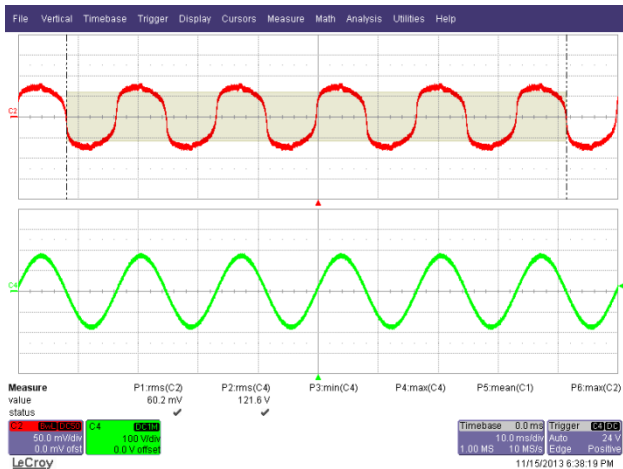


Figure 20 – 120 VAC, Full Load.
 Upper: I_{IN} , 50 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 100 V, 10 ms / div.

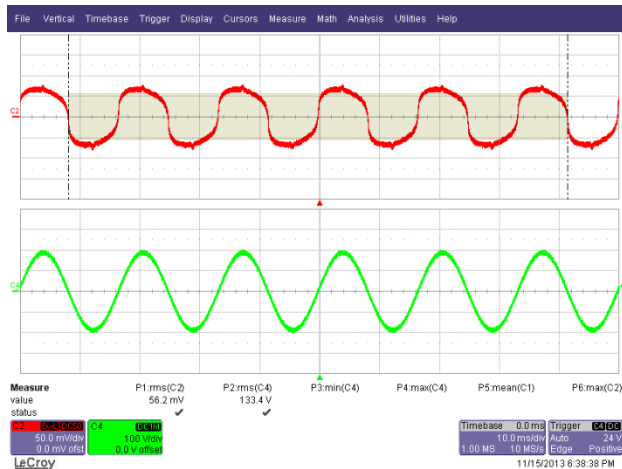


Figure 21 – 132 VAC, Full Load.
 Upper: I_{IN} , 50 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 100 V, 10 ms / div.



13.2 정상 작동 시 출력 전류 및 출력 전압

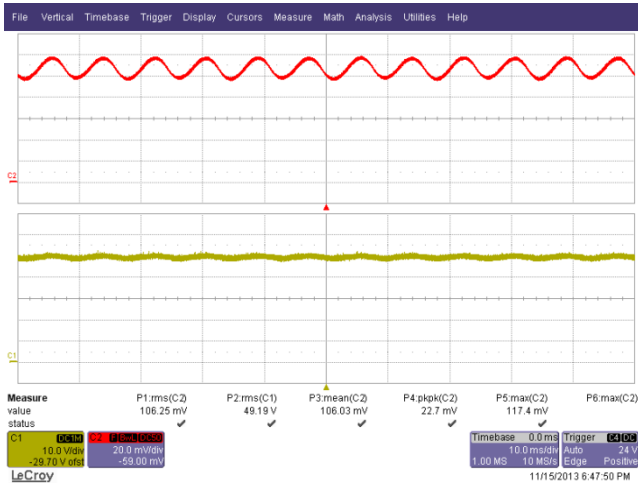


Figure 22 – 90 VAC, 60 Hz Full Load.
Upper: I_{OUT} , 20 mA / div.
Lower: V_{OUT} , 10 V, 10 ms / div.

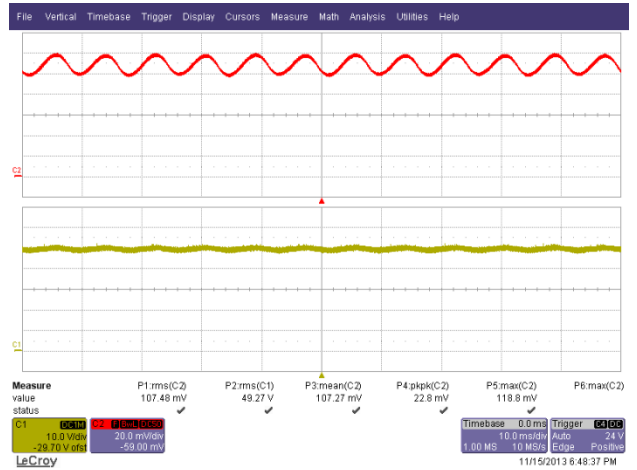


Figure 23 – 100 VAC, 60 Hz Full Load.
Upper: I_{OUT} , 20 mA / div.
Lower: V_{OUT} , 10 V, 10 ms / div.

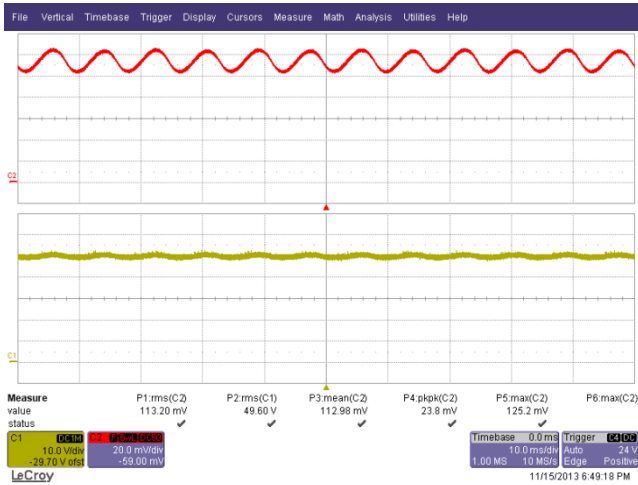


Figure 24 – 120 VAC, 60 Hz Full Load.
Upper: I_{OUT} , 20 mA / div.
Lower: V_{OUT} , 10 V, 10 ms / div.

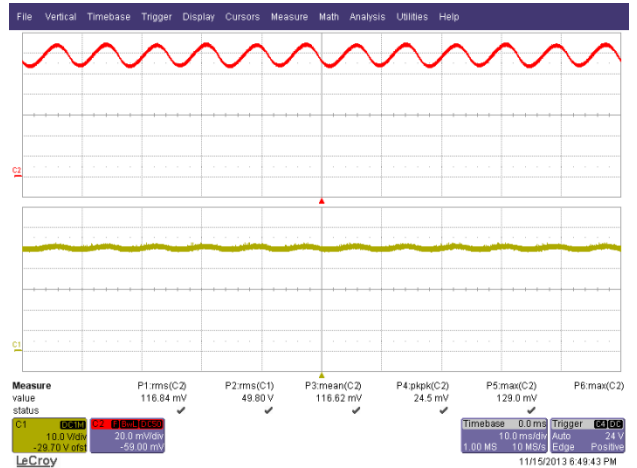


Figure 25 – 132 VAC, 60 Hz Full Load.
Upper: I_{OUT} , 20 mA / div.
Lower: V_{OUT} , 10 V, 10 ms / div.



13.3 출력 전류 상승 및 하강

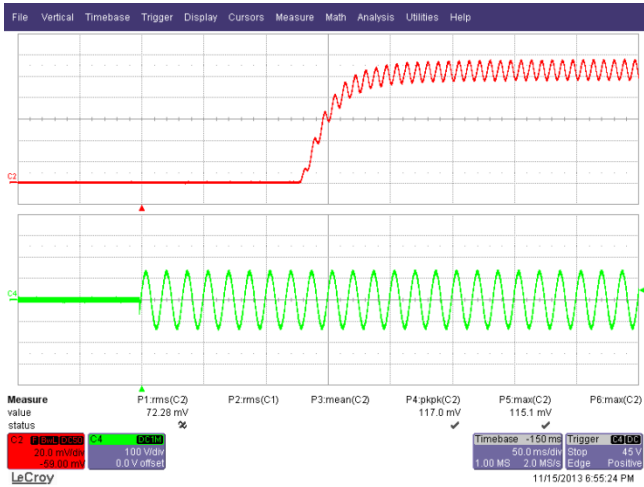


Figure 26 – 90 VAC Output Rise.
Upper: I_{OUT} , 20 mA / div.
Lower: V_{IN} , 200 V, 100 ms / div.

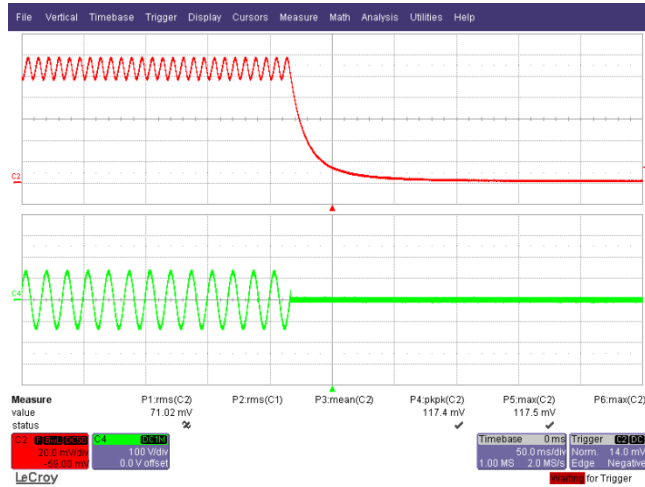


Figure 27 – 90 VAC Output Fall.
Upper: I_{OUT} , 20 mA / div.
Lower: V_{IN} , 200 V, 100 ms / div.

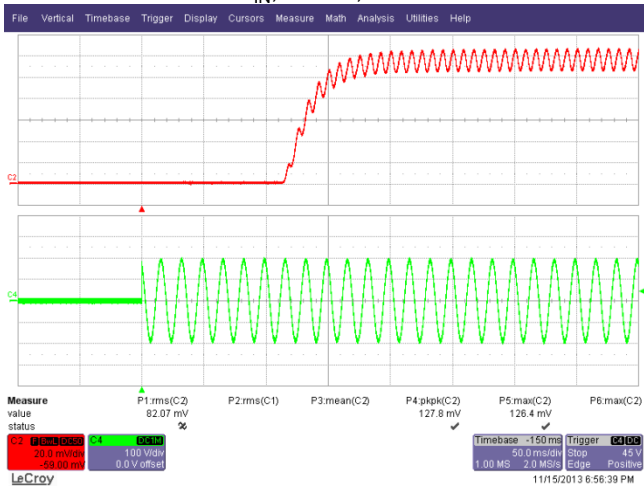


Figure 28 – 132 VAC Output Rise.
Upper: I_{OUT} , 20 mA / div.
Lower: V_{IN} , 200 V, 100 ms / div.

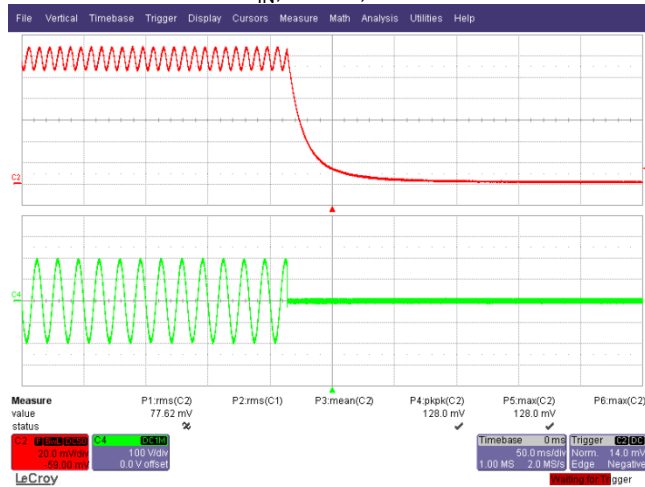


Figure 29 – 132 VAC Output Fall.
Upper: I_{OUT} , 20 mA / div.
Lower: V_{IN} , 200 V, 100 ms / div.



13.4 정상 작동 시 드레인 전압 및 전류

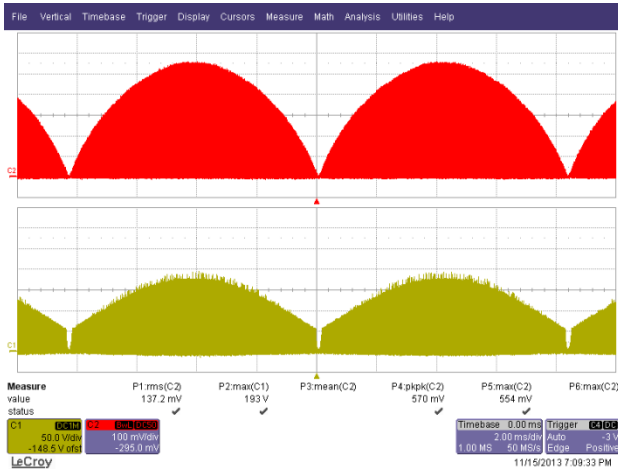


Figure 30 – 90 VAC, 60 Hz.
 Upper: I_{DRAIN} , 0.1 A / div.
 Lower: V_{DRAIN} , 50 V, 2 ms / div.

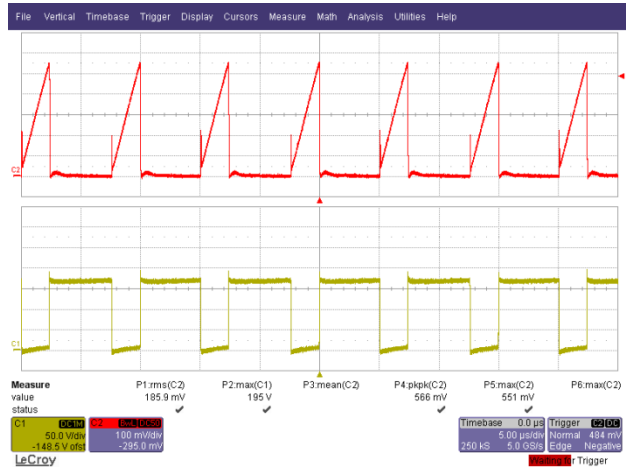


Figure 31 – 90 VAC, 60 Hz.
 Upper: I_{DRAIN} , 0.1 A / div.
 Lower: V_{DRAIN} , 50 V / div., 5 μ s / div.

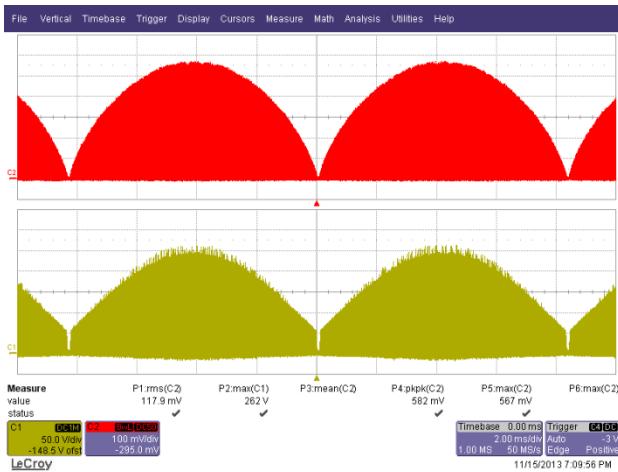


Figure 32 – 132 VAC, 60 Hz.
 Upper: I_{DRAIN} , 0.1 A / div.
 Lower: V_{DRAIN} , 50 V, 2 ms / div.

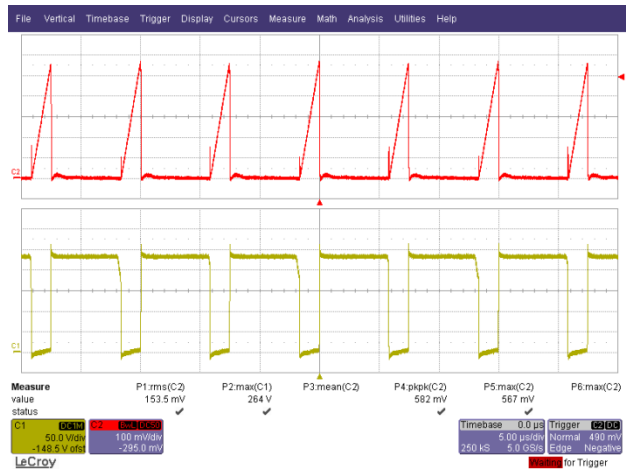


Figure 33 – 132 VAC, 600 Hz.
 Upper: I_{DRAIN} , 0.1 A / div.
 Lower: V_{DRAIN} , 50 V / div., 5 μ s / div.

13.5 스타트업 드레인 전압 및 전류

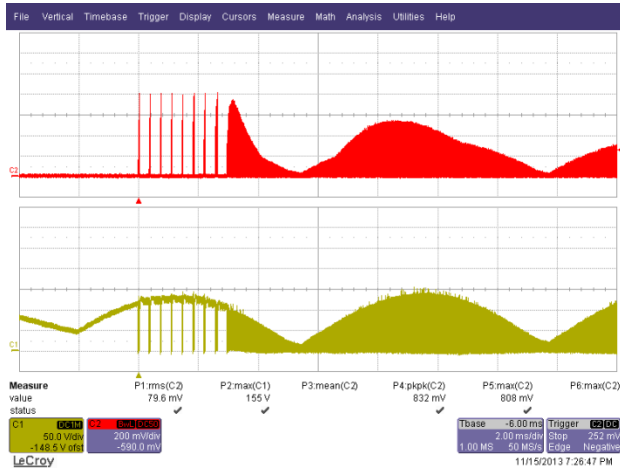


Figure 34 – 90 VAC, 60 Hz Start-up.
Upper: I_{DRAIN} , 500 mA / div.
Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 2 ms / div.

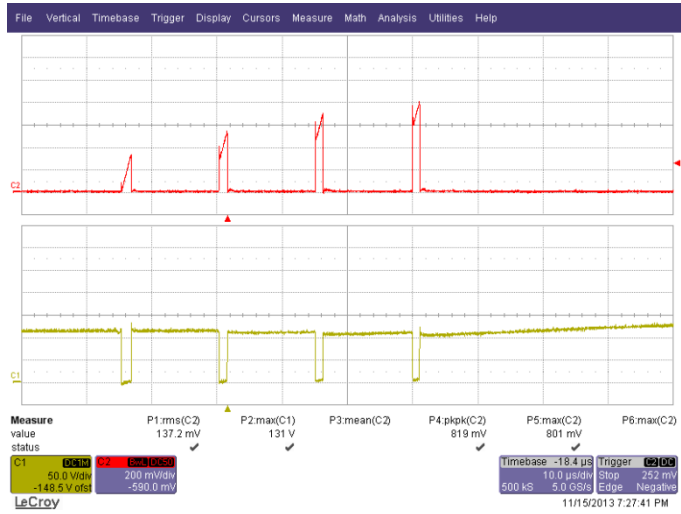


Figure 35 – 90 VAC, 60 Hz Start-up.
Upper: I_{DRAIN} , 500 mA / div.
Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 5 μ s / div.

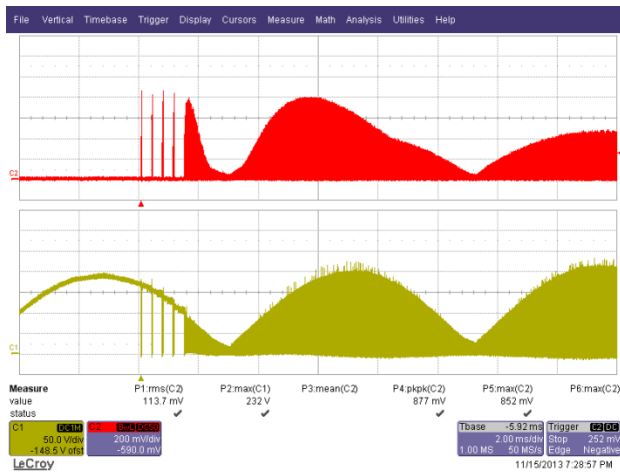


Figure 36 – 132 VAC, 60 Hz Start-up.
Upper: I_{DRAIN} , 500 mA / div.
Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 2 ms / div.

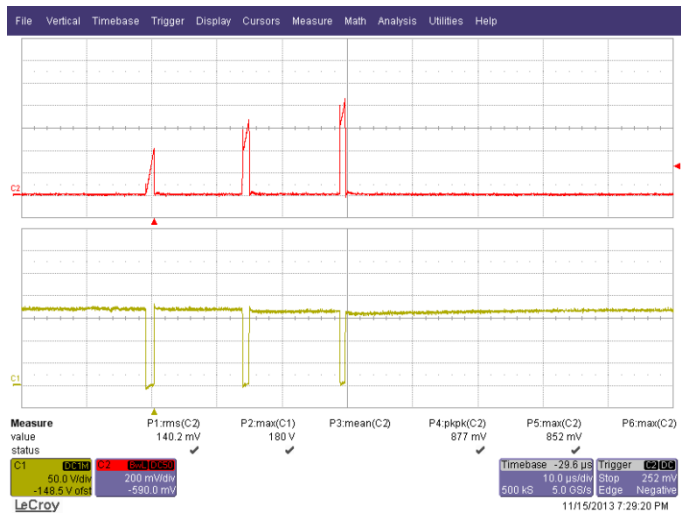


Figure 37 – 132 VAC, 60 Hz Start-up.
Upper: I_{DRAIN} , 500 mA / div.
Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 5 μ s / div.



13.6 출력 단락 상태에서의 드레인 전류 및 드레인 전압

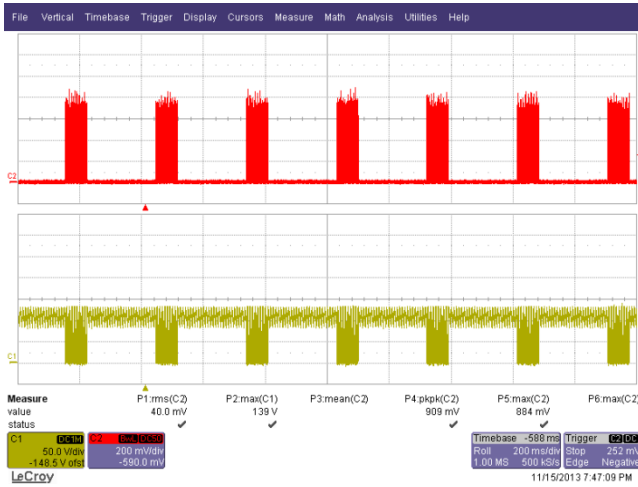


Figure 38 – 90 VAC, 60 Hz Output Short Condition.
Upper: I_{DRAIN} , 500 mA / div.
Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 200 ms / div.

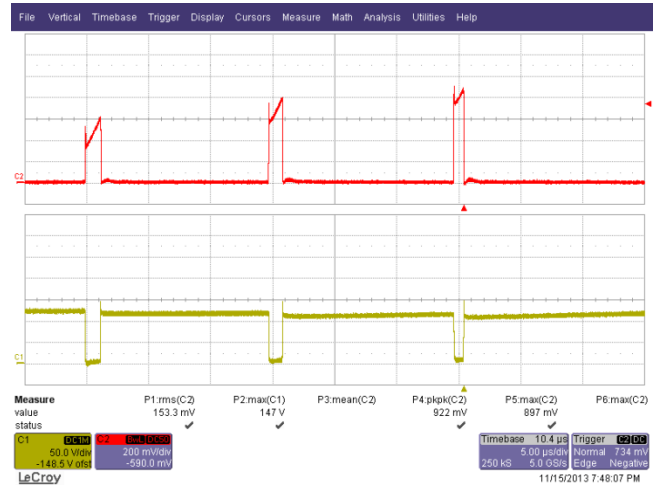


Figure 39 – 90 VAC, 60 Hz Output Short Condition.
Upper: I_{DRAIN} , 500 mA / div.
Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 0.5 μ s / div.

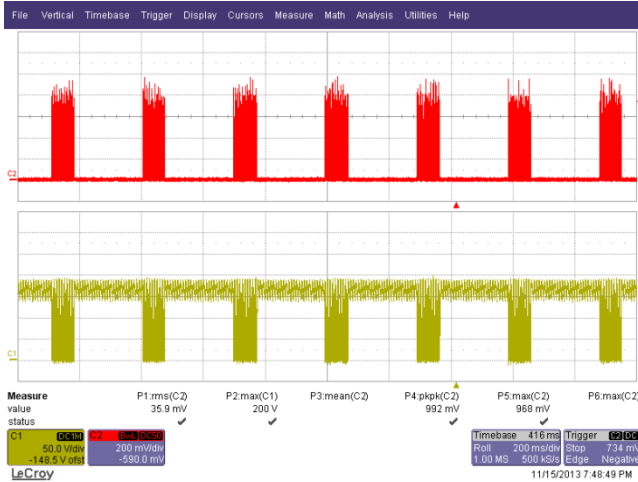


Figure 40 – 132 VAC, 60 Hz Output Short Condition.
Upper: I_{DRAIN} , 500 mA / div.
Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 5 ms / div.



Figure 41 – 132 VAC, 60 Hz Output Short Condition.
Upper: I_{DRAIN} , 500 mA / div.
Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 1 μ s / div.

13.7 오픈 부하 특성

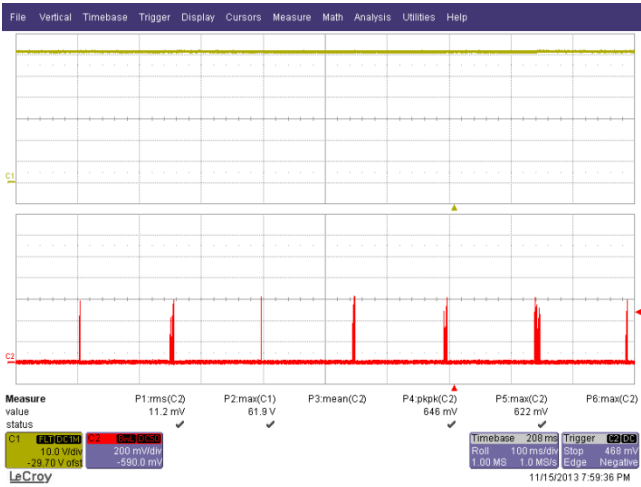


Figure 42 – 90 VAC, 60 Hz Output Short Condition.
 Upper: V_{OUT} , 10 V / div.
 Lower: I_{DRAIN} , 200 mA, 200 ms / div.

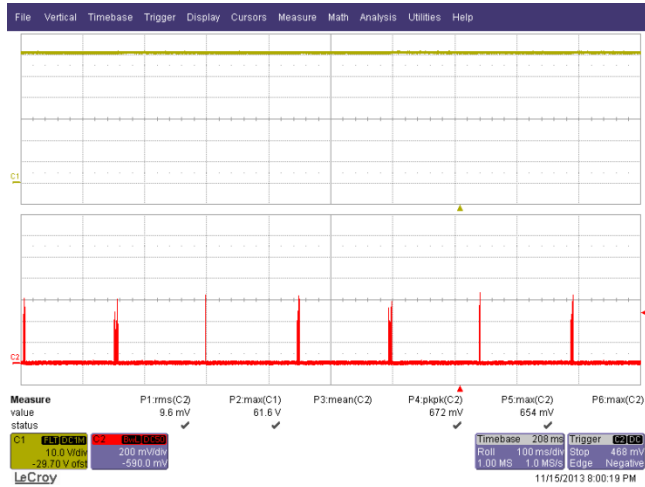


Figure 43 – 132 VAC, 60 Hz Output Short Condition.
 Upper: V_{OUT} , 10 V / div.
 Lower: I_{DRAIN} , 200 mA, 200 ms / div.

13.8 브라운아웃/브라운인

No failure of any component during brownout test of 0.5 V / sec AC cut-in and cut-off.

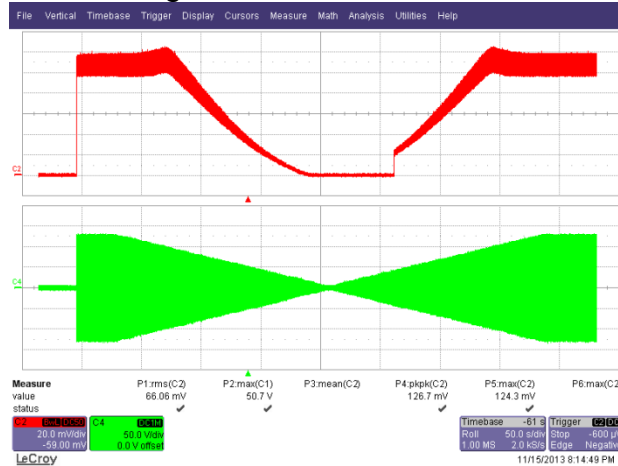


Figure 44 – Brown-out Test at 0.5 V / s. The Unit is Able to Operate Normally Without Any Failure and Without Flicker.
 Ch4: V_{IN} ; 50 V / div.
 Ch2: I_{OUT} ; 20 mA / div.
 Time Scale: 50 s / div.



14 디밍 파형

14.1 입력 전압 및 입력 전류 파형 - 리딩 엷지 디머

Input: 120 VAC, 60 Hz
 Output: 48 V LED Load
 Dimmer: S-600-WH

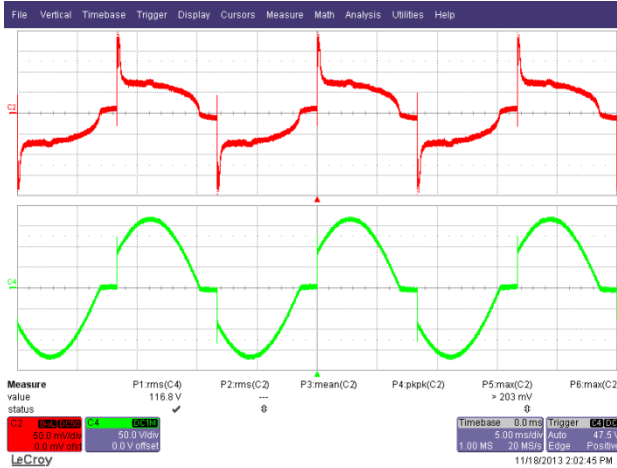


Figure 45 – 147° Conduction Angle.
 Upper: I_{IN} , 50 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 50 V, 5 ms / div.

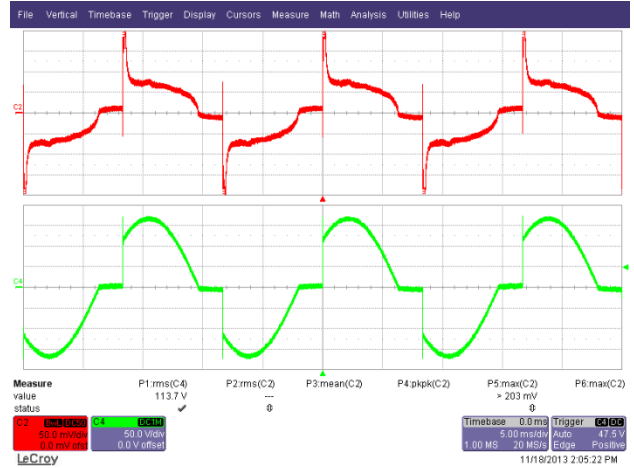


Figure 46 – 135° Conduction Angle.
 Upper: I_{IN} , 50 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 50 V, 5 ms / div.

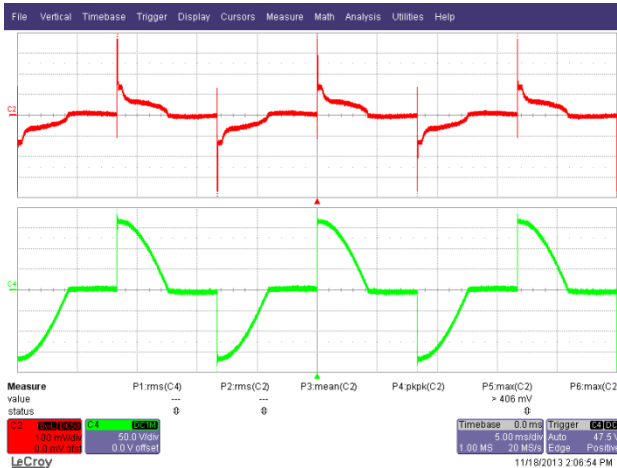


Figure 47 – 90° Conduction Angle.
 Upper: I_{IN} , 100 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 50 V, 5 ms / div.

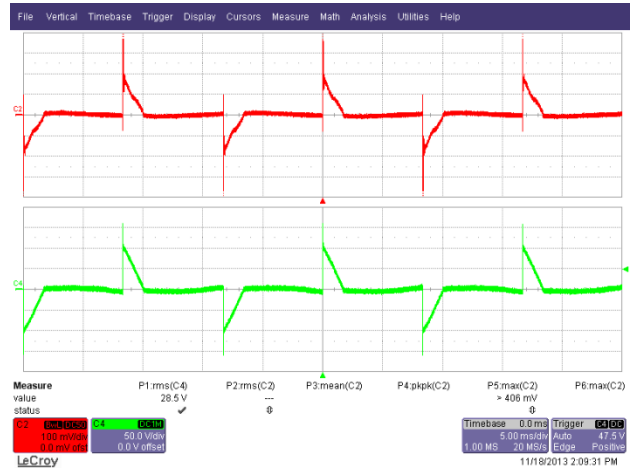


Figure 48 – 36° Conduction Angle.
 Upper: I_{IN} , 100 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 50 V, 5 ms / div.



14.2 출력 전류 파형 - 리딩 엡지 디머

Input: 120 VAC, 60 Hz
 Output: 48 V LED Load
 Dimmer: S-600-WH

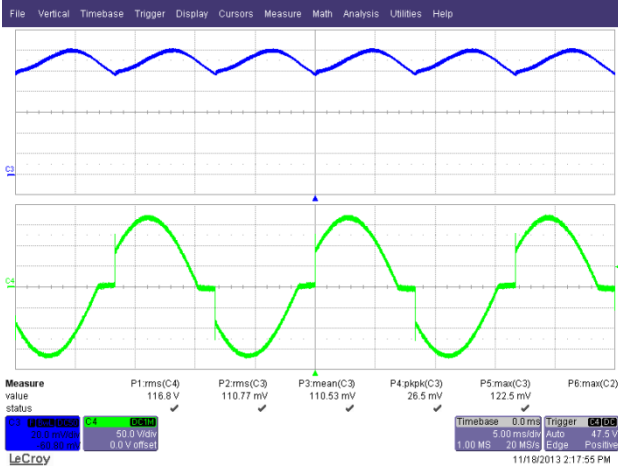


Figure 49 – 147° Conduction Angle.
 Upper: I_{OUT} , 20 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 50 V, 5 ms / div.

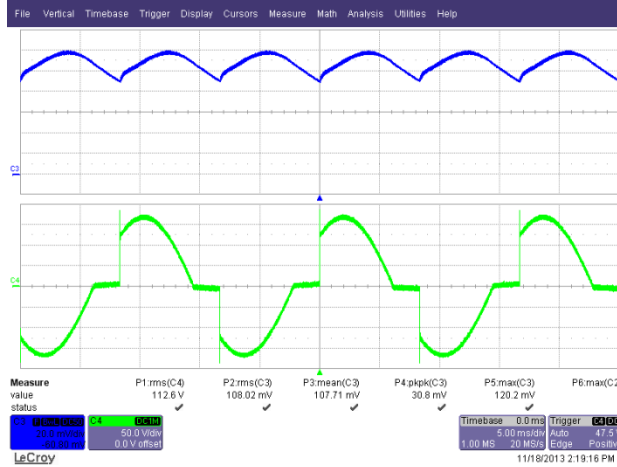


Figure 50 – 135° Conduction Angle.
 Upper: I_{OUT} , 20 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 50 V, 5 ms / div.

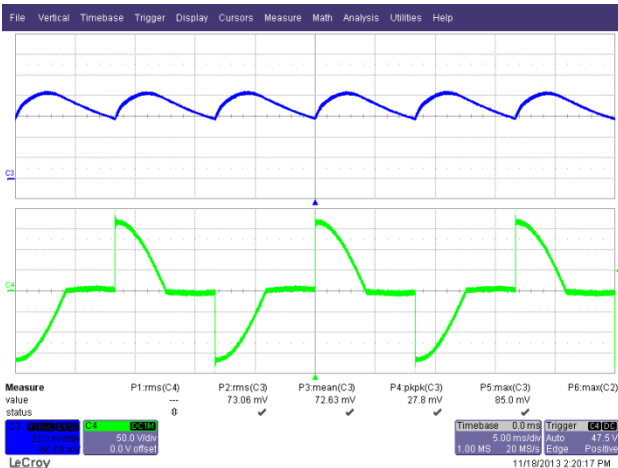


Figure 51 – 90° Conduction Angle.
 Upper: I_{OUT} , 20 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 50 V, 5 ms / div.

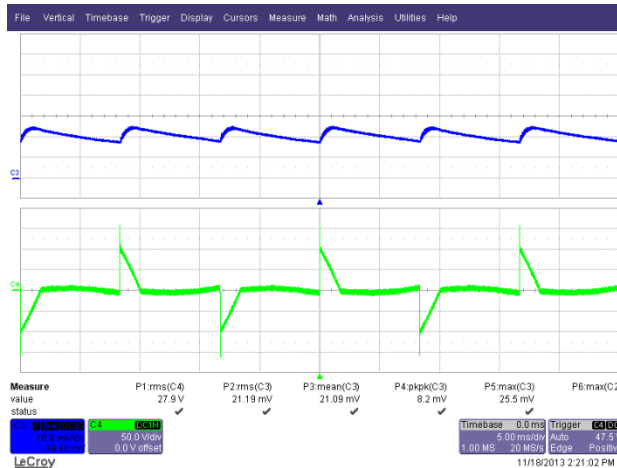


Figure 52 – 36° Conduction Angle.
 Upper: I_{OUT} , 10 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 50 V, 5 ms / div.



14.3 입력 전압 및 입력 전류 파형 - 트레일링 엣지 디머

Input: 120 VAC, 60 Hz
 Output: 48 V LED Load
 Dimmer: DVELV-300P-WH

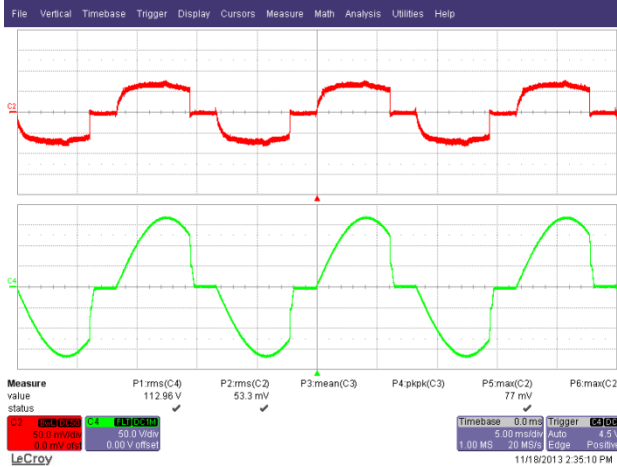


Figure 53 – 131° Conduction Angle.
 Upper: I_{IN} , 50 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 50 V, 5 ms / div.

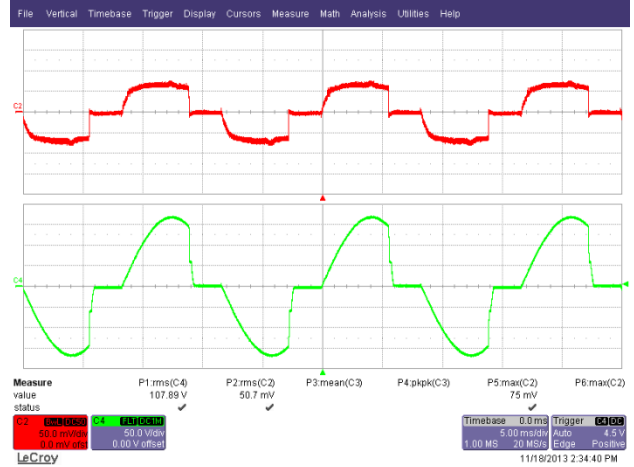


Figure 54 – 120° Conduction Angle.
 Upper: I_{IN} , 50 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 50 V, 5 ms / div.

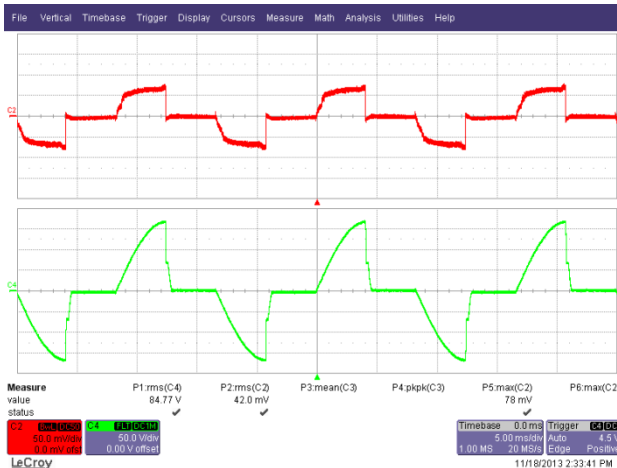


Figure 55 – 90° Conduction Angle.
 Upper: I_{IN} , 50 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 50 V, 5 ms / div.

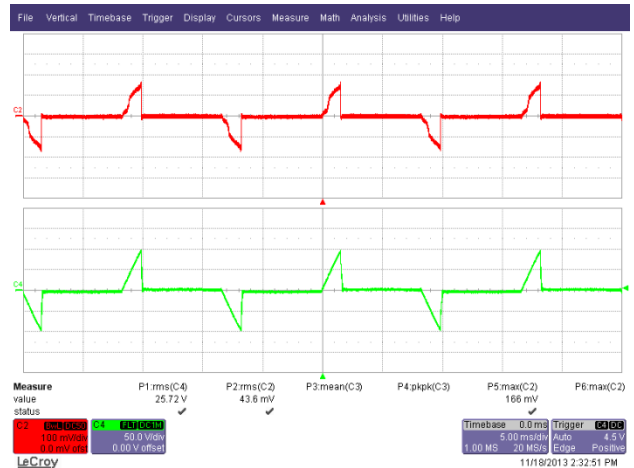


Figure 56 – 40° Conduction Angle.
 Upper: I_{IN} , 100 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 50 V, 5 ms / div.



14.4 출력 전류 파형 - 트레일링 엣지 디머

Input: 120 VAC, 60 Hz

Output: 48 V LED Load

Dimmer: DVELV-300P-WH

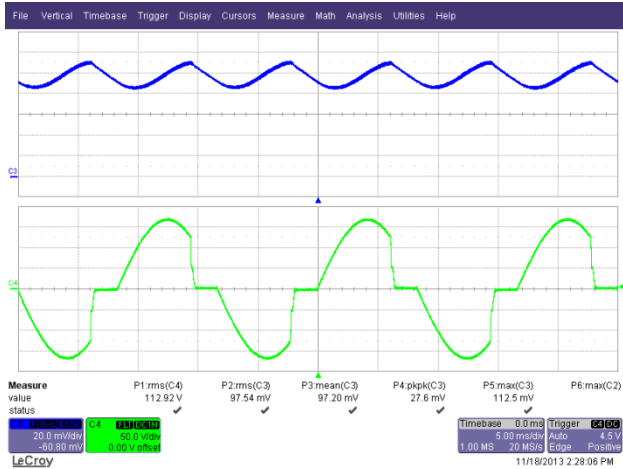


Figure 57 – 131° Conduction Angle.
 Upper: I_{OUT} , 20 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 50 V, 5 ms / div.

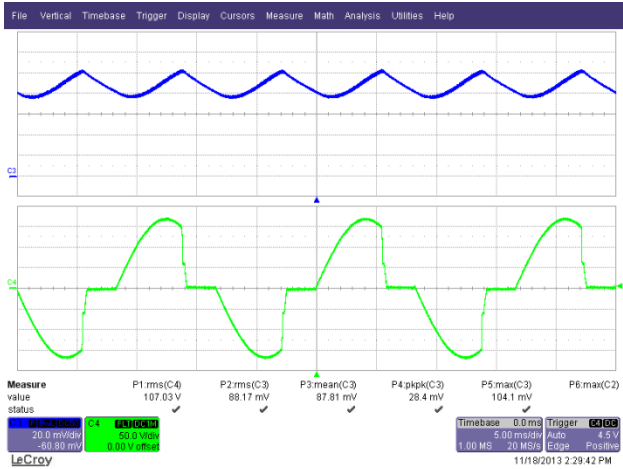


Figure 58 – 120° Conduction Angle.
 Upper: I_{OUT} , 20 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 50 V, 5 ms / div.

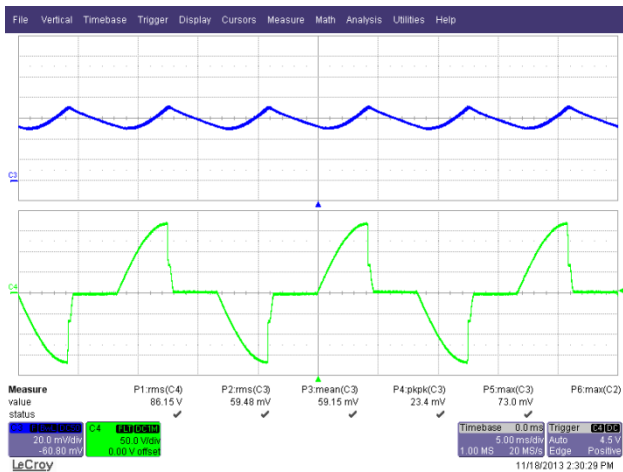


Figure 59 – 90° Conduction Angle.
 Upper: I_{OUT} , 20 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 50 V, 5 ms / div.

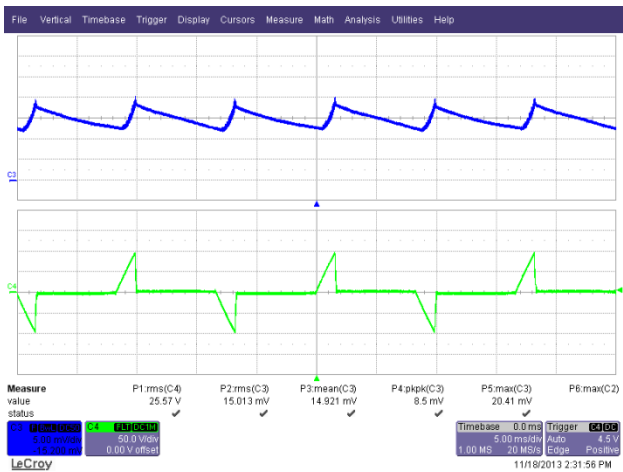


Figure 60 – 40° Conduction Angle.
 Upper: I_{OUT} , 20 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 50 V, 5 ms / div.



14.5 드레인 전류 파형 - 리딩 엣지 디머

Input: 120V, 60 Hz
 Output: 48 V LED Load
 Dimmer: S-1000-WH

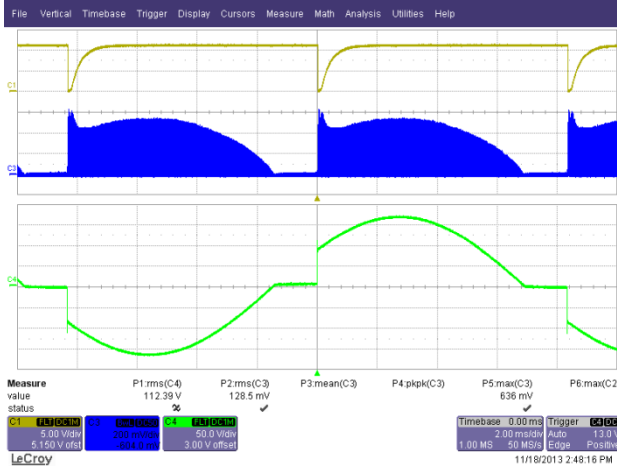


Figure 61 – 150° Conduction Angle.
 Upper: U1 I_{DS}, 200 mA / div.
 Q1 V_{CE}, 5 V / div.
 Lower: V_{IN}, 50 V, 2 ms / div.

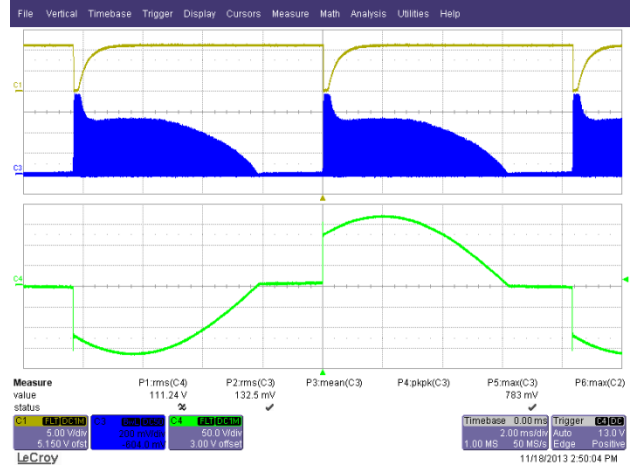


Figure 62 – 135° Conduction Angle.
 Upper: U1 I_{DS}, 200 mA / div.
 Q1 V_{CE}, 5 V / div.
 Lower: V_{IN}, 50 V, 2 ms / div.

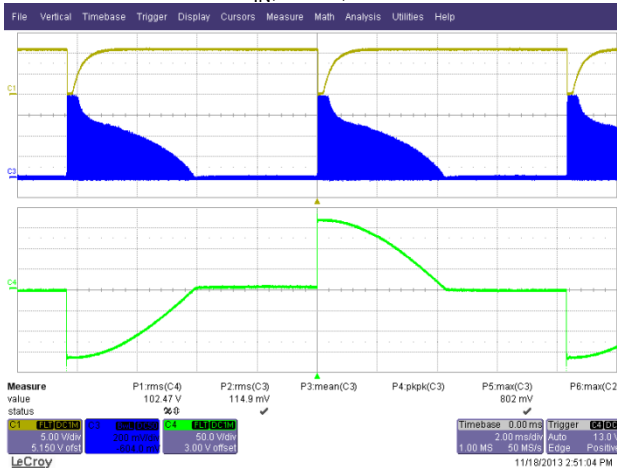


Figure 63 – 90° Conduction Angle.
 Upper: U1 I_{DS}, 200 mA / div.
 Q1 V_{CE}, 5 V / div.
 Lower: V_{IN}, 50 V, 2 ms / div.

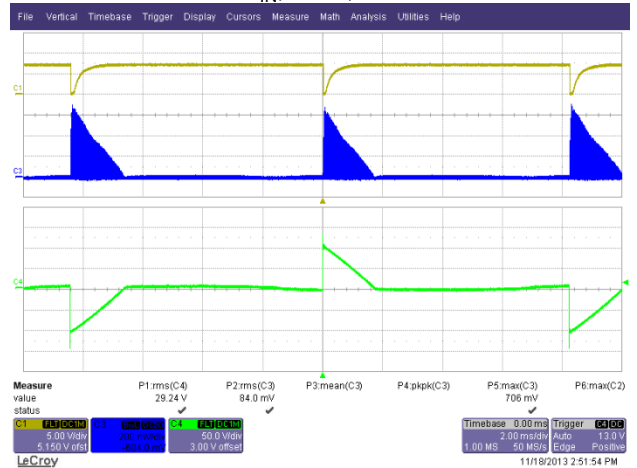


Figure 64 – 40° Conduction Angle.
 Upper: U1 I_{DS}, 200 mA / div.
 Q1 V_{CE}, 5 V / div.
 Lower: V_{IN}, 50 V, 2 ms / div.



15 전도성 EMI

15.1 테스트 설정

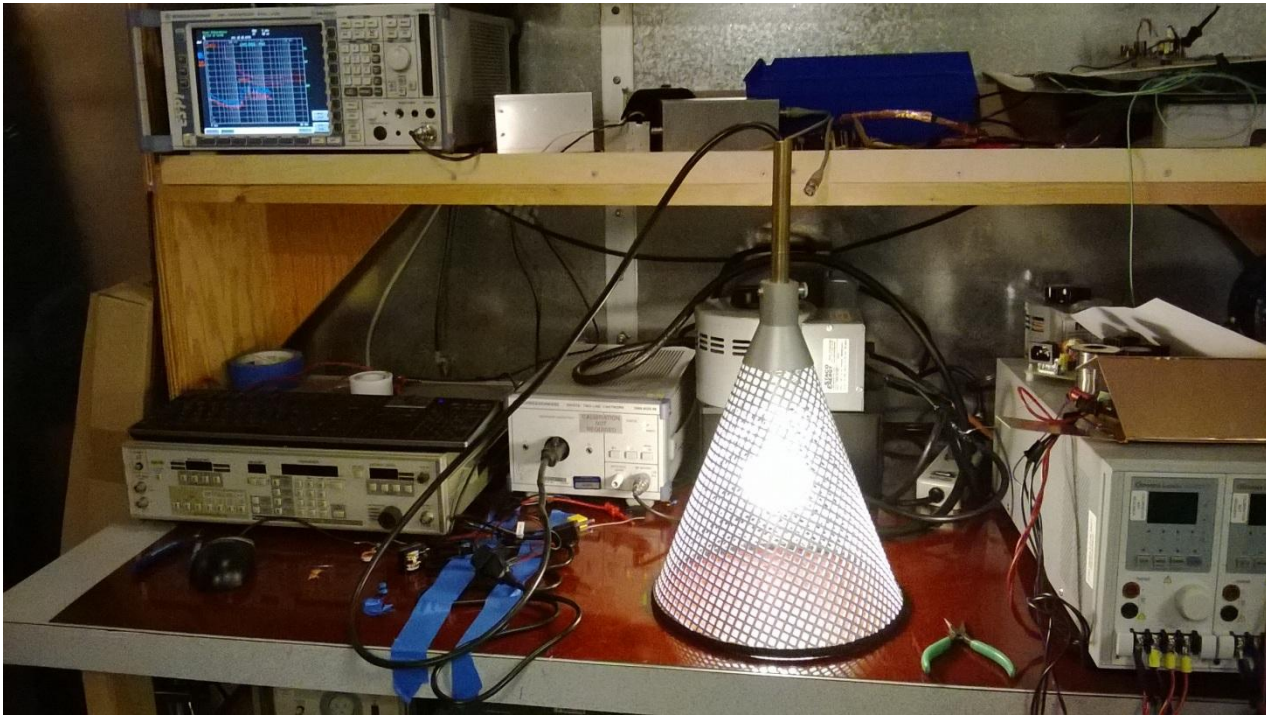


Figure 65 – Conducted EMI Test Set-up.



15.2 테스트 결과



Power Integrations
18.Nov 13 18:54

RBW 9 kHz
MT 500 ms

Att 10 dB AUTO

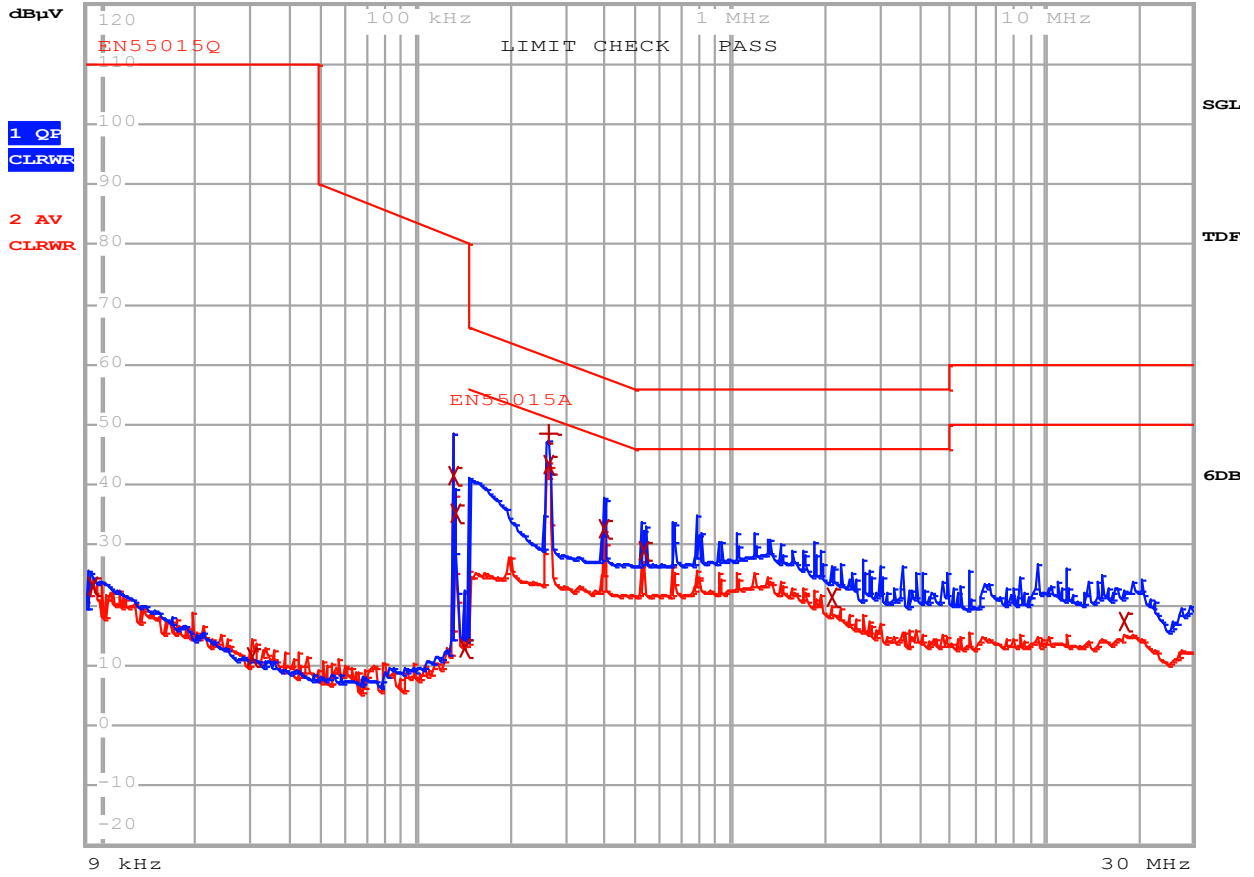


Figure 66 – Conducted EMI, ~48 V LED Load, 115 VAC, 60 Hz, and EN55015 B Limits.



EDIT PEAK LIST (Final Measurement Results)

```

Trace1:      EN55015Q
Trace2:      EN55015A
Trace3:      ---

```

	TRACE	FREQUENCY	LEVEL dB μ V	DELTA LIMIT dB
2	Average	9.36543609 kHz	23.00 L1 gnd	
2	Average	30.0005168717 kHz	11.39 N gnd	
2	Average	130.825395691 kHz	41.59 L1 gnd	
2	Average	133.454986145 kHz	35.44 N gnd	
2	Average	141.665156991 kHz	12.79 N gnd	
1	Quasi Peak	264.49018761 kHz	48.51 N gnd	-12.77
2	Average	264.49018761 kHz	43.33 N gnd	-7.95
2	Average	397.727746704 kHz	32.58 N gnd	-15.31
2	Average	530.769219795 kHz	29.10 N gnd	-16.90
2	Average	2.11629733595 MHz	21.43 N gnd	-24.57
2	Average	17.975130353 MHz	17.28 N gnd	-32.71

Figure 67 – Conducted EMI, Final Measurement Results.



16 라인 서지

Differential input line 500 V surge testing was completed on a single test unit to IEC61000-4-5. Input voltage was set at 120 VAC / 60 Hz.

Surge Level (V)	Input Voltage (VAC)	Injection Location	Injection Phase (°)	Test Result (Pass/Fail)
+500	120	L to N	90	Pass
-500	120	L to N	90	Pass
+500	120	L to N	0	Pass
-500	120	L to N	0	Pass

Unit passed under all test conditions.

Differential ring input line surge testing was completed on a single test unit to IEC61000-4-5. Input voltage was set at 120 VAC / 60 Hz. Output was loaded at full load and operation was verified following each surge event.

Surge Level (V)	Input Voltage (VAC)	Injection Location	Injection Phase (°)	Test Result (Pass/Fail)
+2500	120	L to N	90	Pass
-2500	120	L to N	90	Pass
+2500	120	L to N	0	Pass
-2500	120	L to N	0	Pass

Unit passed under all test conditions.



17 개정 내역

Date	Author	Revision	Description and Changes	Reviewed
16-May-14	CA	1.0	Initial Release	Mktg & Apps



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.com 에서 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

중국(상하이)

Rm 2410, Charity Plaza, No. 88,
North Caoxi Road,
Shanghai, PRC 200030
전화: +86-21-6354-6323
팩스: +86-21-6354-6325
전자 메일:
chinasales@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

독일

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

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

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

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

싱가포르

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

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

애플리케이션 문의 전화

전 세계 통합 번호 +1-408-414-9660

애플리케이션 문의 팩스

전 세계 통합 번호 +1-408-414-9760

