

제목	LYTSwitch™-0 LYT0006P 를 사용한 6W 비디밍, 비절연 벽 LED 드라이버에 대한 참조 디자인 보고서
사양	90VAC – 265VAC 입력, 54 V, 110 mA 출력
애플리케이션	GU10 LED 드라이버 램프 교체용
작성자	애플리케이션 엔지니어링 부서
문서 번호	RDR-355
날짜	18.06.13
개정	1.0

요약 및 기능

- 일체형(single-stage) 역률 보정(120V에서 >0.75, 230V에서 >0.5), 정확한 정전류(CC) 출력
- 저가형, 적은 부품 수 및 소형 PCB 풋프린트 솔루션
- 높은 에너지 효율 - 120VAC 입력에서 >91 %
- 높은 에너지 효율 - 240VAC 입력에서 >90 %
- 최상의 성능 및 최종 사용자 경험
 - 빠른 스타트업 시간(<20ms) - 인지되는 지연 시간 없음
- 내장된 보호 및 신뢰성 기능
 - 단일 샷 무부하 보호 기능/오토 리커버리 기능으로 출력 회로 단락 방지
 - 큰 히스테리시스(Hysteresis)를 갖고 있는 오토 리커버리 써멀 섯다운 기능으로 부품과 PCB 모두 보호
 - 브라운아웃 상태에서 손상 없음
- IEC 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

내용

1	소개	4
2	파워 서플라이 사양	6
3	회로도	7
4	회로 설명	8
4.1	입력 EMI 필터링	8
4.2	LYTSwitch-0	8
4.3	출력 정류	8
4.4	출력 피드백	8
4.5	무부하 보호	9
5	PCB 레이아웃	10
6	BOM	12
7	인덕터 사양	13
7.1	전기적 구성도	13
7.2	전기적 사양	13
7.3	재료	13
7.4	인덕터 제작 구성도	14
7.5	트랜스포머 구성	14
8	인덕터 디자인 스프레드시트	15
9	성능 데이터	17
9.1	액티브 모드 효율	18
9.2	출력 전류 레귤레이션	19
9.2.1	출력 전류 레귤레이션에 대한 입력 라인 및 부하 전압	19
10	써멀 성능	20
10.1	사용 장비	20
11	써멀 결과	21
11.1	써멀 스캔	22
12	파형	23
12.1	정상 작동 중 드레인 전압	23
12.2	정상 작동 중 드레인 전류	24
12.3	출력 단락 상태시 드레인 전압 및 전류	26
12.4	드레인 전압 및 전류 스타트업 프로파일	26
12.5	출력 전류 스타트업 프로파일	27
12.6	입력-출력 프로파일	28
12.7	라인 새그 및 서지	29
12.8	브라운아웃/브라운인	30
13	라인 서지	31
14	전도성 EMI	33
15	가청 노이즈	35



16	부록	36
17	개정 내역	39

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 초소형 벡 토폴로지의 LYTSwitch™-0 제품군(LYT0006P)을 사용하는 비용 효과적인 파워 서플라이에 대해 설명합니다.

이 파워 서플라이는 90VAC~264VAC의 입력 전압 범위에서 작동합니다. 벡 토폴로지를 사용하게 되면 DC 버스 전압이 충분히 높기 때문에 54V 출력을 지원할 수 있습니다. 벡 컨버터에서는 출력 전압이 항상 입력 전압보다 낮아야 합니다. 또한 출력 전압이 LYTSwitch-0의 최대 듀티 사이클에 의해 제한되며 입력 전압이 출력 전압보다 커야 합니다.

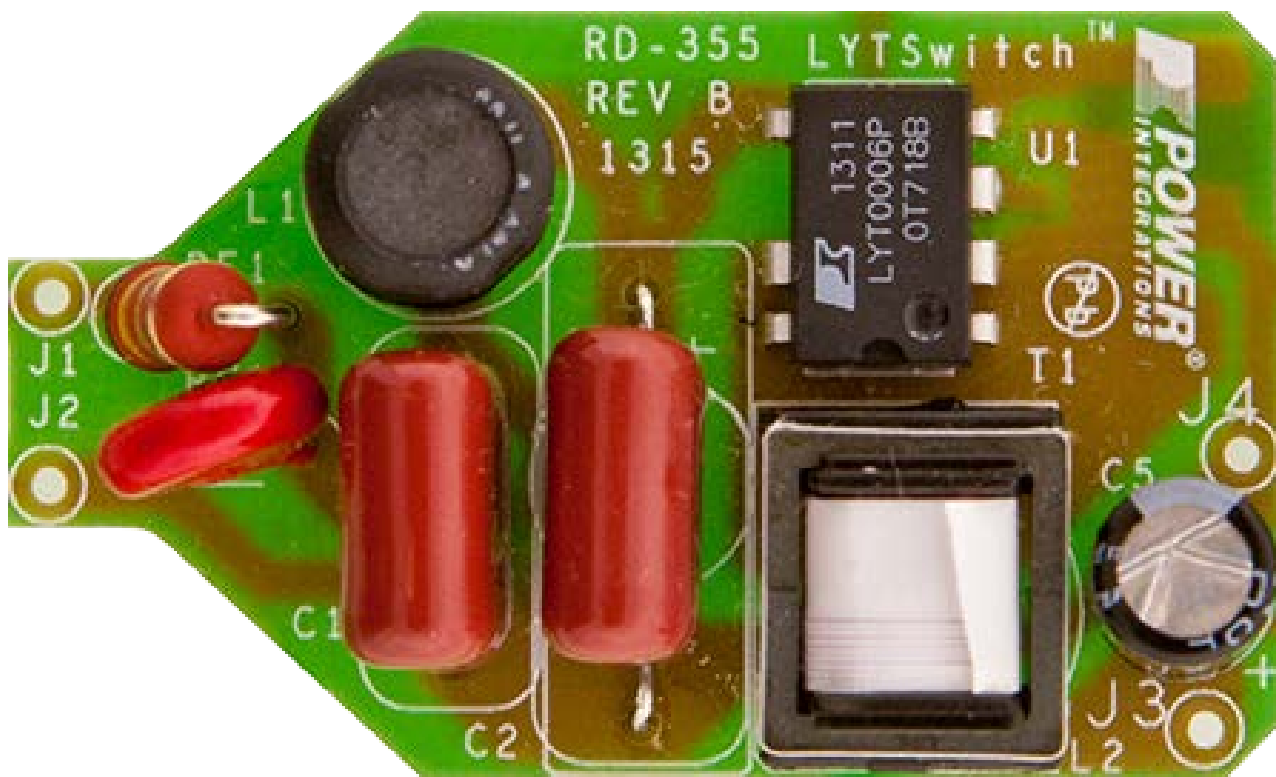


Figure 1 – Populated Circuit Board Photograph, Top.



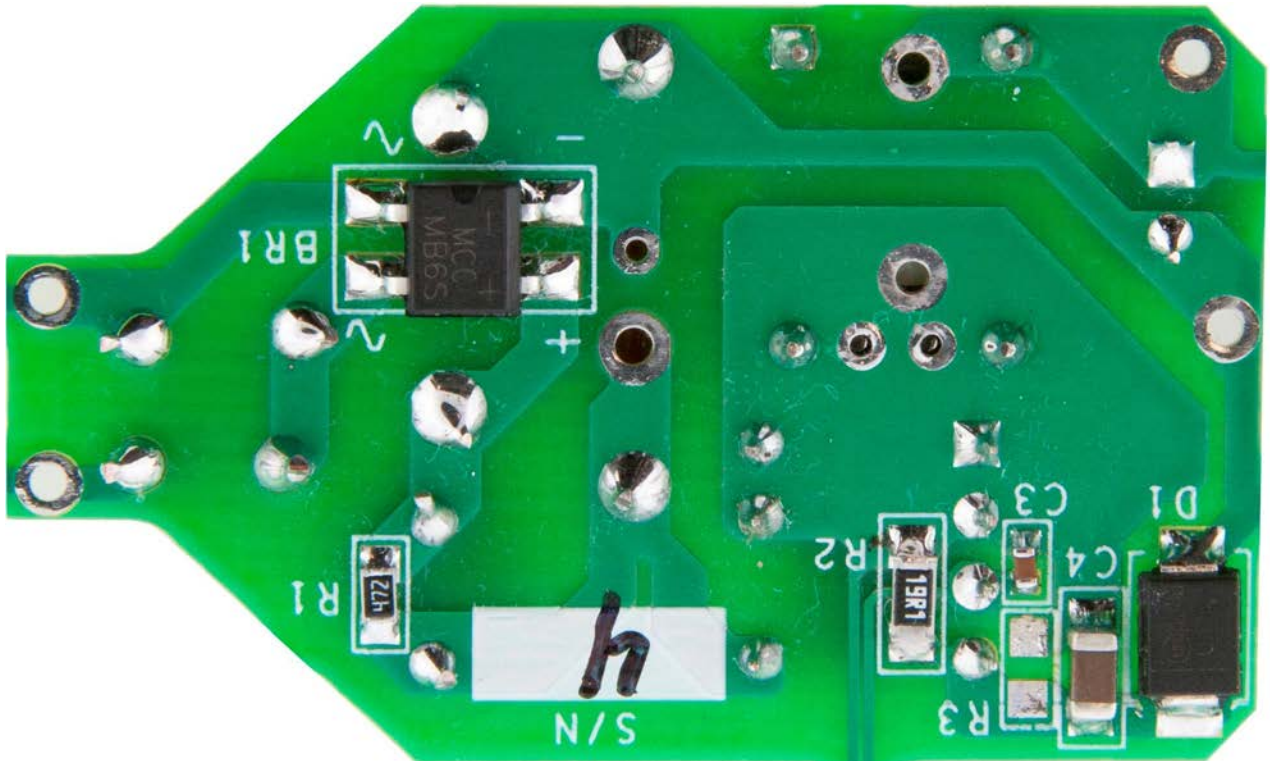


Figure 2 – Populated Circuit Board Photograph, Bottom.



2 파워 서플라이 사양

설명	기호	최소	일반	최대	단위	설명
입력 전압 작동	V_{IN}	90		265	VAC	2 선식 - P.E. 없음 작동 주파수는 제한되지 않습니다. 400Hz 라인에 사용할 경우 센싱 저항을 조절합니다.
주파수	f_{LINE}	47	50/60		Hz	
출력 출력 전압	V_{OUT}	52	54	56	V	$\pm 4\%$, 100VAC-240VAC
출력 전류	I_{OUT}		110		mA	
총 출력 전력	P_{OUT}		6	6.5	W	
연속 출력 전력						
효율 120VAC, 54V LED	η	91			%	P_{OUT} 25 °C 에서 측정
240VAC, 54V LED	η	90			%	
역률 120VAC, 54V LED	PF	0.75				P_{OUT} 25 °C 에서 측정
240VAC, 54V LED	PF	0.5				
환경 전도성 EMI		CISPR22B/EN55015B 충족				1.2/50 μ 서지, IEC 1000-4-5, 직렬 임피던스: 디퍼렌셜 모드: 2 Ω 500A 단락 회로 직렬 임피던스: 디퍼렌셜 모드: 2 Ω
라인 서지 디퍼렌셜 모드(L1-L2)			0.5		kV	
링 웨이브(100kHz) 디퍼렌셜 모드(L1-L2)			2.5		kV	
주변 온도	T_{AMB}	-10	25		°C	자유대류, 임해고도 UUT 가 -40°C 에서 시작할 수 있음



3 회로도

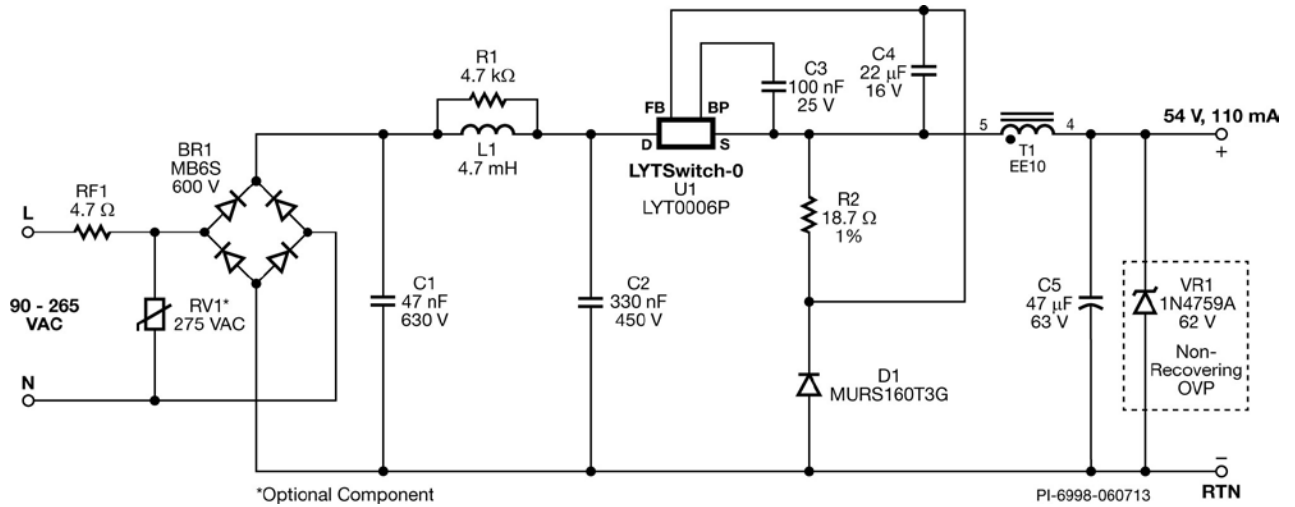


Figure 3 – Schematic. T1 can be replaced by a drum core inductor if final casing/housing has sufficient room to avoid shorting the magnetic flux. Zener diode VR1 is an option and provides one-time no-load protection.



4 회로 설명

그림 3에 나타난 파워 서플라이는 하이 사이드 벅 구성에 LYT0006P(U1)를 사용해 출력 전압 54VDC에서 110mA의 정전류를 제공합니다. 본 파워 서플라이는 항상 정전류(CC)로 구동되어야 하는 LED용으로 설계되었습니다.

4.1 입력 EMI 필터링

퓨즈 RF1이 회로 단락 보호 기능을 제공합니다. 브리지 BR1이 우수한 역률을 위해 전파 정류를 제공합니다. 커패시터 C1, C2와 커먼 모드 초크 L1이 전도성 EMI 규격을 충족시키기 위해서 π 필터를 구성합니다. 또한 커패시터 C1과 C2를 에너지 저장용으로 사용하여 라인 노이즈를 줄이고 라인 서지에 대해 보호합니다.

4.2 LYTSwitch-0

LYTSwitch-0 은 우수한 라인 레귤레이션과 0~100°C(LYTSwitch-0 케이스 온도)의 온도 레귤레이션을 달성하는 간편하고 비용 효과적인 LED 드라이버를 구현하도록 최적화되어 있습니다. 파워 인덕터와 센싱 저항의 균형을 이루어 최상의 라인 레귤레이션을 달성하기 위해 PIXI 스프레드시트를 사용합니다. 총 입력 커패시턴스도 어느 정도 영향을 미치지만 성능을 최적화하기 위해서 센싱 저항(R2)을 조절해 보정할 수 있습니다.

LYTSwitch-0 제품군에는 전구의 동작 온도가 과도하게 높아진 경우 파워 서플라이를 보호하기 위한 써멀 제한 기능이 내장되어 있습니다.

벅 컨버터 스테이지는 파워 MOSFET 스위치를 포함한 LYT0006P(U1), 프리휠링 다이오드(D1), 센싱 저항(R2), 파워 인덕터 L2, 출력 커패시터(C5)로 구성됩니다. 컨버터는 역방향 전류의 사이클을 제한하기 위해서 대부분 DCM 으로 작동합니다. 스위칭 손실을 최소화하기 위해 패스트 프리휠링 다이오드를 선택했습니다.

인덕터 L2는 자속 경로를 제한하고 어떠한 경우에서도 정확한 인덕턴스를 보장하는 표준 EE10입니다. 인덕터의 자속에 대한 알려진 영향이 있는 특정 인클로저에 배치될 경우 더 저렴한 드럼 코어 인덕터로 대체할 수 있습니다.

4.3 출력 정류

우수한 효율을 달성하고 써멀 관리를 위해 패스트 출력 다이오드(D1)를 사용했습니다. 일반적으로 LED 애플리케이션의 경우 주위 온도가 70°C를 초과하며 $t_{RR}(<35nS)$ 이 낮은 디바이스가 권장됩니다.

4.4 출력 피드백

스위칭 사이클을 생략함으로써 레귤레이션을 유지합니다. 출력 전류가 증가하면 FB 핀의 전압이 높아집니다. 이 값이 V_{FB} 를 초과할 경우 전압이 V_{FB} 아래로 줄어들 때까지 후속 사이클이 생략됩니다. 전류가 R2에서 센싱되고 C4에 의해 필터링된 후 정확한



레귤레이션을 위해 **FB** 핀으로 공급됩니다. 우수한 라인 레귤레이션을 달성하기 위한 핵심은 최소 인덕턴스가 계산된 후 파워 인덕터와 센싱 저항의 값이 균형을 이루는 것입니다.

바이패스 커패시터(**C4**)를 **FEEDBACK** 핀과 **SOURCE** 핀 사이에 연결하여 출력 전류 센싱 중에 전력 손실을 줄이는 데 도움이 되도록 했습니다. 이 커패시터는 **FB** 핀에 대해 피드백 전류 정보를 샘플링하고 홀딩하기 위해 작동합니다. **FB** 핀과 **C4** 사이에 제한 저항이 필요 없습니다. 왜냐하면 피크 전압이 디바이스의 최대 정격을 초과하지 않기 때문입니다.

4.5 무부하 보호

이 설계에는 옵션인 원샷 무부하 보호 회로가 적용됩니다. 우발적인 무부하 작동 상태가 발생할 경우 출력 커패시터가 **VR1** 에 의해 보호됩니다. 고장 발생 후에는 제너 다이오드 **VR1** 을 교체해야 할 수도 있습니다.

작동(LED 레트로핏 램프) 중에는 부하가 항상 연결되므로 **VR1** 을 제거해 비용을 절감할 수 있습니다. 보드 레벨 테스트 시(제조 과정에서) 보호를 위해 **40VAC** 를 입력에 가할 수 있습니다. 출력 전압이 측정되지 않으면 부하가 연결되지 않을 것입니다. 이 테스트를 통해 **OV** 보호 회로를 사용하지 않으면서도 보드의 안전하고 비파괴적인 초기 파워 업을 가능하게 합니다.



5 PCB 레이아웃

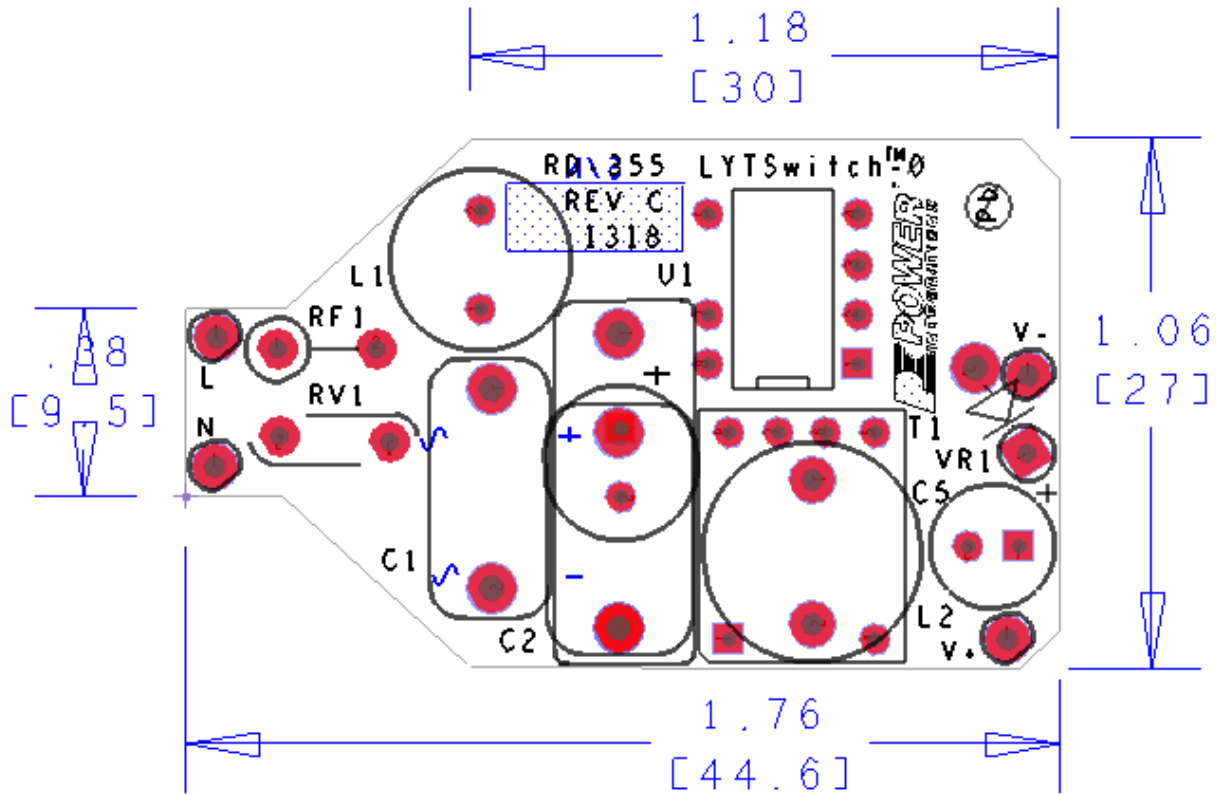


Figure 4 – Printed Circuit Layout. Top view.



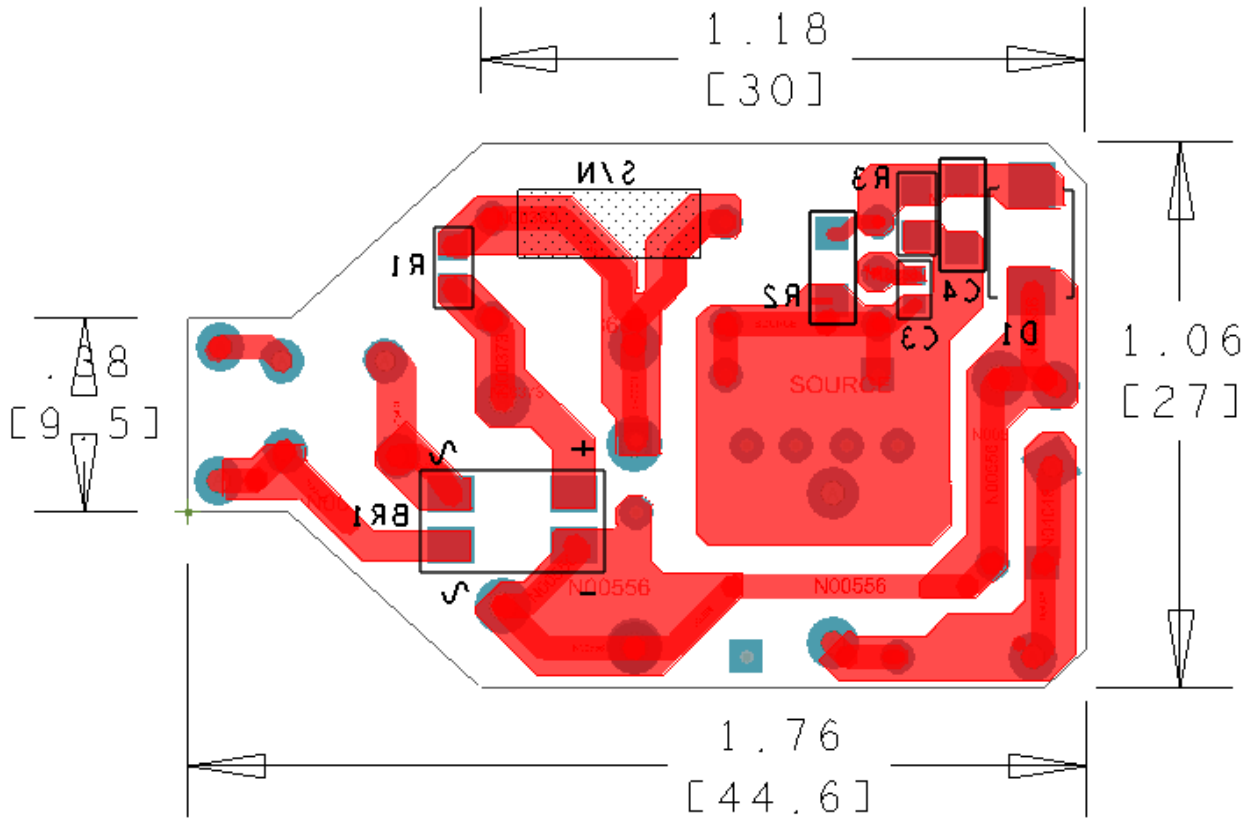


Figure 5 – Printed Circuit Layout. Bottom View.



6 BOM

Item	Qty	Ref Des	Description	Manufacturer P/N	Manufacturer
1	1	BR1	600 V, 0.5 A, Bridge Rectifier, SMD, MBS-1, 4-SOIC	MB6S-TP	Micro Commercial
2	1	C1	47 nF, 630 V, Film	ECQ-E6473KF	Panasonic
3	1	C2	330 nF, 450 V, METALPOLYPRO	ECW-F2W334JAQ	Panasonic
4	1	C3	100 nF, 25 V, Ceramic, X7R, 0603	VJ0603Y104KNXAO	Vishay
5	1	C4	22 μ F, 16 V, Ceramic, X5R, 1206	EMK316BJ226ML-T	Taiyo Yuden
6	1	C5	47 μ F, 63 V, Electrolytic, Gen. Purpose, (6.3 x 13)	63YXJ47M6.3X11	Rubycon
7	1	D1	600 V, 1 A, Ultrafast Recovery, 35 ns, SMB Case	MURS160T3G	On Semi
8	1	L1	4.7 mH, 0.150 A, 20%	RL-5480-3-4700	Renco
9	1	R1	4.7 k Ω , 5%, 1/8 W, Thick Film, 0805	ERJ-6GEYJ472V	Panasonic
10	1	R2	18.7 Ω , 1%, 1/4 W, Thick Film, 1206	ERJ-8ENF18R7V	Panasonic
11	1	RF1	4.7 Ω , 5%, 2 W, Metal Film Fusible	FW20A4R70JA	Bourns
12	1	RV1	275 V, 23 J, 7 mm, RADIAL	V275LA4P	Littlefuse
13	1	T1	EE10, Bobbin Inductor	Custom SNX-R1699	Kunshan Fengshunhe Santronics USA
14	1	U1	LinkSwitch-0, DIP-8B	LYT0006P	Power Integrations
15	1	VR1	62 V, 5%, 1 W, DO-41	1N4759A	Vishay



7 인덕터 사양

7.1 전기적 구성도

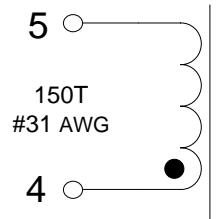


Figure 6 – Inductor Electrical Diagram.

7.2 전기적 사양

Primary Inductance	Pins 4-5, all other windings open, measured at 100 kHz, 0.4 V _{RMS} .	1.4 mH ±7%
---------------------------	--	------------

7.3 재료

Item	Description
[1]	Core: EE10; TDK-PC40EE10/11-Z; or equivalent.
[2]	Bobbin: EE10; 8 pins (4/4), Horizontal, PI#: 25-00956-00.
[3]	Magnet Wire: #31 AWG, double coated.
[4]	Tape: Polyester film, 3M 1350-1, 6.5mm wide.
[5]	Varnish.



7.4 인덕터 제작 구성도

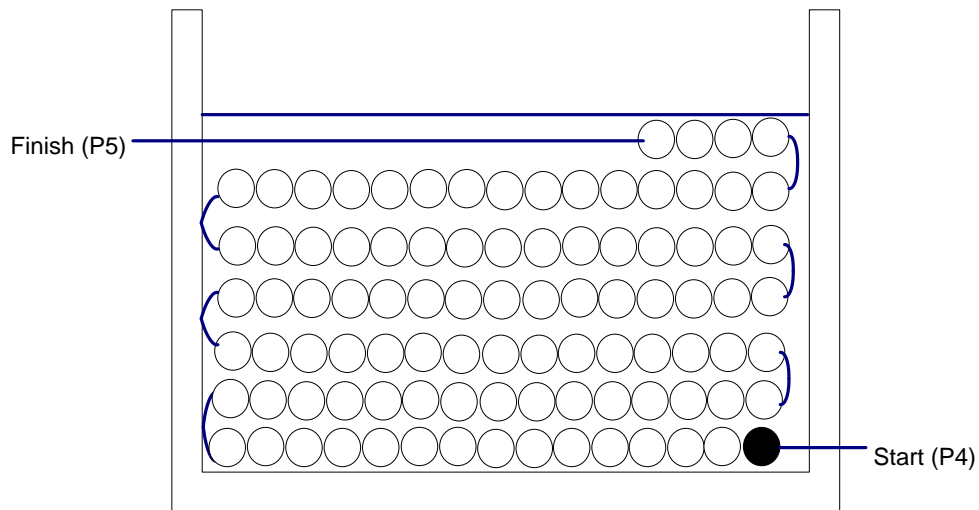


Figure 7 – Inductor Build Diagram.

7.5 트랜스포머 구성

Winding Preparation	Place bobbin item [2] on the mandrel with pin side 1-4 on the right side. Winding direction is clockwise direction.
Winding	Start pin 4, wind 150 turns of wire item [3] from right to left then left to right in ~6 layers and finish at pin 5.
Tape	Secure winding with tape item [4].
Final Assembly	Gap cores to get the 1.35 mH inductance. Apply tape to secure both cores. Remove pins: 2 and 3.

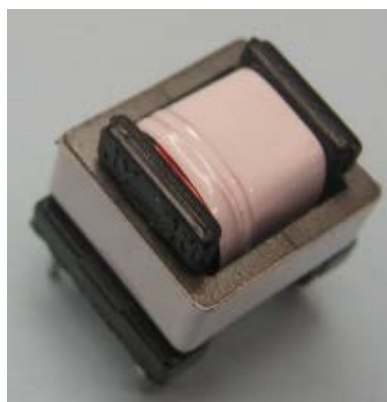


Figure 8 – Transformer Assembly Sample.



8 인덕터 디자인 스프레드시트

ACDC_LYTSwitchZero_052813; Rev.0.8; Copyright Power Integrations 2013	INPUT	INFO	OUTPUT	UNIT	LYTSwitchZero_Rev_0-8.xls: LYTSwitchZero Design Spreadsheet
INPUT VARIABLES					
VACMIN	90		90	Volts	Minimum AC Input Voltage
VACNOM	120		120		
VACMAX	265		265	Volts	Maximum AC Input Voltage
FL	60		60	Hertz	Line Frequency
VO	54		54	Volts	Output Voltage
IO	110		110	mA	Output Current
Pout			5.94	W	
EFFICIENCY	0.9		0.9		Overall Efficiency Estimate (Adjust to match Calculated, or enter Measured Efficiency)
CIN	0.38		0.38	uF	Input Filter Capacitor
Input Stage Resistance	4.7		4.7	ohms	Input Stage Resistance, Fuse & Filtering
Switching Topology			Buck		Type of Switching topology
DC INPUT VARIABLES					
VMIN			54.00068302	Volts	Minimum DC Bus Voltage
VMAX			374.766594	Volts	
LYTSwitchZero					
LYTSwitchZero	LYT0006		LYT0006		
ILIMIT			0.375	Amps	Typical Current Limit
ILIMIT_MIN			0.33275	Amps	Minimum Current Limit
ILIMIT_MAX			0.401	Amps	Maximum Current Limit
FSMIN			62000	Hertz	Minimum Switching Frequency
VDS			4.8375	Volts	Maximum On-State Drain To Source Voltage drop
DIODE					
VD			0.7	Volts	Freewheeling Diode Forward Voltage Drop
VRR			600	Volts	Recommended PIV rating of Freewheeling Diode
IF			1	Amps	Recommended Diode Continuous Current Rating
Diode Recommendation			BYV26C		Suggested Freewheeling Diode
OUTPUT INDUCTOR					
Core type	Ferrite		Ferrite		Select core type between Ferrite and Off-the-Shelf
Core size	EE10		EE10		Select core size
Custom Core					Enter custom core description (if used)
AE			12.1	mm^2	Core Effective Cross Sectional Area
LE			26.1	mm	Core Effective Path Length
AL			850	nH/T^2	Ungapped Core Effective Inductance
BW			6.6	mm	Bobbin Physical Winding Width
NL			149.6667555		Number of turns on inductor
BP			3100	Gauss	Peak flux density
LG			2.253983597	mm	Gap length
OD			0.132293908		Maximum Primary Wire Diameter including insulation
INS			0.031219467		Estimated Total Insulation Thickness (= 2 * film thickness)



DIA			0.101074441		Bare conductor diameter
AWG			39		Primary Wire Gauge (Rounded to next smaller standard AWG value)
CM			12.69920842		Bare conductor effective area in circular mils
CMA			0.112907248		!!! INCREASE CMA 200 (increase L(primary layers),decrease NS, use larger Core)/>
L			3		
LP	1400		1400	uH	Output Inductor, Recommended Standard Value
L_R	2		2	Ohms	DC Resistance of Inductor
IO_Average			112.474696		Average output current
ILRMS			112.474696	mA	Estimated RMS inductor current (at VMAX)
FEEDBACK COMPONENTS					
RFB	18.7		18.7	Ohms	Feedback Resistor. Use closest standard 1% value
CFB			22	uF	Feedback Capacitor
OUTPUT REGULATION					
IO_VACMIN			109.393596	mA	Output Current at VACMIN
IO_VACNOM			112.474696	mA	Output Current at VACNOM
IO_VACMAX			114.3382366	mA	Output Current at VACMAX



9 성능 데이터

All measurements performed at room temperature ($\approx 25\text{ }^{\circ}\text{C}$) otherwise specified.

Input		Input Measurement				LED Load Measurement			Efficiency (%)	Regulation (%)
VAC (V_{RMS})	Freq (Hz)	V_{IN} (V_{RMS})	I_{IN} (mA_{RMS})	P_{IN} (W)	PF	V_{OUT} (V_{DC})	I_{OUT} (mA_{DC})	P_{OUT} (W)		
90	60	90.07	82.57	6.480	0.871	54.0400	108.050	5.918	91.33	-1.77
100	60	100.11	78.53	6.584	0.838	54.1400	110.150	6.024	91.49	0.14
115	60	110.12	73.24	6.555	0.813	54.1400	110.080	6.006	91.62	0.07
120	60	120.12	69.70	6.566	0.784	54.1600	110.500	6.021	91.70	0.45
132	60	135.16	67.07	6.564	0.724	54.1600	110.590	6.015	91.64	0.54
190	50	190.30	57.15	6.386	0.587	54.0200	107.810	5.836	91.39	-1.99
200	50	200.41	56.02	6.359	0.566	53.9900	107.310	5.805	91.29	-2.45
220	50	220.35	54.16	6.308	0.529	53.9400	106.430	5.749	91.14	-3.25
230	50	230.37	53.68	6.286	0.508	53.9200	106.010	5.723	91.04	-3.63
240	50	264.15	55.86	6.726	0.456	54.2500	112.380	6.098	90.66	2.16
265	50	90.07	82.57	6.480	0.871	54.0400	108.050	5.918	91.33	-1.77



9.1 액티브 모드 효율

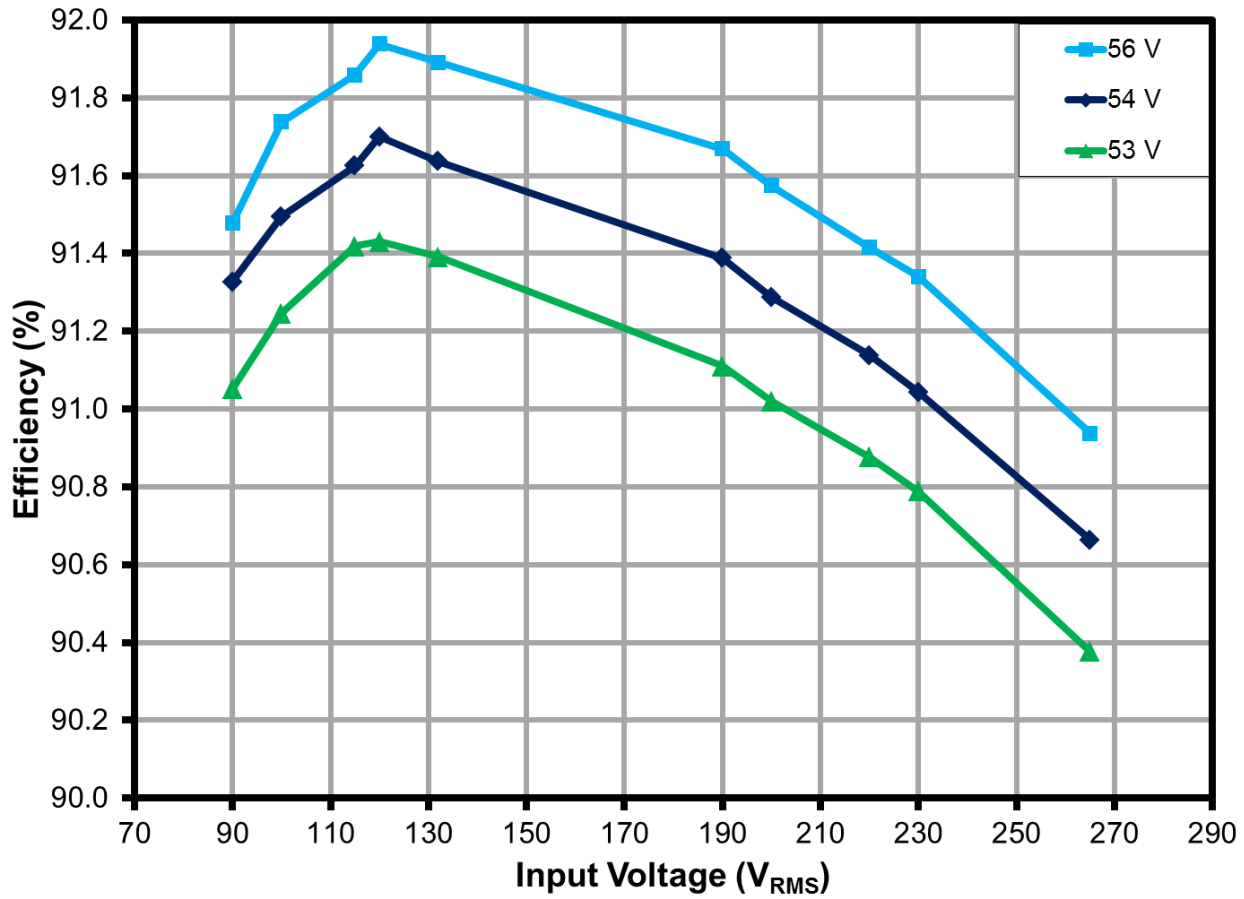


Figure 9 – Efficiency with Respect to AC Input Voltage. 90-132 VAC (50 Hz) and 190-265 VAC (60 Hz) Input.



9.2 출력 전류 레귤레이션

9.2.1 출력 전류 레귤레이션에 대한 입력 라인 및 부하 전압

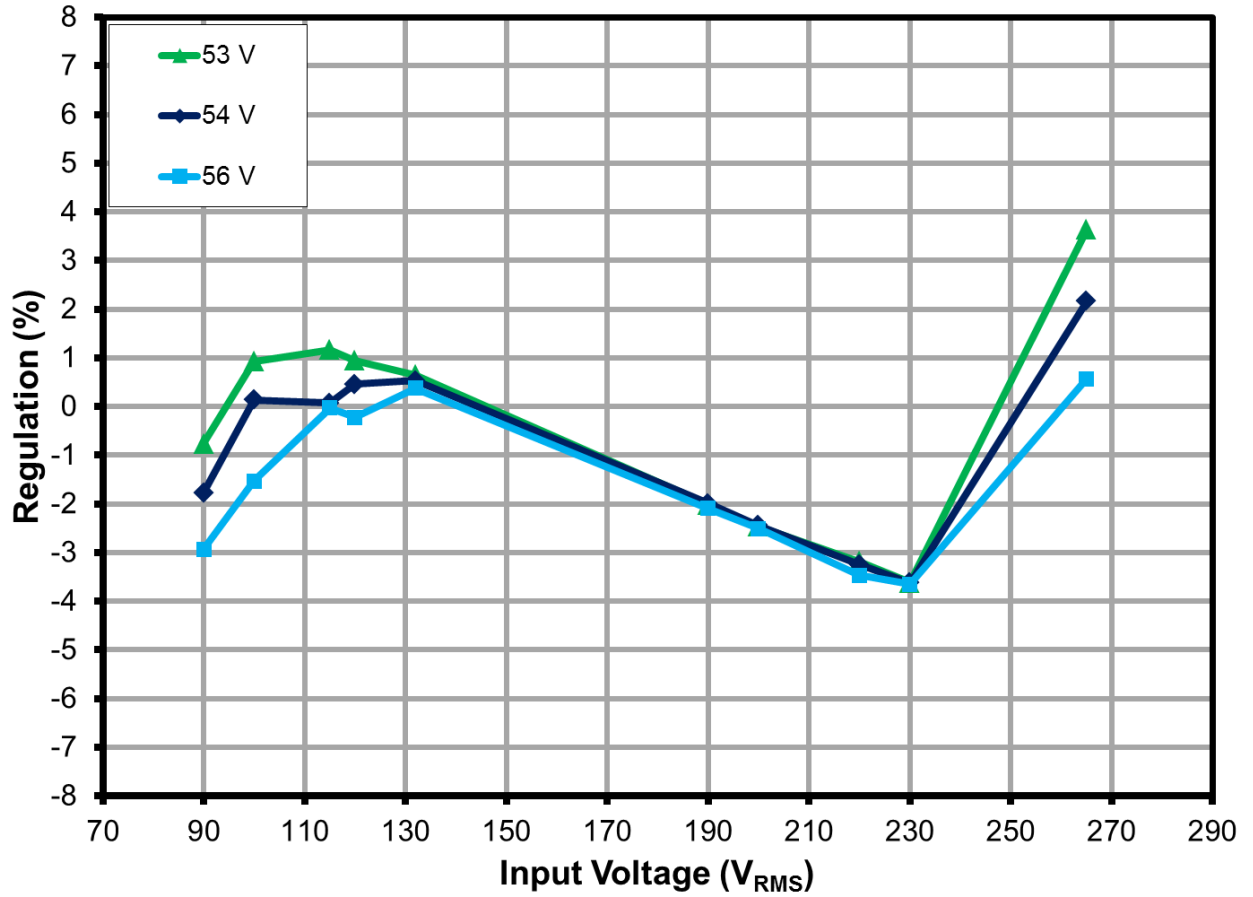


Figure 10 – Load Regulation, Room Temperature.



10 씨얼 성능

10.1 사용 장비

Chamber:	Tenney Environmental Chamber Model No: TJR-17 942	Wattmeter:	Yokogawa Power Meter Model No: WT2000
AC Source:	Chroma Programmable AC Source Model No: 6415	Data Logger:	Yokogawa Model: 2008-3-4-2-2-1D SN: S5L409310



Figure 11 – Thermal Chamber Set-up Showing Box Used to Prevent Airflow Over UUT.

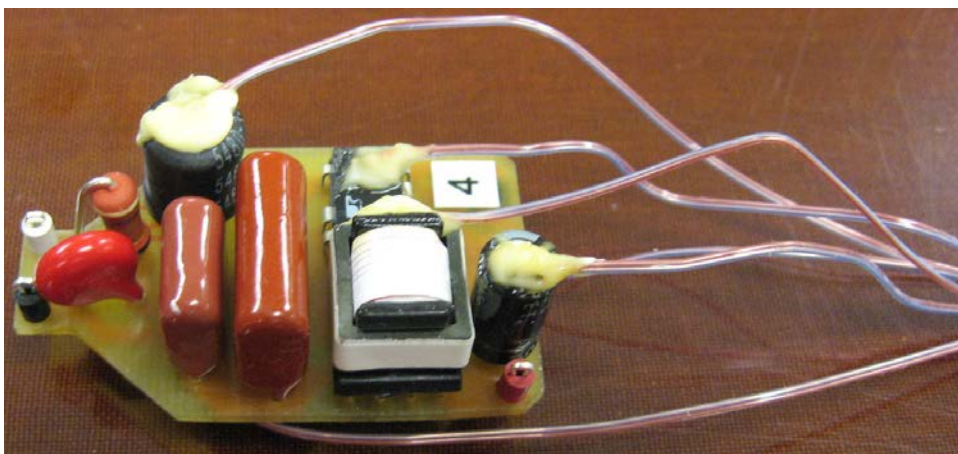


Figure 12 – Thermal Unit Thermocouple Measurement Set-up.



11 씨얼 결과

Input: 90 VAC / 60 Hz

Load: 54 V / 110 m A LED load.

Location	Temperature								Thermal Shutdown	Thermal Recovery
Ambient	23.3	38.7	47.9	58.4	70.0	80.0	90.0	100.0	107.9	40.5
Bridge	37.8	52.4	60.8	70.9	80.7	89.6	99.0	108.5	115.1	64.4
L1	37.2	52.7	60.9	71.2	81.9	90.6	100.4	109.9	117.8	60.2
L2	39.4	54.6	63.7	73.9	84.7	93.4	103.2	112.7	120.6	63.0
IC	40.9	56.9	66.1	76.9	87.6	97.5	107.5	117.8	125.0	61.7
Diode	38.0	53.5	62.8	73.5	83.9	93.3	103.1	113.0	120.1	59.4

Table 1 – Thermal Measurement.

Note: Unit will start reliably at -40 °C. Tests were performed but are not shown here.

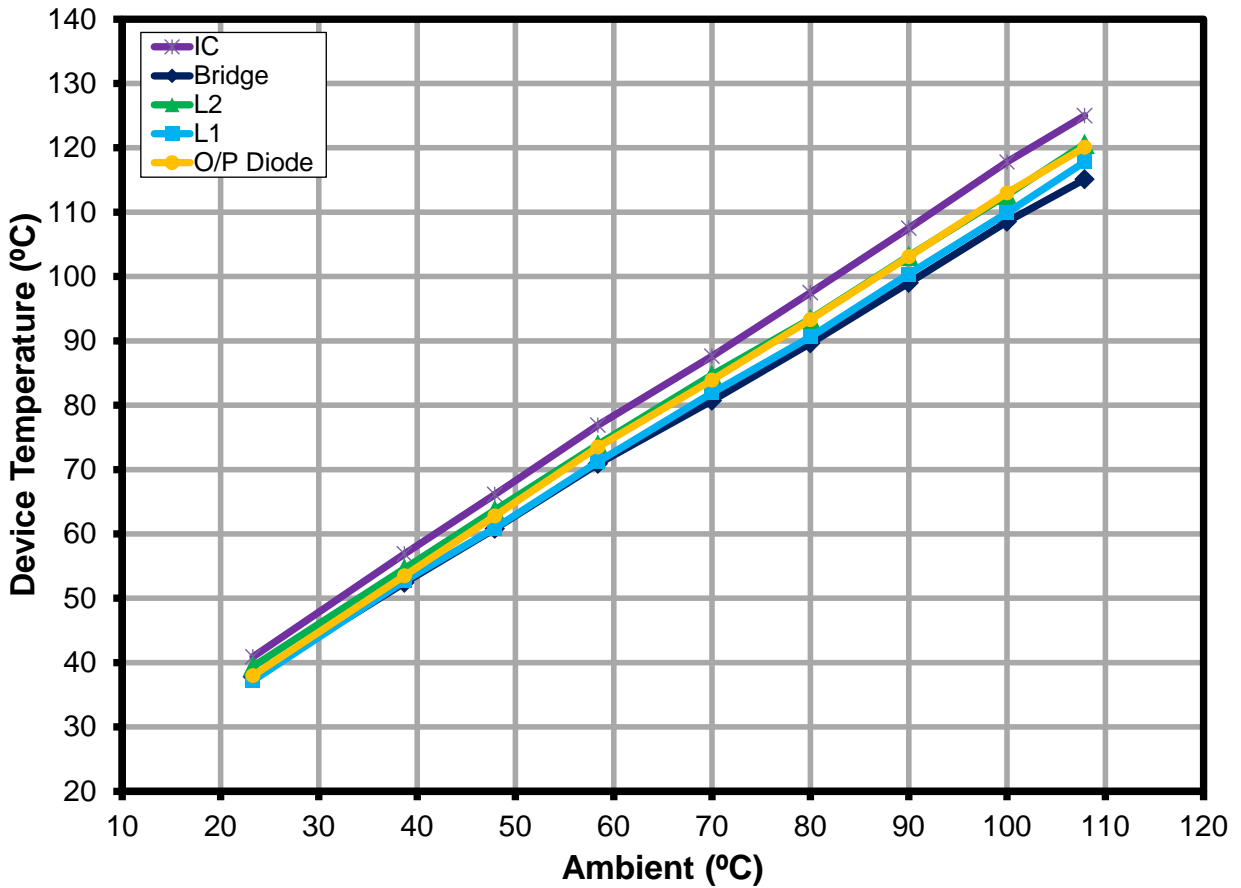


Figure 13 – Thermal Performance Curve.



11.1 씨벌 스캔

Open-frame thermal measurement at 25°C ambient. UUT was soaked for 1 hour to achieve steady-state before the measurement.

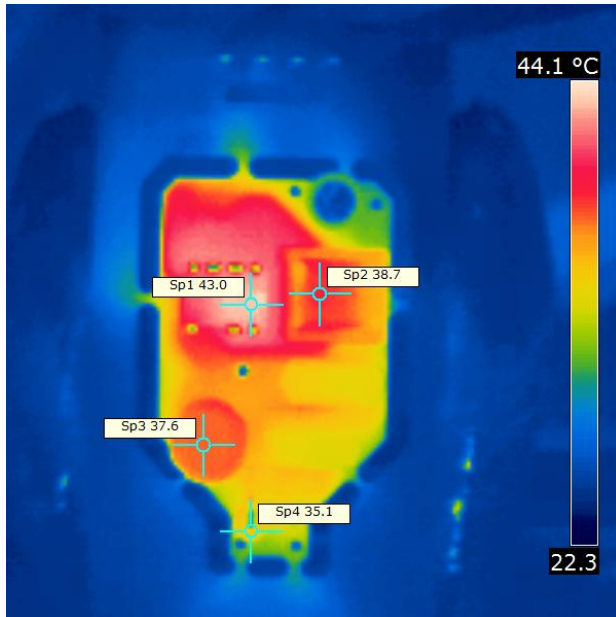


Figure 14 – Temperature (°C) at Top Side of PCB.
 SP1 – U1, LYT0006P.
 SP2 – L2, Power Inductor.
 SP3 – L1, EMI Choke.
 SP4 – FR1, Fusible Resistor.

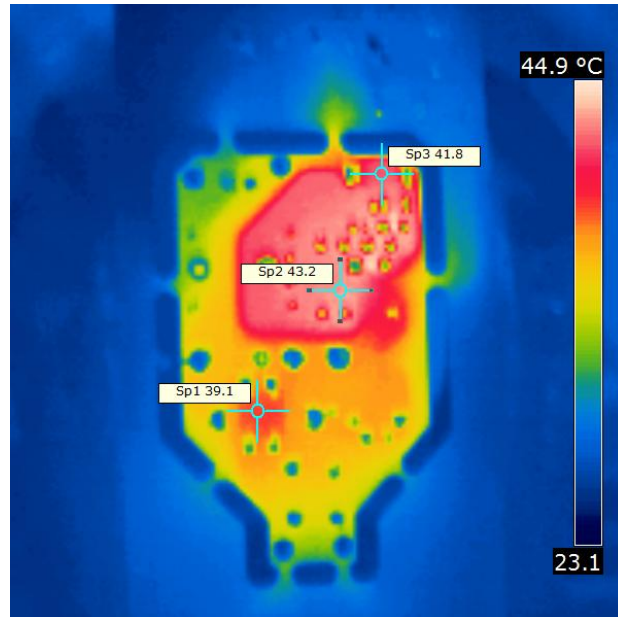


Figure 15 – Temperature (°C) at Bottom Side of PCB.
 SP1 – BR1, Bridge Rectifier.
 SP2 – PCB, Trace Temperature.
 SP3 – D1, Freewheeling Diode.



12 파형

12.1 정상 작동 중 드레인 전압

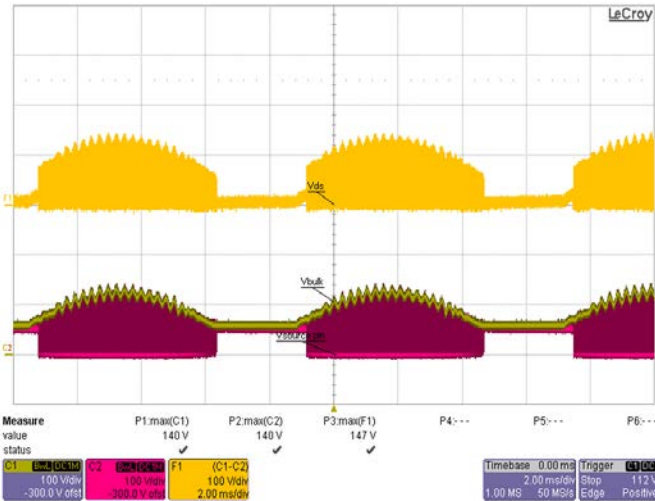


Figure 16 – 90 VAC, 60Hz, Full Load
 F1(Orange): $V_{DRAIN-SOURCE}$, 100 V / div.
 Ch1(Yellow): $V_{DRAIN-GND}$, 100 V / div.
 Ch2(Red): $V_{SOURCE-GND}$, 100 V, 2 ms / div.

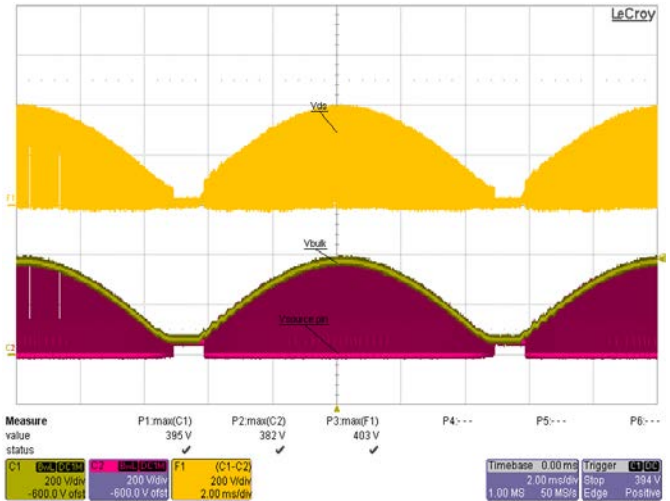


Figure 17 – 265 VAC, Full Load
 F1(Orange): $V_{DRAIN-SOURCE}$, 200 V / div.
 Ch1(Yellow): $V_{DRAIN-GND}$, 200 V / div.
 Ch2(Red): $V_{SOURCE-GND}$, 200 V, 2 ms / div.

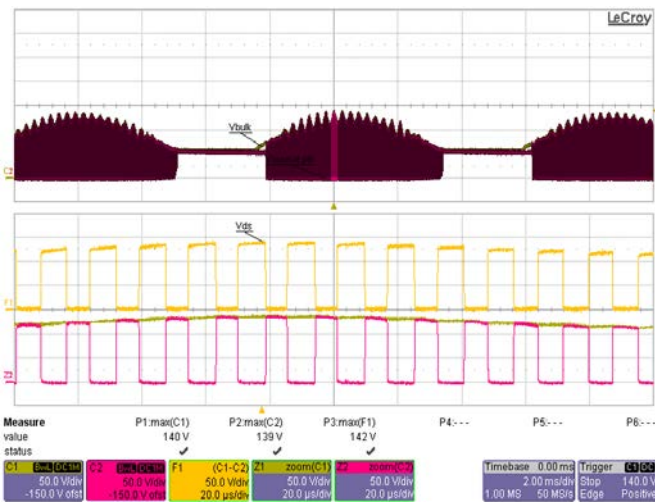


Figure 18 – 90 VAC, 60Hz, Full Load
 F1(Orange): $V_{DRAIN-SOURCE}$, 50 V / div.
 Ch1(Yellow): $V_{DRAIN-GND}$, 50 V / div.
 Ch2(Red): $V_{SOURCE-GND}$, 50 V, 2 ms / div.
 Z1(Yellow): $V_{DRAIN-GND}$, 50 V / div.
 Z2(Red): $V_{SOURCE-GND}$, 50 V, 20 μ s / div.

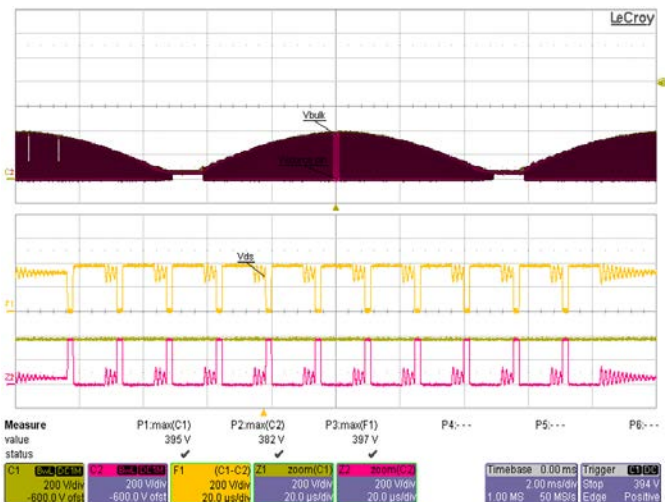


Figure 19 – 265 VAC, Full Load
 F1(Orange): $V_{DRAIN-SOURCE}$, 200 V / div.
 Ch1(Yellow): $V_{DRAIN-GND}$, 200 V / div.
 Ch2(Red): $V_{SOURCE-GND}$, 200 V, 2 ms / div.
 Z1(Yellow): $V_{DRAIN-GND}$, 200V / div.
 Z2(Red): $V_{SOURCE-GND}$, 200 V, 20 μ s / div.



12.2 정상 작동 중 드레인 전류

Missing pulses are normal and are used to regulate the output current. These missing pulses are present every time the sense resistor (R2) voltage-drop reaches 1.65 V. The unit will enter into auto-restart if there is not at least one missing pulse within 50 ms. For some designs wherein the power inductance is high and operating mostly in CCM, a reverse current may be present. One way to avoid this is by increasing the device size or increase input capacitance or adding a blocking diode in the drain. See AN-60 for more details.

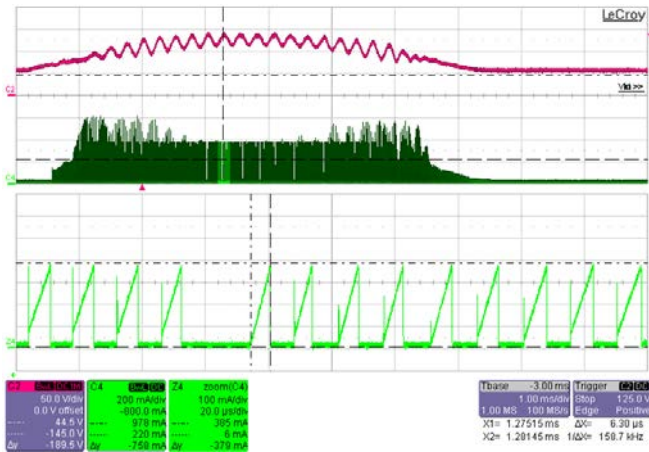


Figure 20 – 90 VAC, 60 Hz, 54 V_{LED}
 Ch2(Red): V_{BULK}, 50V / div.
 Ch4(Green): I_{DRAIN}, 200 mA / div., 1 ms / div.
 Z2(Green): I_{DRAIN}, 100 mA / div., 20 μs / div.

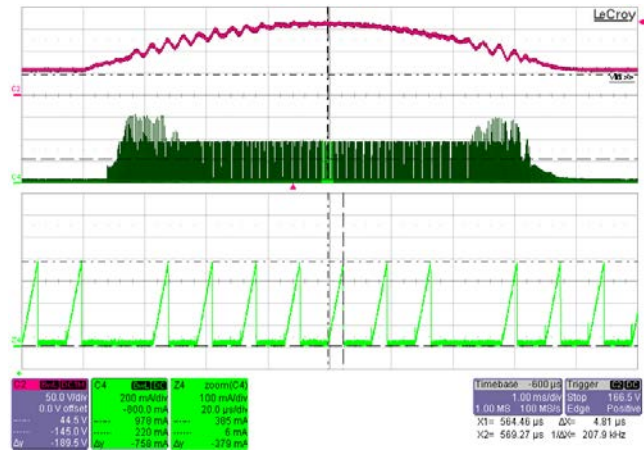


Figure 21 – 115 VAC, 60 Hz, 54 V_{LED}
 Ch2(Red): V_{BULK}, 50 V / div.
 Ch4(Green): I_{DRAIN}, 200 mA / div., 1 ms / div.
 Z2(Green): I_{DRAIN}, 100 mA / div., 20 μs / div.



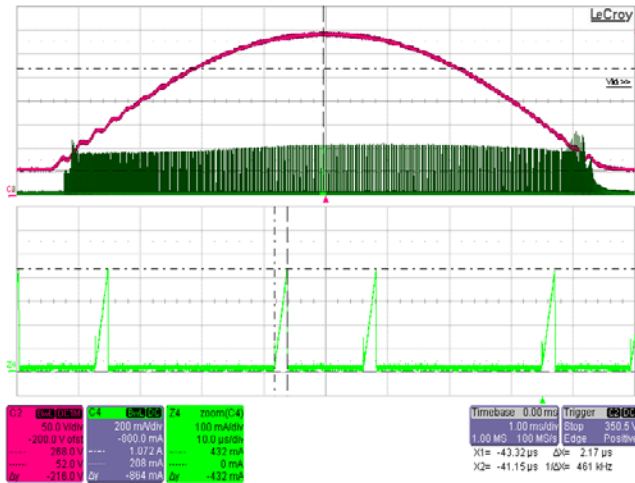


Figure 22 – 240 VAC, 60 Hz, 54 V_{LED}
 Ch2(Red): V_{BULK}, 50 V / div.
 Ch4(Green): I_{DRAIN}, 200 mA / div., 1 ms / div.
 Z2(Green): I_{DRAIN}, 100 mA / div., 20 μs / div.

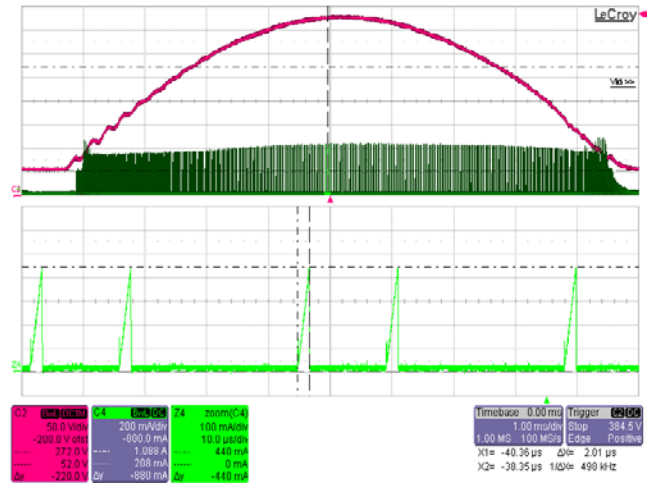


Figure 23 – 265 VAC, 60 Hz, 54 V_{LED}
 Ch2(Red): V_{BULK}, 50 V / div.
 Ch4(Green): I_{DRAIN}, 200 mA / div., 1 ms / div.
 Z2(Green): I_{DRAIN}, 100 mA / div., 20 μs / div.



12.3 출력 단락 상태에서 드레인 전압 및 전류

Device is operating within the range and no inductor saturation was observed.

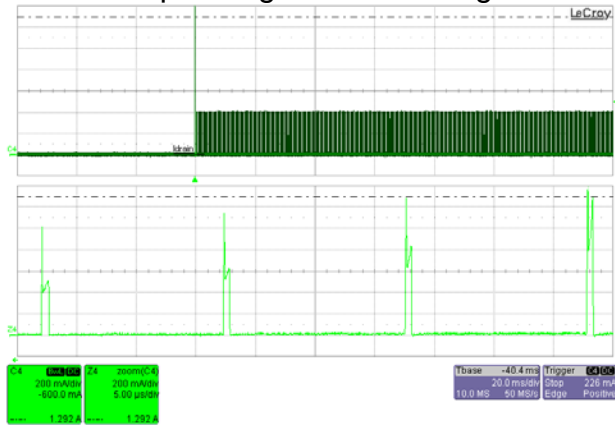


Figure 24 – LYT0006P Output Short.
 Ch4: I_{DRAIN} ; 0.2 A / div.
 Time Scale: 20 ms / div.
 Z4: V_{DS} ; 0.2 A / div.
 Zoom Time Scale: 5 μ s / div.

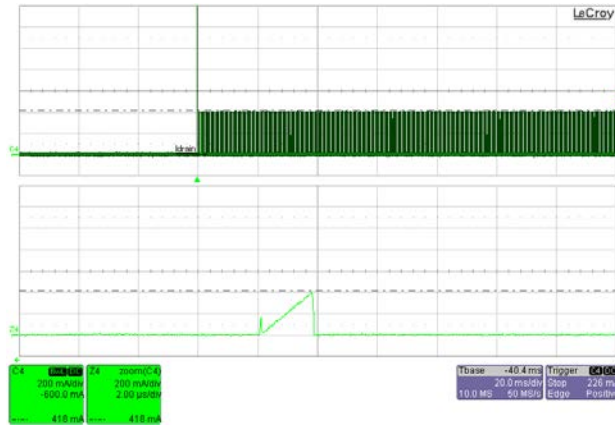


Figure 25 – LYT0006P Output Short.
 Ch4: I_{DRAIN} ; 0.2 A / div.
 Time Scale: 20 ms / div.
 Z4: V_{DS} ; 0.2 A / div.
 Zoom Time Scale: 2 μ s / div.

12.4 드레인 전압 및 전류 스타트업 프로파일

Device is operating within the range and no inductor saturation was observed.



Figure 26 – 265 VAC / 50 Hz Start-up.
 Ch1, Z1: SOURCE Pin to Ground; 100 V / div.
 Ch2, Z2: Bulk Input; 100 V / div.
 Ch4, Z4: I_{DRAIN} ; 0.2 A / div.
 Time Scale: 100 μ s / div.
 F1: V_{DS} ; 100 V / div.
 Zoom Time Scale: 500 ns / div.

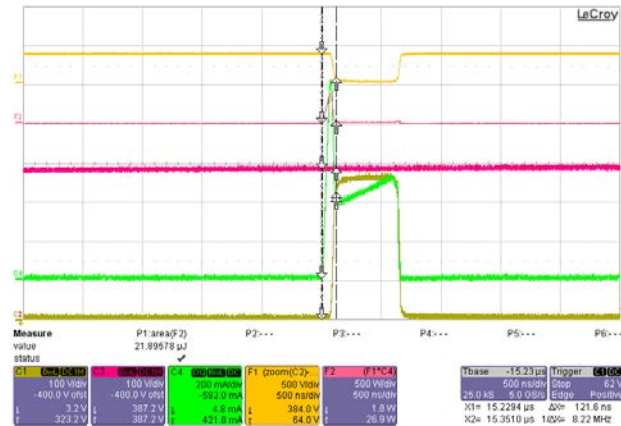


Figure 27 – 265 VAC / 50 Hz Start-up.
 Ch1: SOURCE Pin to Ground; 100 V / div.
 Ch2: Bulk Input; 100 V / div.
 Ch4: I_{DRAIN} ; 0.2 A / div.
 Time Scale: 500 ns / div.
 F1: V_{DS} ; 100 V / div.
 F2: Switching Power; 500 W / div.
 Zoom Time Scale: 500 ns / div.



12.5 출력 전류 스타트업 프로파일

Output current/light is present in just one AC cycle. <20 ms

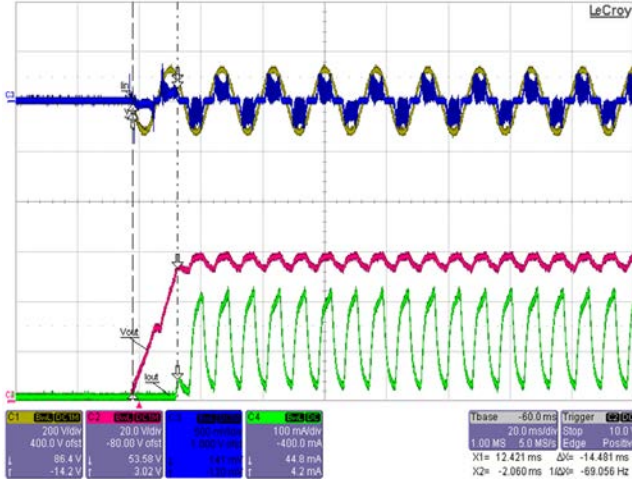


Figure 28 – 90 VAC, 60Hz, Full Load

- Ch1(Yellow): V_{IN} , 200 V / div.
- Ch2(Red): V_{OUT} , 20 V,
- Ch3(Blue): I_{IN} , 0.5 A / div.
- Ch4(Green): I_{OUT} , 100 mA / div., 20 ms / div.

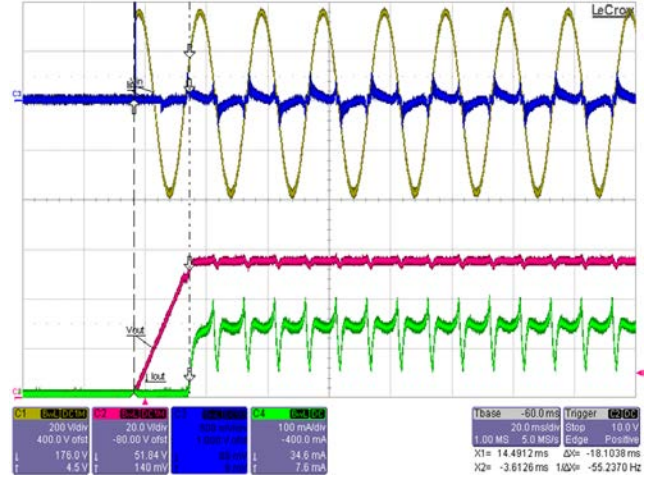


Figure 29 – 265 VAC, Full Load

- Ch1(Yellow): V_{IN} , 200 V / div.
- Ch2(Red): V_{OUT} , 20 V,
- Ch3(Blue): I_{IN} , 0.5 A / div.
- Ch4(Green): I_{OUT} , 100 mA / div., 20 ms / div.



12.6 입력-출력 프로파일

There is no limitation to the amount of output capacitance that can be added. If the application requires less output current ripple then increasing the output capacitance is straight forward. Note that the output current waveform below will vary depending on LED load impedance and will vary according to LED type.

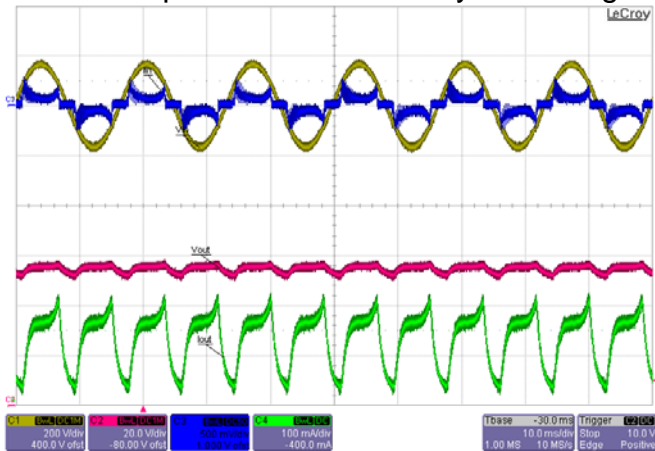


Figure 30 – 120 VAC, 60 Hz, Full Load
 Ch1(Yellow): V_{IN} , 200 V / div.
 Ch2(Red): V_{OUT} , 20 V.
 Ch3(Blue): I_{IN} , 0.5 A / div.
 Ch4(Green): I_{OUT} , 100 mA / div, 10 ms / div.

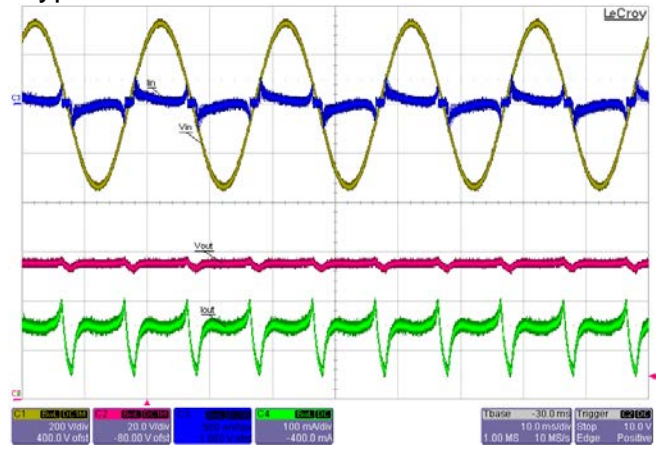


Figure 31 – 240 VAC, Full Load
 Ch1(Yellow): V_{IN} , 200 V / div.
 Ch2(Red): V_{OUT} , 20 V.
 Ch3(Blue): I_{IN} , 0.5 A / div.
 Ch4(Green): I_{OUT} , 100 mA / div, 10 ms / div.



12.7 라인 새그 및 서지

The inherent advantage of the buck converter implemented with LYTSwitch-0 is the imperceptible start-up delay, the driver will turn-on within 20 ms as shown in the figures below. No failure of any component occurred during line fluctuation tests.

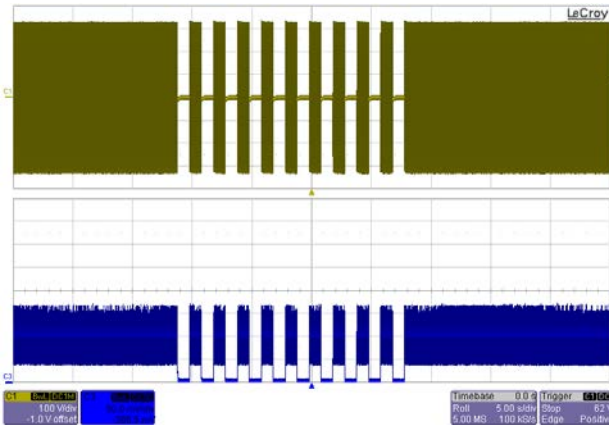


Figure 32 – Line sag test at 230 - 0 V at 1 Sec Interval.
 Ch1: V_{IN} ; 100 V / div.
 Ch2: I_{OUT} ; 50 mA / div.
 Time Scale: 5 s / div.

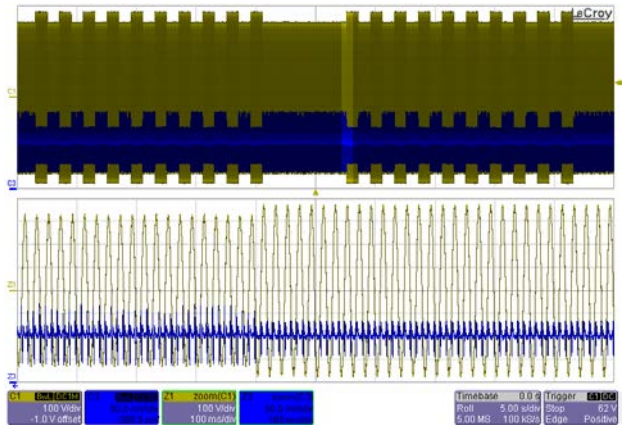


Figure 33 – Line Surge Test at 230 - 265 V at 1 Sec Interval.
 Ch1: V_{IN} ; 100 V / div.
 Ch2: I_{OUT} ; 50 mA / div.
 Time Scale: 5 s / div.

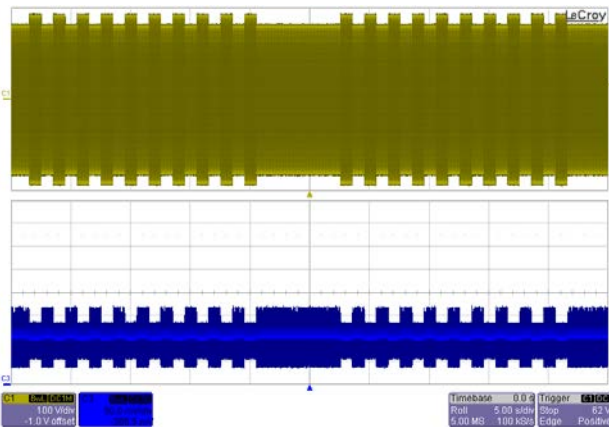


Figure 34 – Line Surge Test at 230 - 265 V at 1 Sec Interval.
 Ch1: V_{IN} ; 100 V / div.
 Ch2: I_{OUT} ; 50 mA / div.
 Time Scale: 5 s / div.

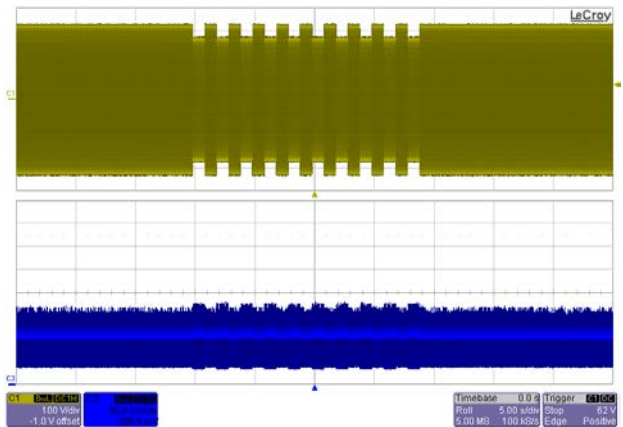


Figure 35 – Line Sag Test at 230 - 265 V at 1 Sec Interval.
 Ch1: V_{IN} ; 100 V / div.
 Ch2: I_{OUT} ; 50 mA / div.
 Time Scale: 5 s / div.



12.8 브라운아웃/브라운인

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

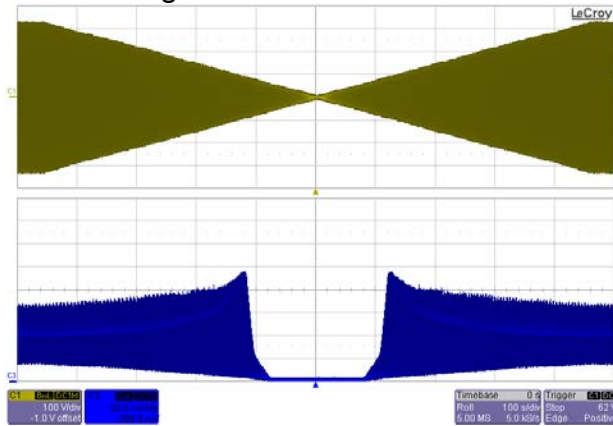


Figure 36 – Brown-out Test at 0.5 V / s. The Unit is Able to Operate Normally Without Any Failure and Without Flicker.
Ch1: V_{IN} ; 100 V / div.
Ch2: I_{OUT} ; 50 mA / div.
Time Scale: 100 s / div.



13 라인 서지

Differential input line 1.2 kV / 50 μ s surge testing was completed on a single test unit to IEC61000-4-5. Input voltage was set at 230 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)
+500	230	L to N	90	Pass
-500	230	L to N	90	Pass
+500	230	L to N	270	Pass
-500	230	L to N	270	Pass
+500	230	L to N	0	Pass
-500	230	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 230 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	230	L to N	90	Pass
-2500	230	L to N	90	Pass
+2500	230	L to N	270	Pass
-2500	230	L to N	270	Pass
+2500	230	L to N	0	Pass
-2500	230	L to N	0	Pass

Unit passed under all test conditions.



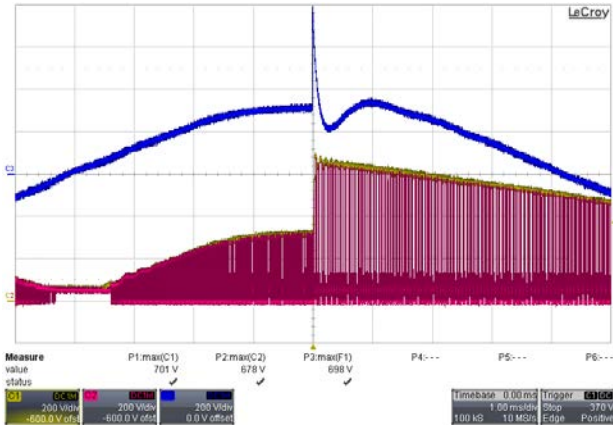


Figure 37 – Differential Line Surge at 500 V / 90°. Peak Drain Voltage Recorded is 678 V.
 Ch1: V_{IN} ; 200 V / div.
 Ch2: V_{DRAIN} ; 200 V / div.
 Ch3: V_{BULK} ; 200 V / div.
 Time Scale: 1 ms / div.

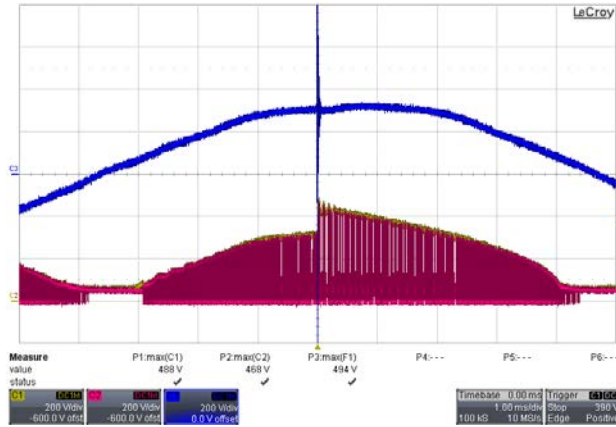


Figure 38 – Differential Ring Surge at 2500 V / 90°. Peak Drain Voltage Recorded is 468 V.
 Ch1: V_{IN} ; 200 V / div.
 Ch2: V_{DRAIN} ; 200 V / div.
 Ch3: V_{BULK} ; 200 V / div.
 Time Scale: 1 ms / div.

14 전도성 EMI

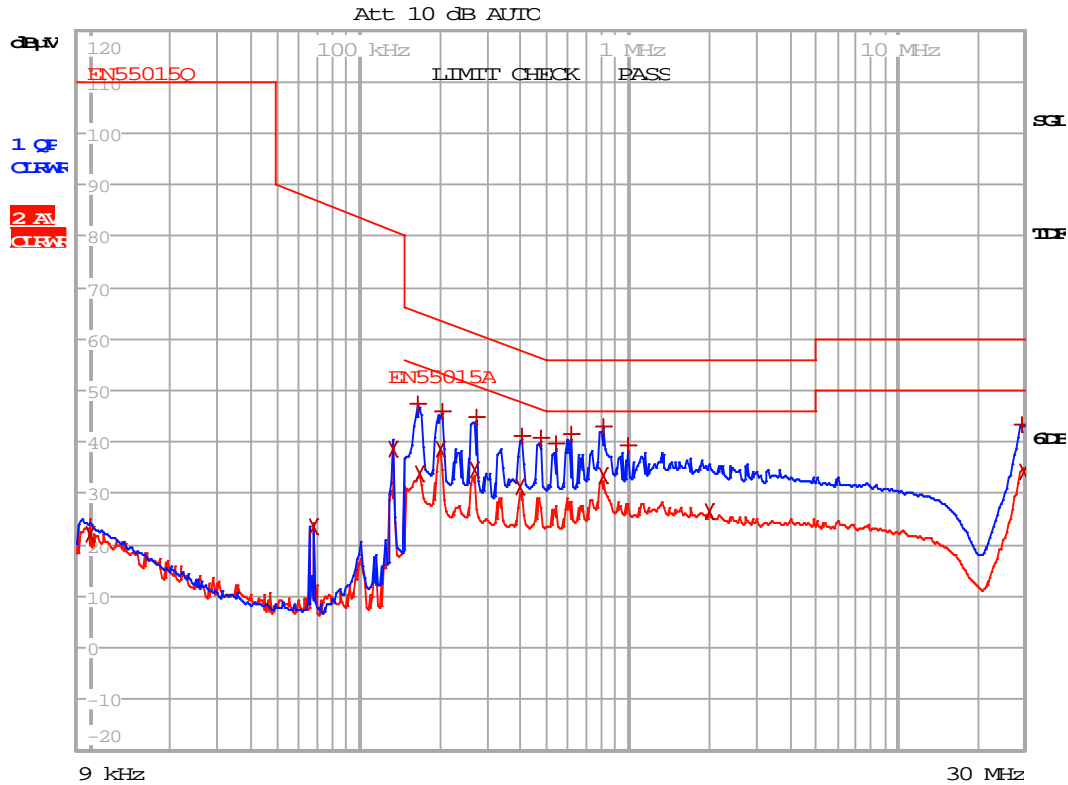


Figure 26 – Conducted EMI, Maximum Steady State Load, 120 VAC, 60 Hz, and EN55015 B Limits.

EDIT PEAK LIST (Final Measurement Results)						
TRACE		FREQUENCY	LEVEL dBuV		DELTA	LIMIT dB
Trace1:	EN55015Q					
Trace2:	EN55015A					
Trace3:	---					
2	Average	9.9415991287 kHz	22.25	N	gnd	
2	Average	67.8393045788 kHz	23.52	N	gnd	
2	Average	134.789536006 kHz	38.77	N	gnd	
1	Quasi Peak	165.693318812 kHz	47.45	L1	gnd	-17.72
2	Average	167.350252 kHz	33.66	N	gnd	-21.42
2	Average	200.175581485 kHz	38.55	N	gnd	-15.05
1	Quasi Peak	204.199110673 kHz	45.87	N	gnd	-17.56
2	Average	267.135089486 kHz	34.58	N	gnd	-16.62
1	Quasi Peak	272.504504785 kHz	44.83	N	gnd	-16.20
2	Average	397.727746704 kHz	31.37	N	gnd	-16.53
1	Quasi Peak	401.705024172 kHz	41.34	N	gnd	-16.47
1	Quasi Peak	475.741040231 kHz	40.79	N	gnd	-15.62
1	Quasi Peak	536.076911993 kHz	39.85	N	gnd	-16.14
1	Quasi Peak	610.105531335 kHz	41.66	N	gnd	-14.33
1	Quasi Peak	806.126927408 kHz	43.14	N	gnd	-12.85
2	Average	806.126927408 kHz	33.29	N	gnd	-12.70
1	Quasi Peak	1.00339897152 MHz	39.33	N	gnd	-16.66
2	Average	2.03372014292 MHz	26.57	N	gnd	-19.42
1	Quasi Peak	29.2697736439 MHz	43.21	L1	gnd	-16.78
2	Average	29.5624713804 MHz	34.37	L1	gnd	-15.62



Table 2 – Conducted EMI, Maximum Steady State Load, 120 VAC, 60 Hz, and EN55015 B Limits.



Figure 27 – Conducted EMI, Maximum Steady State Load, 230 VAC, 60 Hz, and EN55015 B Limits.

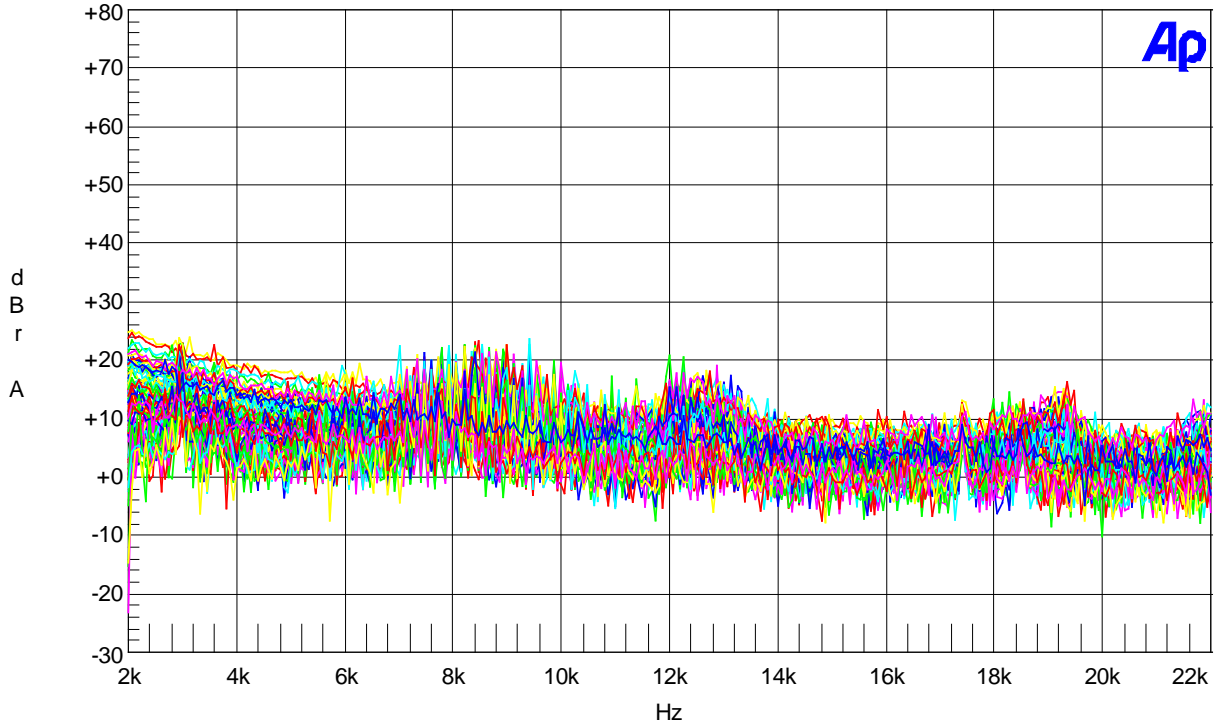
EDIT PEAK LIST (Final Measurement Results)			
TRACE	FREQUENCY	LEVEL dBµV	DELTA LIMIT dB
Trace1:	EN55015Q		
Trace2:	EN55015A		
Trace3:	---		
2 Average	134.789536006 kHz	37.65 L1 gnd	
2 Average	200.175581485 kHz	41.49 N gnd	-12.10
2 Average	267.135089486 kHz	39.23 N gnd	-11.97
2 Average	332.507282579 kHz	35.66 N gnd	-13.72
2 Average	475.741040231 kHz	33.70 N gnd	-12.71
1 Quasi Peak	592.16241791 kHz	45.66 N gnd	-10.33
2 Average	592.16241791 kHz	35.36 N gnd	-10.63
1 Quasi Peak	667.263434405 kHz	48.66 N gnd	-7.33
2 Average	667.263434405 kHz	36.60 N gnd	-9.39
1 Quasi Peak	744.444692652 kHz	48.12 N gnd	-7.87
1 Quasi Peak	872.919948931 kHz	50.67 N gnd	-5.32
2 Average	872.919948931 kHz	38.46 N gnd	-7.53
1 Quasi Peak	954.699692378 kHz	47.91 N gnd	-8.08
1 Quasi Peak	1.02356729084 MHz	47.16 N gnd	-8.83
1 Quasi Peak	1.55458365781 MHz	43.77 N gnd	-12.22
1 Quasi Peak	2.50634031306 MHz	42.47 N gnd	-13.53
2 Average	2.93888112801 MHz	31.88 N gnd	-14.11
1 Quasi Peak	29.2697736439 MHz	48.08 L1 gnd	-11.91
2 Average	29.2697736439 MHz	40.24 L1 gnd	-9.75



Table 3 – Conducted EMI, Maximum Steady State Load, 230 VAC, 60 Hz, and EN55015 B Limits.

15 가청 노이즈

Input voltage were sweep from 90V to 265Vac at 60Hz line input.



Color	Line Style	Thick	Data	Axis
Cyan	Solid	1	Fft.Ch.1 Ampl	Left
Green	Solid	1	Fft.Ch.1 Ampl	Left
Yellow	Solid	1	Fft.Ch.1 Ampl	Left

PI Standard Audio Noise (do not edit).at2

Figure 39 – Noise from the UUT at 1 cm from the Center of the Board to Microphone Receiver Position.



16 부록

Types of overvoltage protection for a buck converter:

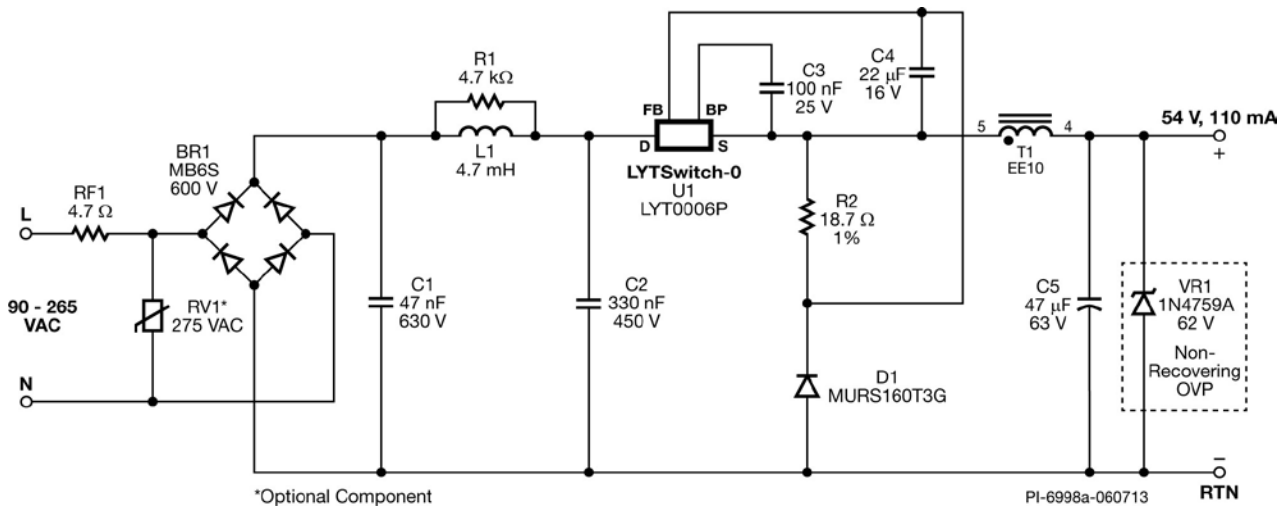


Figure 40 – Simple and cheapest approach is to add a Zener diode across the output terminals. In case of no load, the Zener diode will short in order and protect the output capacitor. IC U1 will be limited by the primary current limit. Note that the Zener diode will need to be replaced after this event.



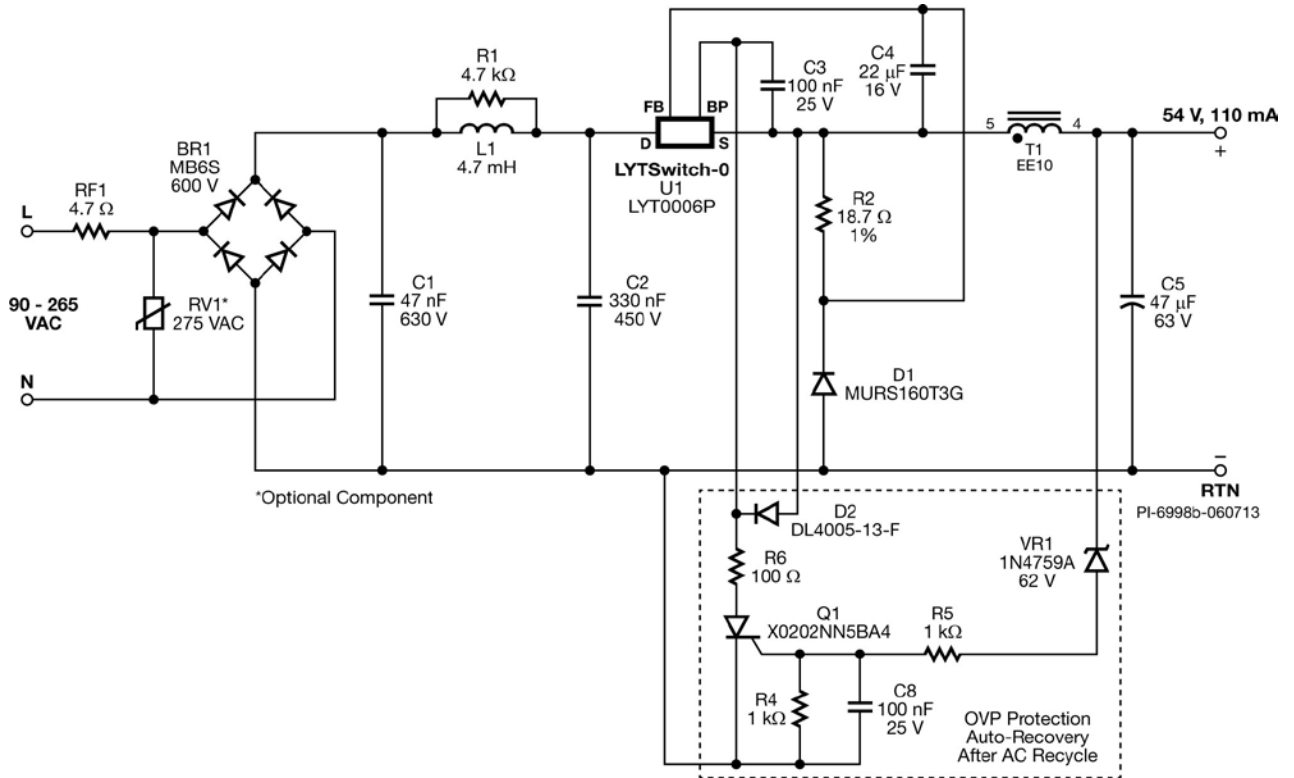


Figure 41 – Auto-recovery OVP latch protection. Once AC input is recycled for 2s, the unit will function normally once load is connected. Advantage is lowest no-load consumption and non-damaging failure.

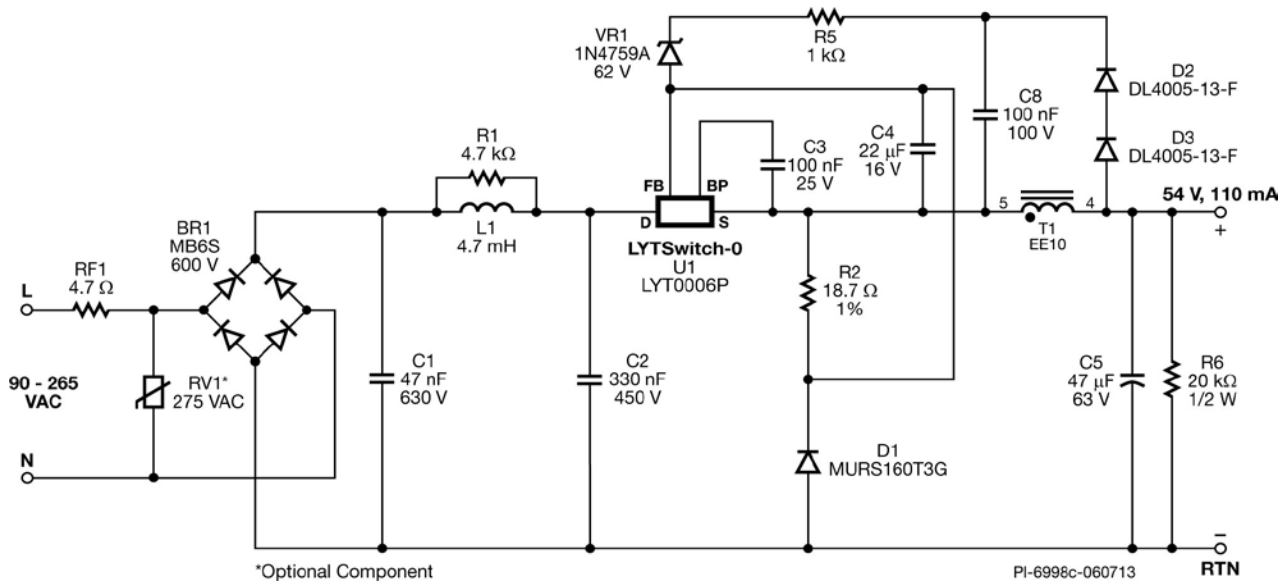


Figure 42 – Constant voltage (CV) mode protection. Load can be connected anytime without AC recycle. Disadvantage is it will require some pre-load in order to regulate, which decreases efficiency. Pre-load can be replaced by a appropriately rated Zener in series with a resistor if efficiency is a concern.

OVP Protection	Pros	Cons
Zener	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cheapest and simple. 2. $V_{OUT} \approx 0\text{ V}$ at no-load; safe. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Non-auto recovery. Replace Zener once fault is removed.
SCR Latch	<ol style="list-style-type: none"> 1. Auto-recovery. 2. Lowest no-load consumption. 3. $V_{OUT} \approx 0\text{ V}$ at no-load; safe. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cost. 2. Requires AC recycle for recovery.
Constant Voltage Mode	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hot-plug, load can be connected anytime. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Consumes extra power. 2. Residual voltage at no-load. 3. Cost.

Table 4 – Overvoltage Protection Comparison.



17 개정 내역

Date	Author	Revision	Description & changes	Reviewed
18-Jun-13	JDC	1.0	Initial Release	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: eurossales@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: eurossales@powerint.com

중국(선젠)

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: eurossales@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

