

제목	<b>LYTSwitch™-0 LYT0006D</b> 를 사용한 7W 비디밍, 비절연 벽 LED 드라이버에 대한 참조 디자인 보고서
사양	190VAC – 265VAC 입력, 85V, 82mA 출력
애플리케이션	A17/A19 LED 드라이버 램프 교체용
작성자	애플리케이션 엔지니어링 부서
문서 번호	RDR-378
날짜	04.10.13
개정	1.0

#### 요약 및 기능

- 일체형(single-stage) 역률 보정(230V에서 >0.5) 및 정확한 정전류(CC) 출력
- 저가형, 적은 부품 수 및 소형 PCB 풋프린트 솔루션
- 높은 에너지 효율, VAC 입력 전체에서 91%
- 빠른 스타트업 시간(<100ms) - 인지되는 지연 시간 없음
- 내장된 보호 및 신뢰성 기능
  - 단일 샷 무부하 보호 기능
  - 오토 리커버리 기능으로 출력 단락 회로 보호
  - 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. Power Integrations의 전체 특허 목록은 [www.powerint.com](http://www.powerint.com)에서 확인할 수 있습니다. Power Integrations는 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](http://www.powerint.com)

## 내용

1	소개 .....	3
2	파워 서플라이 사양 .....	5
3	회로도 .....	6
4	회로 설명 .....	7
4.1	입력 EMI 필터링 .....	7
4.2	LYTSwitch-0 .....	7
4.3	출력 정류 .....	7
4.4	출력 피드백 .....	7
4.5	무부하 보호 .....	8
5	PCB 레이아웃 .....	9
6	BOM .....	10
7	인덕터 디자인 스프레드시트 .....	11
8	성능 데이터 .....	13
8.1	액티브 모드 효율 .....	14
8.2	출력 전류 레귤레이션 .....	15
8.2.1	입력 전압 및 부하 전체에서의 출력 전류 레귤레이션 .....	15
9	써멀 성능 .....	16
9.1	사용 장비 .....	16
9.2	써멀 결과 .....	18
9.2.1	부하: 85V/82mA LED 부하 .....	18
9.3	써멀 스캔 .....	19
10	파형 .....	20
10.1	정상 작동 시 드레인 전압 및 전류 .....	20
10.2	출력 단락 상태시 드레인 전압 및 전류 .....	21
10.3	드레인 전압 및 전류 스타트업 프로파일 .....	21
10.4	출력 전류 스타트업 프로파일 .....	22
10.5	입력-출력 프로파일 .....	23
10.6	라인 새그 및 서지 .....	24
10.7	원샷 무부하 보호 .....	25
10.8	브라운아웃/브라운인 .....	26
11	라인 서지 .....	27
12	전도성 EMI .....	29
13	개정 내역 .....	32

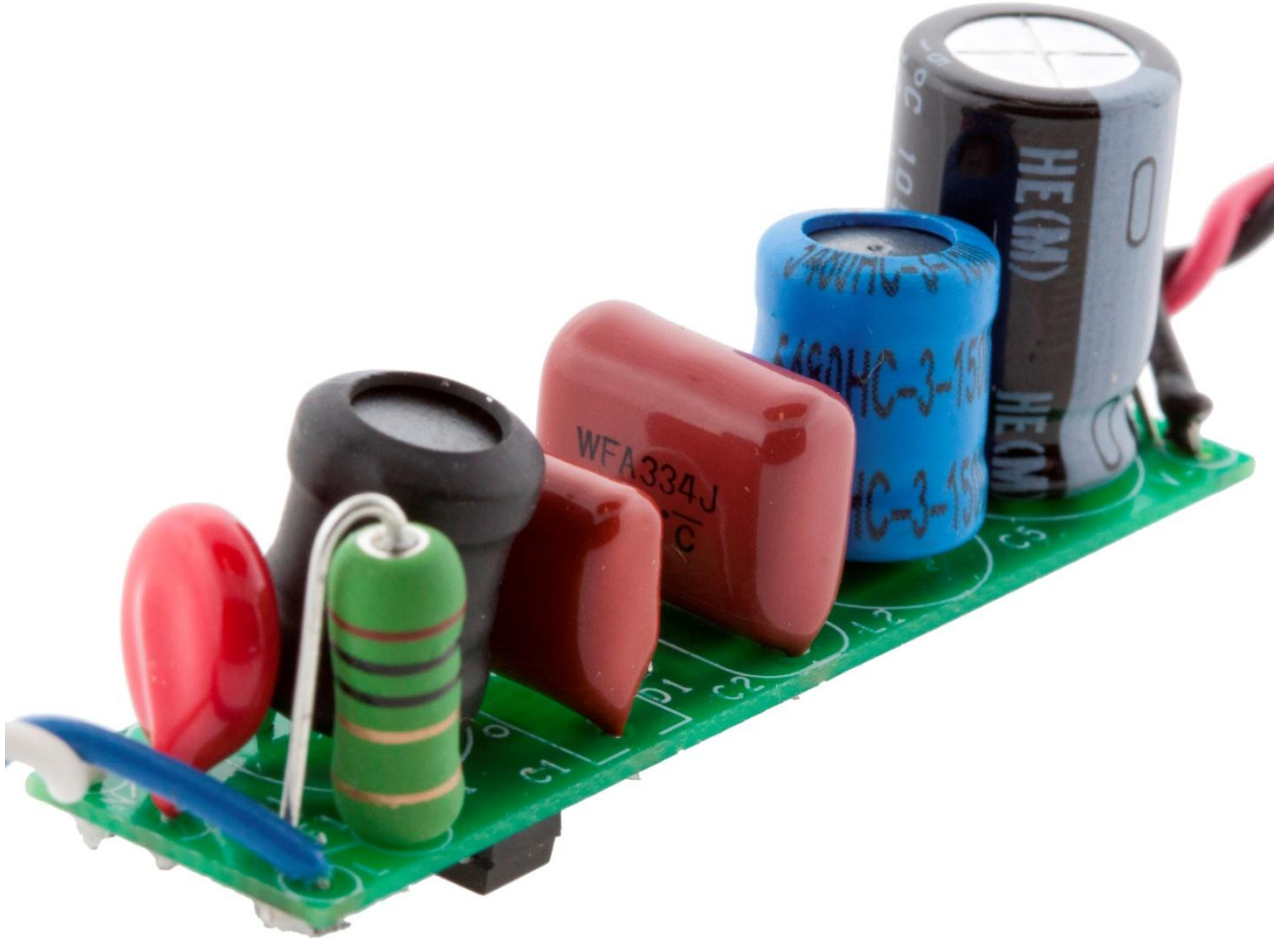
### 중요 사항:

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(LYT0006D)을 사용하는 비용 효과적인 파워 서플라이에 대해 설명합니다.



**Figure 1 – Populated Circuit Board**

이 파워 서플라이는 190VAC~265VAC의 입력 전압 범위에서 작동합니다. 벡 토폴로지를 사용하면 DC 버스 전압이 충분히 높기 때문에 85V 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.

참조 디자인은 레트로핏 램프 애플리케이션용으로만 제한되어 있지 않으며, LED 튜브 또는 발라스트 애플리케이션에 맞게 디자인 레이아웃을 손쉽게 수정할 수 있습니다.



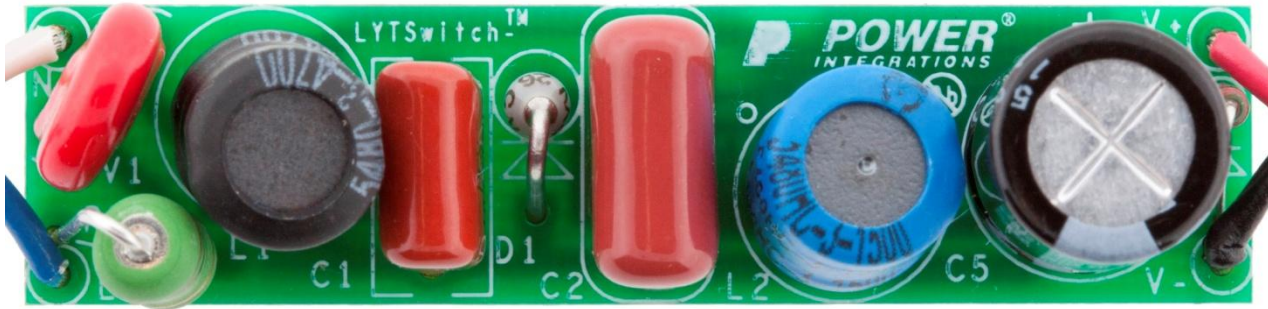


Figure 2 – Populated Circuit Board, Top View.

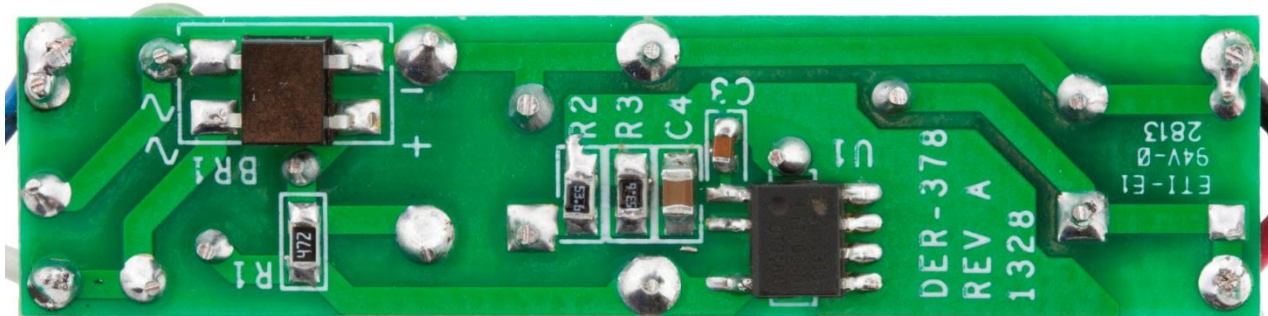


Figure 3 – Populated Circuit Board, Bottom View.



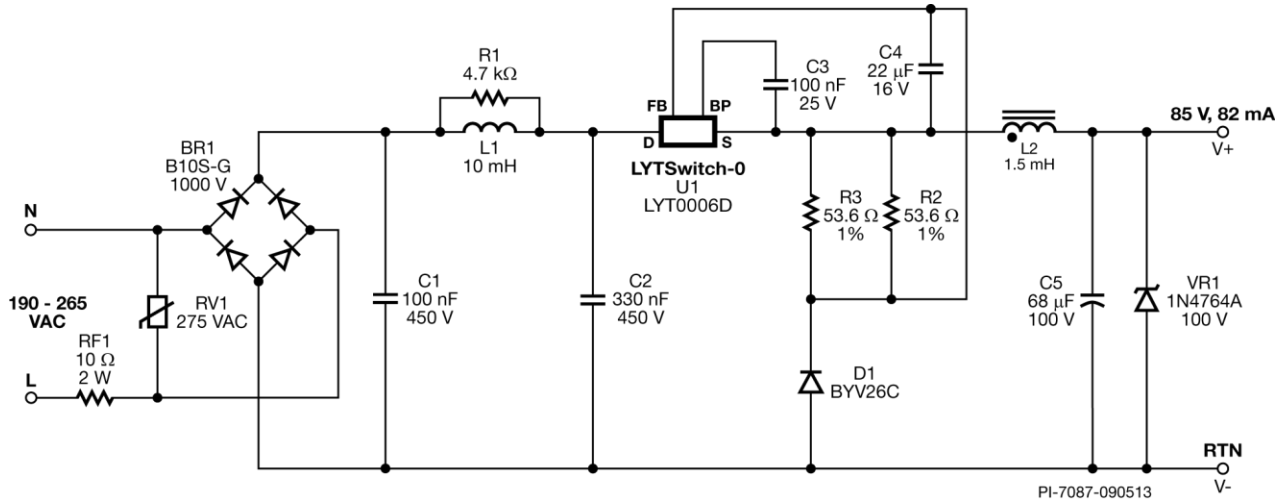
## 2 파워 서플라이 사양

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

설명	기호	최소	일반	최대	단위	설명
입력 전압 작동	$V_{IN}$	190		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	$V_{OUT}$	83	85	88	V	$\pm 4\%$ , 200VAC-240VAC
출력 전류	$I_{OUT}$		82		mA	
총 출력 전력 연속 출력 전력	$P_{OUT}$		7		W	
효율 240VAC, 85 V LED	$\eta$	91			%	$P_{OUT}$ , 25 °C 에서 측정
역률 240VAC, 85 V LED	PF	0.5				$P_{OUT}$ , 25 °C 에서 측정
환경 전도성 EMI		CISPR22B/EN55015B 충족				1.2/50 $\mu$ 서지, IEC 1000-4-5, 직렬 임피던스: 디퍼렌셜 모드: 2 $\Omega$  500A 단락 회로 직렬 임피던스: 디퍼렌셜 모드: 2 $\Omega$
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



### 3 회로도



**Figure 4 – Schematic.** Zener Diode VR1 is Optional, Providing One-time No-load Protection. Refer to AN-60 for Additional OVP Options.



## 4 회로 설명

그림 3에 나타난 파워 서플라이는 하이 사이드 벅 구성에 LYT0006D(U1)를 사용해 출력 전압 85VDC에서 82mA의 정전류를 제공합니다. 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  $\pi$  필터를 구성합니다. 또한 커패시터 C1과 C2를 에너지 저장용으로 사용하여 라인 노이즈를 줄이고 라인 서지에 대해 보호합니다.

### 4.2 LYTSwitch-0

LYTSwitch-0 제품군은 우수한 라인 레귤레이션과 0~100°C(LYTSwitch-0 케이스 온도)의 온도 레귤레이션을 달성하는 간편하고 비용 효과적인 LED 드라이버를 설계하도록 완벽하게 최적화되어 있습니다. 파워 인덕터와 센싱 저항의 균형을 이루어 최상의 라인 레귤레이션을 달성하기 위해 PIXI 스프레드시트를 사용했습니다. 역률과 라인 부하 레귤레이션을 극대화하도록 설계하기 위해 총 입력 커패시턴스를 최적화합니다.

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

벅 컨버터 스테이지는 파워 MOSFET 스위치를 포함한 LYT0006D(U1), 프리휠링 다이오드(D1), 센싱 저항(R2, R3), 파워 인덕터(L2), 출력 커패시터(C5)로 구성됩니다. 컨버터는 역방향 전류의 사이클을 제한하기 위해서 대부분 DCM(불연속 모드)으로 작동합니다. 스위칭 손실을 최소화하기 위해 패스트 프리휠링 다이오드를 선택했습니다.

파워 컨버터에는 비용 절감을 위해 표준 기성품 인덕터를 사용했습니다.

### 4.3 출력 정류

우수한 효율을 달성하고 써멀 관리를 위해 패스트 출력 다이오드(D1)를 사용했습니다. 일반적으로 LED 애플리케이션의 주변 온도는 70°C 를 초과하며  $t_{RR}(<35ns)$ 이 낮은 디바이스가 권장됩니다.

### 4.4 출력 피드백

스위칭 사이클을 생략함으로써 레귤레이션을 유지합니다. 출력 전류가 증가하면 FEEDBACK(FB) 핀의 전압도 높아집니다. 이 전압이  $V_{FB}$  를 초과할 경우 전압이  $V_{FB}$  아래로 줄어들 때까지 후속 스위칭 사이클이 생략됩니다. 전류가 R2, R3 에서 센싱되고 C4 에 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 FB 핀과 SOURCE(S) 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

설계에는 옵션인 원샷 무부하 보호 회로가 적용됩니다. 돌발적인 무부하 작동 상태가 발생할 경우 출력 커패시터가 VR1 에 의해 보호됩니다. 고장 발생 후 제너 다이오드 VR1 을 교체해야 할 수도 있습니다. 다른 OVP 설계 옵션을 확인하려면 AN-60 을 참조하십시오.

작동(LED 레트로핏 램프) 중에는 부하가 항상 연결되므로 VR1 을 제거해 비용을 절감할 수 있습니다. 이 옵션을 사용할 경우 제조 과정에서 보드 레벨 테스트 중에 보호를 위해 70VAC 를 입력에 가할 수 있습니다. 출력 전류가 측정되지 않으면 부하가 연결되지 않은 것입니다. 이 테스트를 통해 OV 보호 회로를 사용하지 않으면서도 보드의 안전하고 비파괴적인 초기 파워 업을 가능하게 합니다.





### 5 PCB 레이아웃

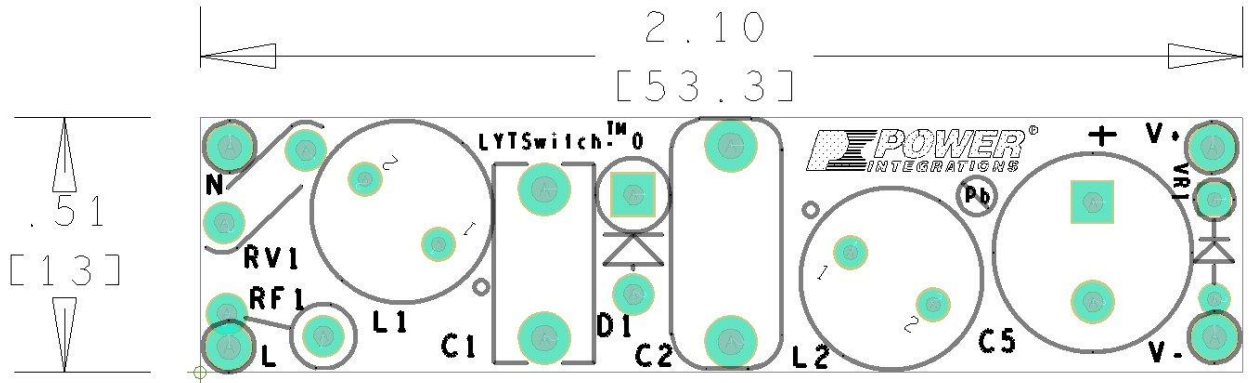


Figure 5 – Printed Circuit Layout, Top View.

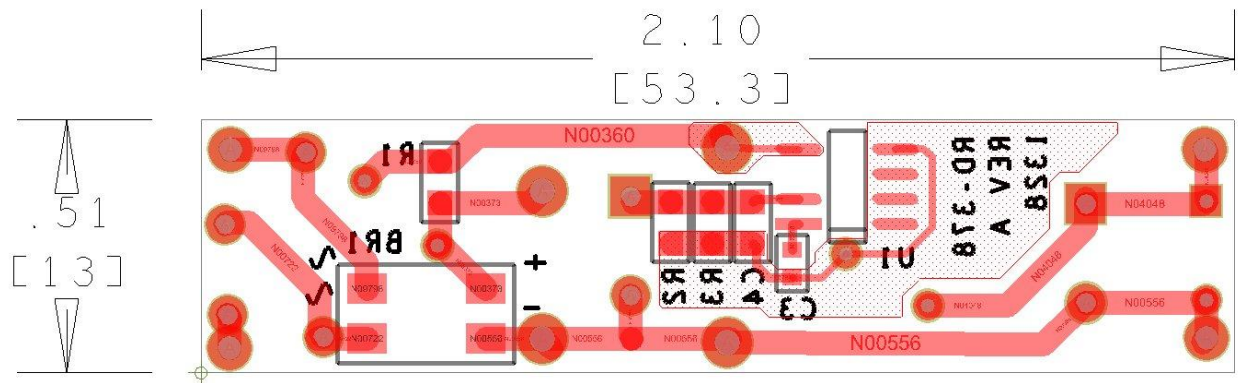


Figure 6 – Printed Circuit Layout, Bottom View.



## 6 BOM

Item	Qty	Ref Des	설명	Manufacturer P/N	Manufacturer
<b>Electrical</b>					
1	1	BR1	1000 V, 0.8 A, Bridge Rectifier, SMD, MBS-1, 4-SOIC	B10S-G	Comchip Technology
2	1	C1	100 nF, 450 V, Film	MEXXD31004JJ1	Duratech
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 $\mu$ F, 16 V, Ceramic, X7R, 0805	C2012X5R1C226K	TDK
6	1	C5	68 $\mu$ F, 100 V, Electrolytic, Gen. Purpose, (10 x 16)	UHE2A680MPD	Nichicon
7	1	D1	600 V, 1 A, Ultrafast Recovery, 30 ns, SOD57	BYV26C	Philips
8	1	L1	10 mH, 0.076 A, 20%	RL-5480-3-10000	Renco Elect
9	1	L2	1.5 mH, 0.250 A, 10%	RL-5480HC-3-1500	Renco Elect
10	1	R1	4.7 k $\Omega$ , 5%, 1/8 W, Thick Film, 0805	ERJ-6GEYJ472V	Panasonic
11	2	R2 R3	53.6 $\Omega$ , 1%, 1/8 W, Thick Film, 0805	ERJ-6ENF53R6V	Panasonic
12	1	RF1	10 $\Omega$ , 5%, 2 W, Wirewound, Fusible	FW20A10R0JA	Bourns
13	1	RV1	275 V, 23 J, 7 mm, RADIAL	V275LA4P	Littlefuse
14	1	U1	LYTSwitch-0, SMD-8C	LYT0006D	Power Integrations
15	1	VR1	100 V, 5%, 1 W, DO-41	1N4764A-TAP	Vishay
<b>Mechanical</b>					
16	1	WIRE(V-)	Wire, UL1007, # 24 AWG, Blk, PVC, 4"	1007-24/7-0	Anixter
17	1	WIRE (L)	Wire, UL1007, #24 AWG, Blu, PVC, 4"	1007-24/7-6	Anixter
18	1	WIRE(V+)	Wire, UL1007, #24 AWG, Red, PVC, 4"	1007-24/7-2	Anixter
19	1	WIRE(N)	Wire, UL1007, #24 AWG, Wht, PVC, 4"	1007-24/7-9	Anixter
20	1	PCB	FR4, 0.31, 1 Oz Cu (0.51" X 2.1")		



## 7 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
<b>INPUT VARIABLES</b>					
VACMIN	190		190	Volts	Minimum AC Input Voltage
VACNOM	230		230		
VACMAX	265		265	Volts	Maximum AC Input Voltage
FL	50		50	Hertz	Line Frequency
VO	85		85	Volts	출력 전압
IO	82		82	mA	출력 전류
Pout			6.97	W	
EFFICIENCY	0.91		0.91		Overall Efficiency Estimate (Adjust to match Calculated, or enter Measured Efficiency)
CIN	0.43		0.43	uF	Input Filter Capacitor
Input Stage Resistance	4.7		4.7	ohms	Input Stage Resistance, Fuse & Filtering
Switching Topology			Buck		Type of Switching topology
<b>DC INPUT VARIABLES</b>					
VMIN			85	Volts	Minimum DC Bus Voltage
VMAX			374.766594	Volts	
<b>LYTSwitchZero</b>					
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
IRMS			85.25298	mA	Expected RMS current through LYTSwitch
VDS			4.8375	Volts	Maximum On-State Drain To Source Voltage drop
<b>DIODE</b>					
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
<b>OUTPUT INDUCTOR</b>					
Core type	Off-the-Shelf		Off-the-Shelf		Select core type between Ferrite and Off-the-Shelf
Core size					Select core size
Custom Core					Enter custom core description (if used)
AE			N/A	mm^2	Core Effective Cross Sectional Area
LE			N/A	mm	Core Effective Path Length
AL			N/A	nH/T^2	Ungapped Core Effective Inductance
BW			N/A	mm	Bobbin Physical Winding Width
NL			N/A		Number of turns on inductor
BP			N/A	Gauss	Peak flux density
LG			N/A	mm	Gap length
OD			N/A		Maximum Primary Wire Diameter including insulation



INS			N/A		Estimated Total Insulation Thickness (= 2 * film thickness)
DIA			N/A		Bare conductor diameter
AWG			N/A		Primary Wire Gauge (Rounded to next smaller standard AWG value)
CM			N/A		Bare conductor effective area in circular mils
CMA			N/A		!!! INCREASE CMA > 200 (increase L(primary layers), decrease NS, use larger Core)
L			N/A		
LP	1350		1350	uH	Output Inductor, Recommended Standard Value
IO_Average			82.52548	mA	Average output current
ILRMS			176.4503	mA	Estimated RMS inductor current (at VMAX)
<b>FEEDBACK COMPONENTS</b>					
RFB	26.8		26.8	Ohms	Feedback Resistor. Use closest standard 1% value
CFB			22	uF	Feedback Capacitor
<b>OUTPUT REGULATION</b>					
IO_VACMIN			82.52548	mA	Output Current at VACMIN
IO_VACNOM			80.51328	mA	Output Current at VACNOM
IO_VACMAX			79.12785	mA	Output Current at VACMAX



## 8 성능 데이터

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

입력		Input Measurement				LED Load Measurement			Efficiency (%)	Regulation (%)
VAC (V <sub>RMS</sub> )	Freq (Hz)	V <sub>IN</sub> (V <sub>RMS</sub> )	I <sub>IN</sub> (mA <sub>RMS</sub> )	P <sub>IN</sub> (W)	PF	V <sub>OUT</sub> (V <sub>DC</sub> )	I <sub>OUT</sub> (mA <sub>DC</sub> )	P <sub>OUT</sub> (W)		
190	50	190.20	54.85	7.449	0.714	81.4500	83.680	6.832	91.72	2.05
200	50	220.35	53.19	7.388	0.630	81.4400	82.620	6.740	91.23	0.76
220	50	230.22	52.27	7.332	0.609	81.4400	82.000	6.688	91.22	0.00
230	50	240.23	51.60	7.279	0.587	81.4300	81.390	6.637	91.18	-0.74
265	50	265.25	50.39	7.100	0.531	81.4000	79.050	6.442	90.73	-3.60
190	50	190.16	55.32	7.669	0.729	84.4900	83.260	7.052	91.95	1.54
200	50	220.35	52.81	7.598	0.653	84.4800	82.290	6.964	91.66	0.35
220	50	230.21	52.40	7.570	0.628	84.4800	81.840	6.925	91.48	-0.20
230	50	240.23	52.08	7.545	0.603	84.4700	81.390	6.885	91.25	-0.74
265	50	265.28	52.16	7.473	0.540	84.4600	80.300	6.790	90.86	-2.07
190	50	190.17	55.92	7.937	0.746	87.5700	83.230	7.306	92.05	1.50
200	50	220.35	53.01	7.833	0.671	87.5500	81.780	7.173	91.57	-0.27
220	50	230.22	52.54	7.798	0.645	87.5400	81.480	7.144	91.61	-0.63
230	50	240.34	52.22	7.773	0.619	87.5400	81.180	7.117	91.56	-1.00
265	50	265.26	51.80	7.719	0.562	87.5300	80.430	7.048	91.31	-1.91

Table 1 – Raw Data of Unit.



8.1 액티브 모드 효율

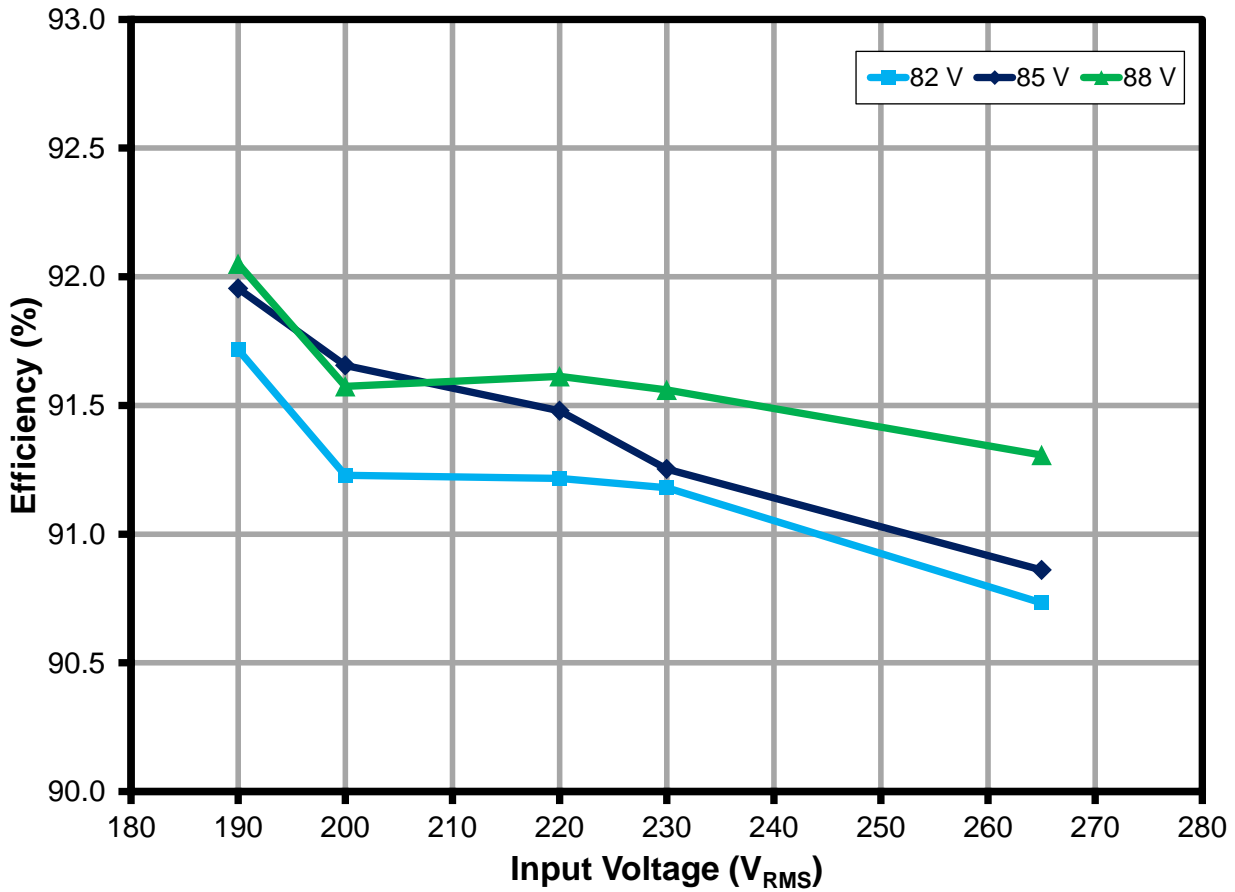


Figure 7 – Efficiency with Respect to AC Input Voltage, 190-265 VAC (60 Hz) Input.



### 8.2 출력 전류 레귤레이션

#### 8.2.1 입력 전압 및 부하 전체에서의 출력 전류 레귤레이션

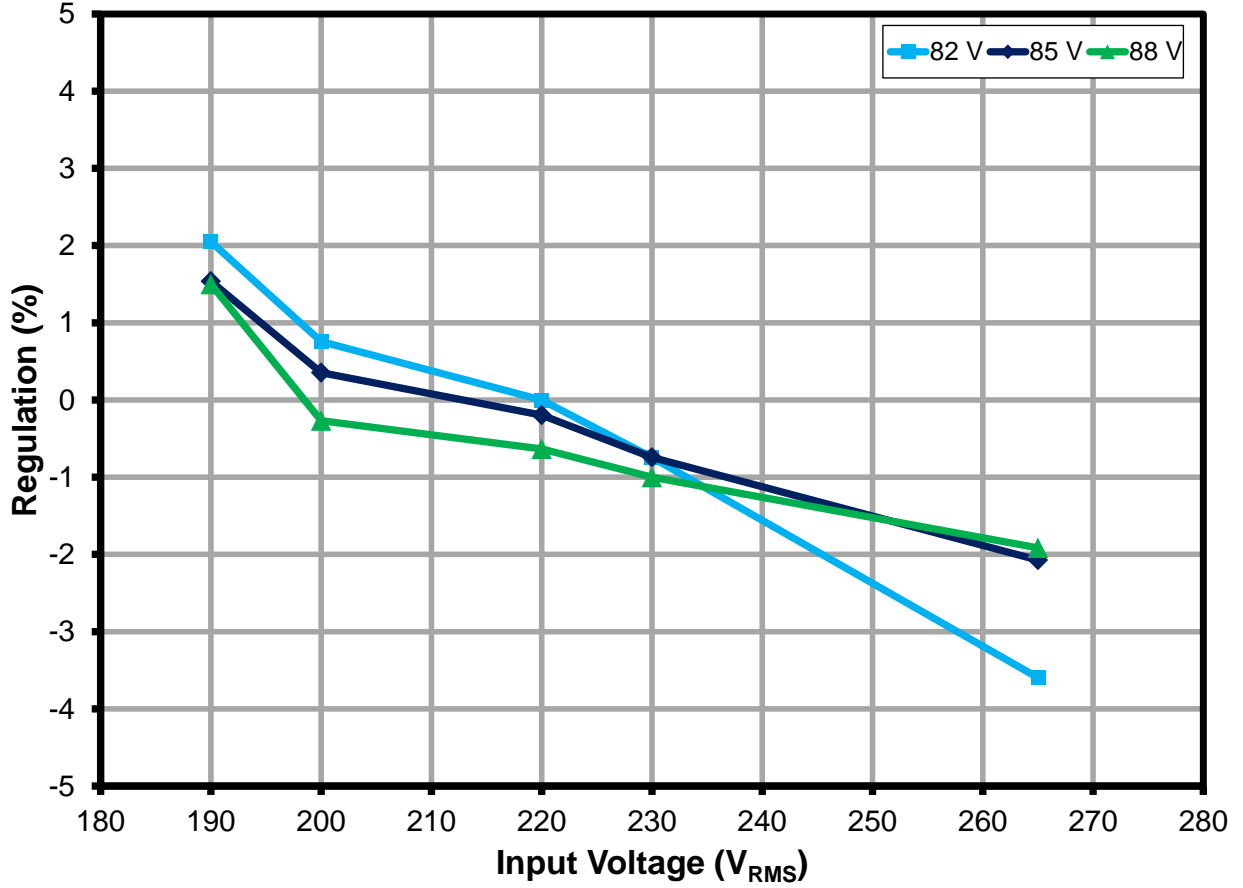


Figure 8 – Load Regulation, Room Temperature.



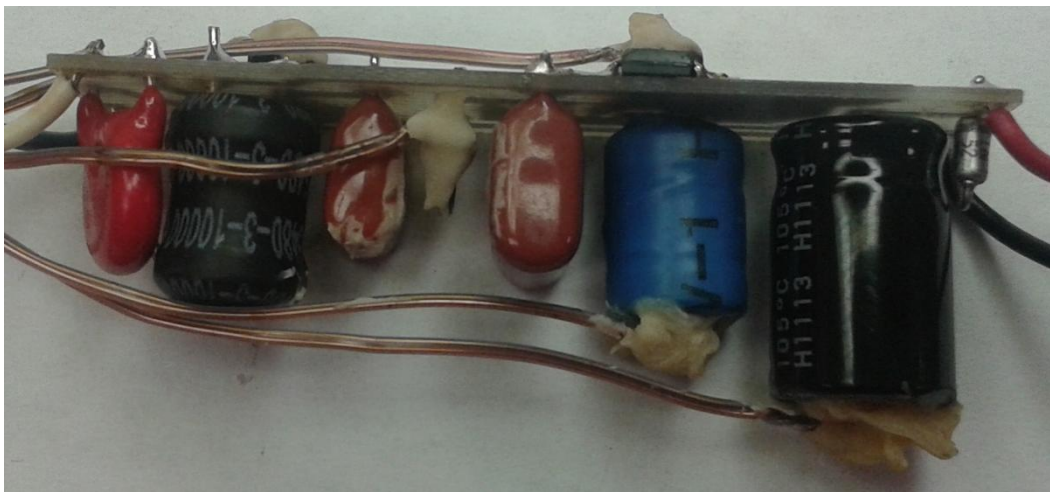
## 9 씨말 성능

### 9.1 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:	Agilent



**Figure 9** – Thermal Chamber Set-up Showing Box Used to Prevent Airflow Over UUT. Open Frame Set-up Measurement.



**Figure 10** – Thermal Measurement, Thermocouple Set-up.







**Figure 11** – Enclosed Thermal Measurement Set-up.

**Note:** Typical A19 enclosure is used in the test; the housing may be identical to lamps available in the market but it does not limit its application. It is up to the end customer to enclose the driver and design the housing.



## 9.2 씨얼 결과

### 9.2.1 부하: 85V/82mA LED 부하

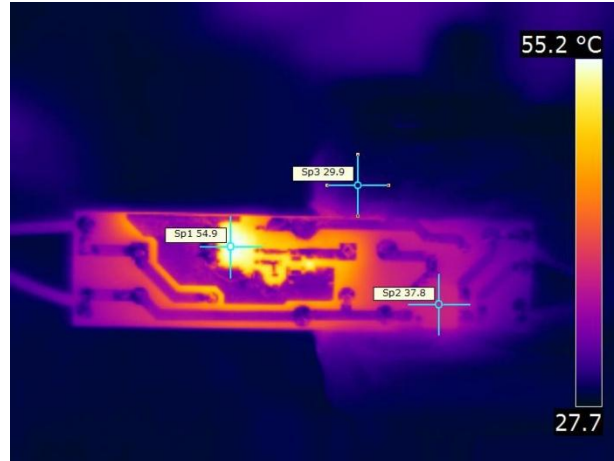
Remarks	Internal Ambient °C	BR °C	LYT0006D °C	L2;Power Inductor °C	Output Capacitor °C	Output Diode °C
Normal Operation Open Frame in the Thermal Chamber 190 V / 50 Hz	-10	-5.77	4.91	-2.24	-10.24	-0.15
	0	3.92	14.36	6.81	-0.98	9.28
	10	13.39	23.80	15.71	8.23	18.29
	20	23.10	33.37	25.10	17.89	28.07
	30	32.95	43.09	34.45	27.58	37.70
	40	42.64	52.69	43.71	37.16	47.12
	50	52.30	62.33	53.12	46.80	56.79
	60	61.92	71.65	61.98	55.77	66.10
	70	71.69	81.40	71.32	65.44	75.87
	80	81.52	91.33	80.89	75.19	85.60
	90	91.01	101.09	90.23	85.05	95.59
	100	101.31	110.97	99.85	94.78	105.34
	110	111.48	121.03	109.71	105.11	115.51
OTP; 190 V / 50 Hz	117	119.28	129.15	117.55	112.42	123.19
Recovery; 190 V / 50 Hz	53	58.08	62.83	65.18	61.33	61.86
190 V / 50 Hz Enclosed (30 °C External Ambient)	64	54.28	78.39	74.10	70.15	67.79
265 V / 50 Hz Enclosed (30 °C External Ambient)	65	54.30	81.11	76.26	71.11	69.66

Table 2 – Thermal Measurement.

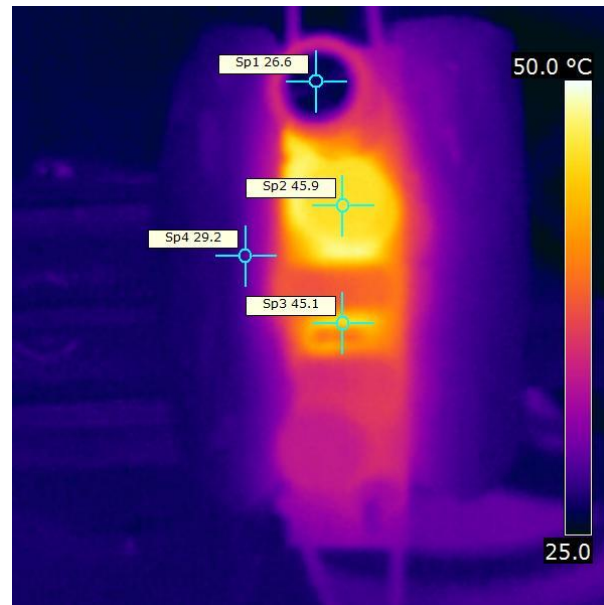


### 9.3 씨얼 스캔

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



**Figure 12** – Temperature (°C) at Bottom Side of PCB.  
 SP1 – U1, LYT0006D.  
 SP2 – BR1, Bridge Rectifier.  
 SP3 – Ambient.



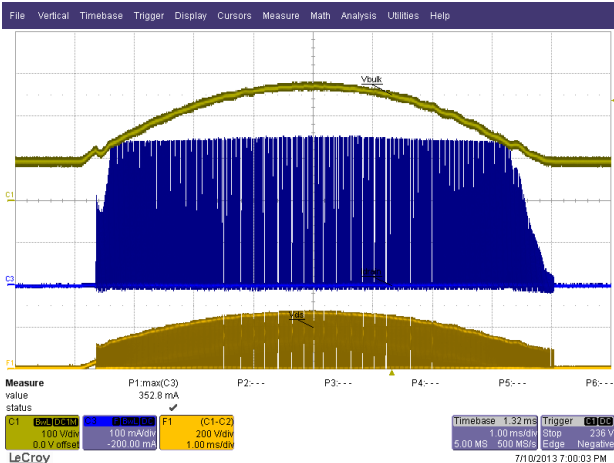
**Figure 13** – Temperature (°C) at Top Side of PCB.  
 SP1 – Output Capacitor.  
 SP2 – L2, Power inductor.  
 SP3 – D1, Freewheeling Diode.  
 SP4 – Ambient.



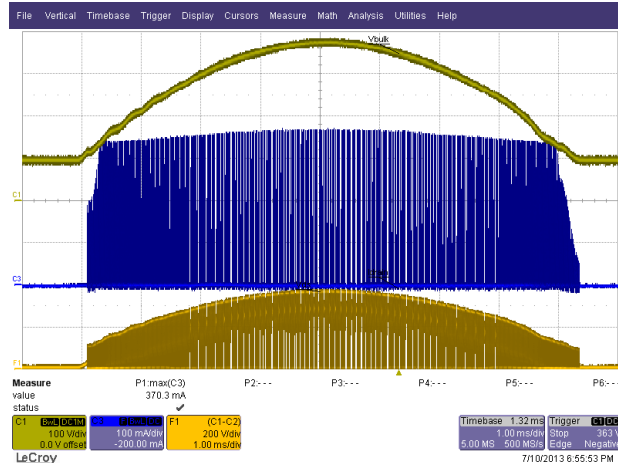
## 10 파형

### 10.1 정상 작동 시 드레인 전압 및 전류

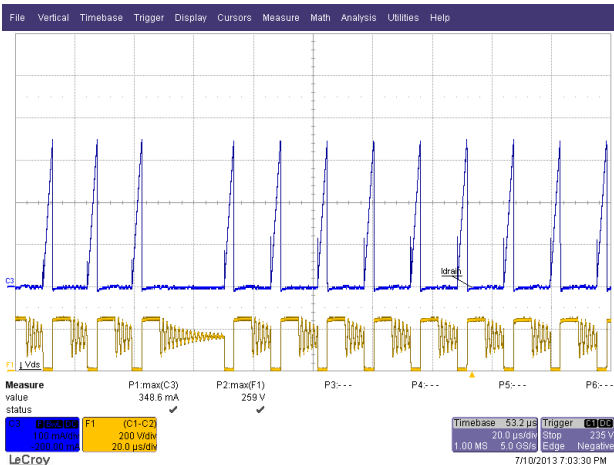
Missing pulses are normal and are used to regulate the output current. These missing pulses are present every time the sense resistors (R2, R3) voltage-drop reaches 1.65 V. The unit will enter into auto-restart if there is not at least one missing pulse within a 50 ms period. For some designs where the power inductance is high and the circuit is operating (mostly) in CCM, a period of reverse current may be present. This can be avoided by increasing the device size or increase input capacitance or adding a drain blocking diode. See AN-60 for additional information.



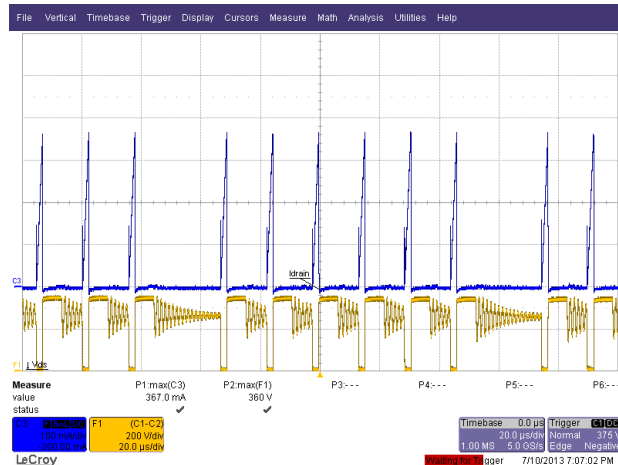
**Figure 14** – 190 VAC, 50 Hz, Nominal  $V_{LED}$  Load.  
 F1 (Orange):  $V_{D-S}$ , 200 V / div.  
 Ch1 (Yellow):  $V_{D-G}$ , 100 V / div.  
 Ch3 (Blue):  $I_{DRAIN}$ , 100 mA / div.  
 Time Scale: 1 ms / div.



**Figure 15** – 265 VAC, 50 Hz, Nominal  $V_{LED}$  Load.  
 F1 (Orange):  $V_{D-S}$ , 200 V / div.  
 Ch1 (Yellow):  $V_{D-G}$ , 100 V / div.  
 Ch3 (Blue):  $I_{DRAIN}$ , 100 mA / div.  
 Time Scale: 1 ms / div.



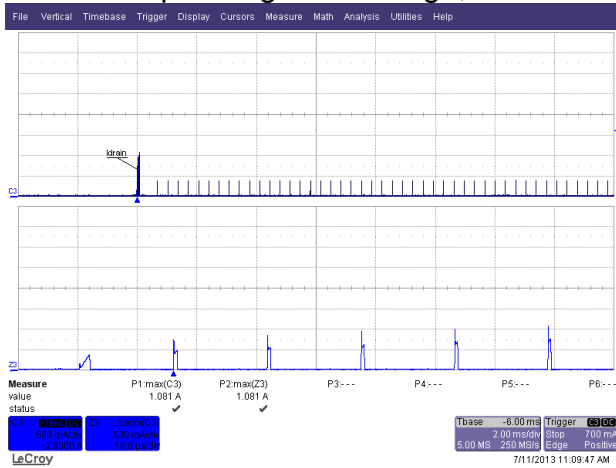
**Figure 16** – 190 VAC, 50 Hz, Nominal  $V_{LED}$  Load.  
 F1 (Orange):  $V_{D-S}$ , 200 V / div. Ch3 (Blue):  $I_{DRAIN}$ , 100 mA / div.  
 Time Scale: 20  $\mu$ s / div.



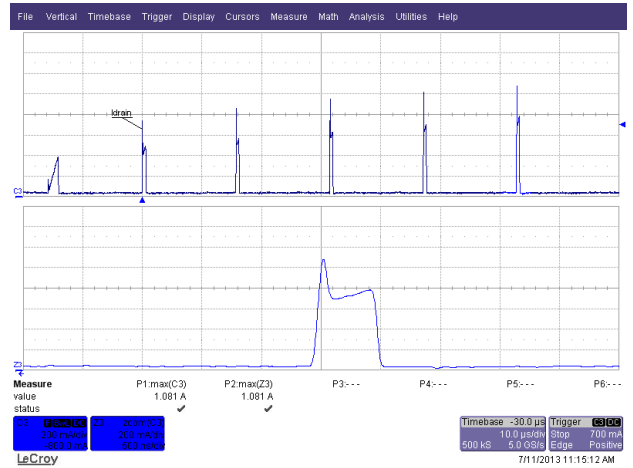
**Figure 17** – 265 VAC, 50 Hz, Nominal  $V_{LED}$  Load.  
 F1 (Orange):  $V_{D-S}$ , 200 V / div. Ch3 (Blue):  $I_{DRAIN}$ , 100 mA / div.  
 Time Scale: 20  $\mu$ s / div.

### 10.2 출력 단락 상태시 드레인 전압 및 전류

Device is operating within range, no inductor saturation was observed.



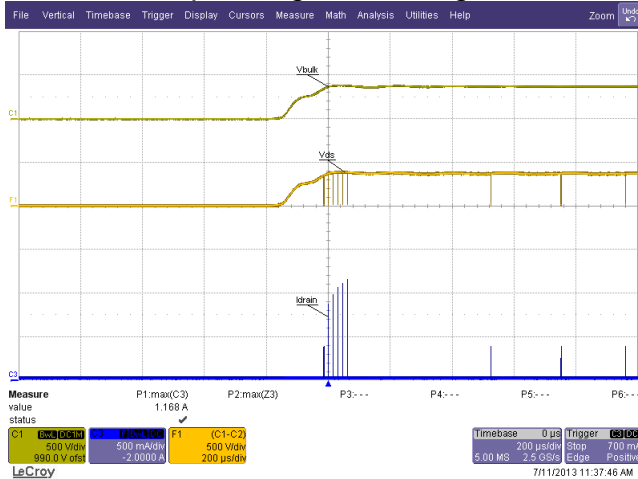
**Figure 18** – LYT0006D Output Short. 265 VAC.  
 Ch3:  $I_{DRAIN}$ , 0.5 A / div.  
 Time Scale: 2 ms / div.  
 Z4:  $V_{D-S}$ , 0.5 A / div.  
 Zoom Time Scale: 10  $\mu$ s / div.



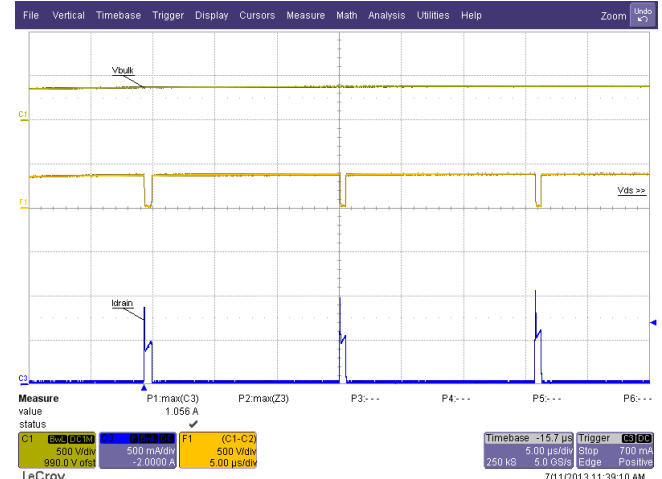
**Figure 19** – LYT0006D Output Short. 265 VAC.  
 Ch4:  $I_{DRAIN}$ , 0.2 A / div.  
 Time Scale: 10  $\mu$ s / div.  
 Z4:  $V_{D-S}$ , 0.2 A / div.  
 Zoom Time Scale: 500 ns / div.

### 10.3 드레인 전압 및 전류 스타트업 프로파일

Device is operating within range, no inductor saturation was observed.



**Figure 20** – 265 VAC / 50 Hz Start-up.  
 Ch1: Bulk Input, 500 V / div.  
 Ch3: Z4:  $I_{DRAIN}$ , 0.5 A / div.  
 Time Scale: 200  $\mu$ s / div.  
 F1:  $V_{D-S}$ , 500 V / div.  
 Zoom Time Scale: 200  $\mu$ s / div.



**Figure 21** – 265 VAC / 50 Hz Start-up.  
 Ch1: Bulk Input, 500 V / div.  
 Ch3: Z4:  $I_{DRAIN}$ , 0.5 A / div.  
 Time Scale: 200  $\mu$ s / div.  
 F1:  $V_{D-S}$ , 500 V / div.  
 Zoom Time Scale: 200  $\mu$ s / div.



10.4 출력 전류 스타트업 프로파일

Output current/light is present within one AC cycle (<100 ms).

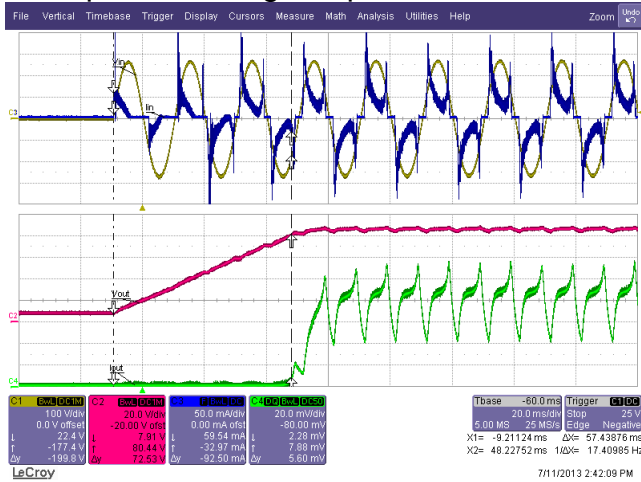


Figure 22 – 190 VAC, 50 Hz, Nominal  $V_{LED}$  Load.

Ch1 (Yellow):  $V_{IN}$ , 100 V / div.  
 Ch2 (Red):  $V_{OUT}$ , 20 V.  
 Ch3 (Blue):  $I_{IN}$ , 50 mA / div.  
 Ch4 (Green):  $I_{OUT}$ , 20 mA / div, 20 ms / div.

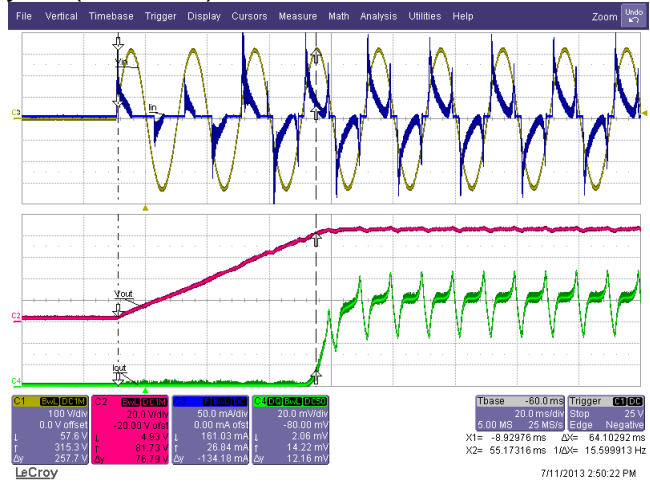


Figure 23 – 230 VAC, 50 Hz, Nominal  $V_{LED}$  Load.

Ch1 (Yellow):  $V_{IN}$ , 100 V / div.  
 Ch2 (Red):  $V_{OUT}$ , 20 V.  
 Ch3 (Blue):  $I_{IN}$ , 50 mA / div.  
 Ch4 (Green):  $I_{OUT}$ , 20 mA / div, 20 ms / div.

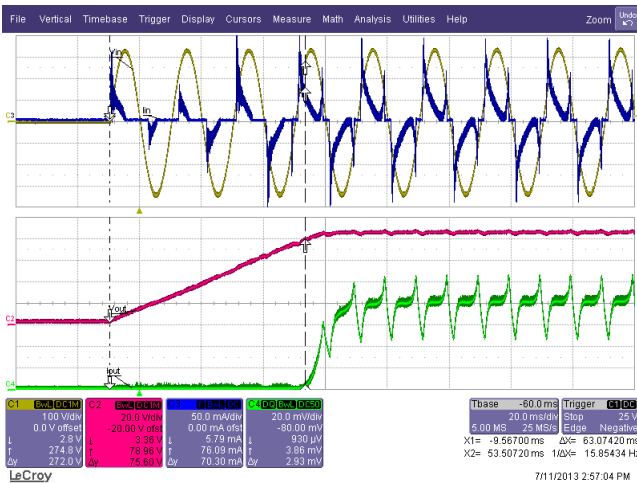


Figure 24 – 240 VAC, 50 Hz, Nominal  $V_{LED}$  Load.

Ch1 (Yellow):  $V_{IN}$ , 100 V / div.  
 Ch2 (Red):  $V_{OUT}$ , 20 V.  
 Ch3 (Blue):  $I_{IN}$ , 50 mA / div.  
 Ch4 (Green):  $I_{OUT}$ , 20 mA / div, 20 ms / div.

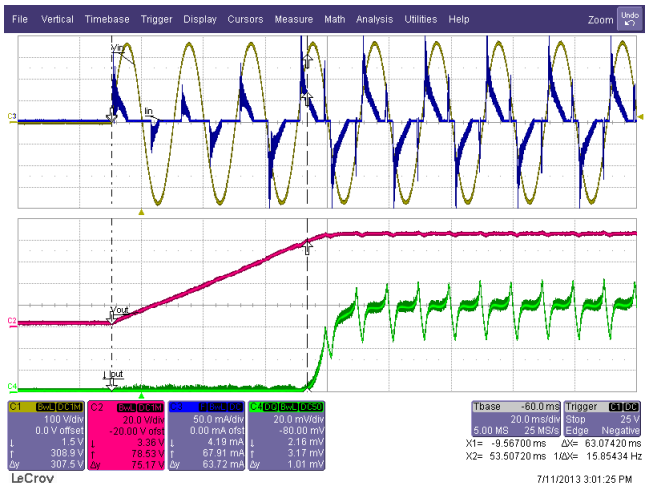


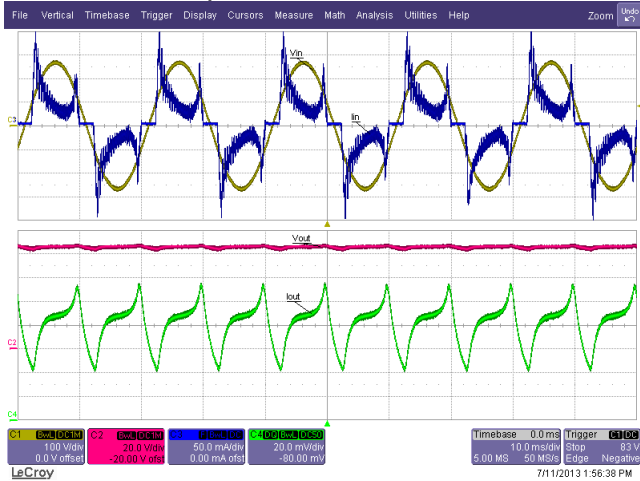
Figure 25 – 265 VAC, 50 Hz, Nominal  $V_{LED}$  Load.

Ch1 (Yellow):  $V_{IN}$ , 100 V / div.  
 Ch2 (Red):  $V_{OUT}$ , 20 V.  
 Ch3 (Blue):  $I_{IN}$ , 50 mA / div.  
 Ch4 (Green):  $I_{OUT}$ , 20 mA / div, 20 ms / div.

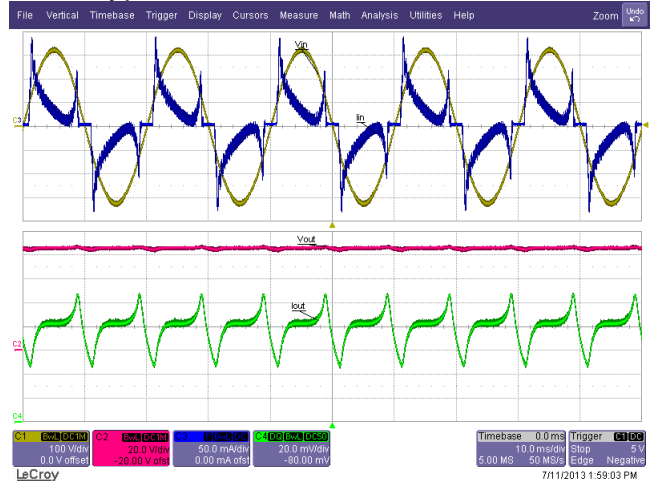


### 10.5 입력-출력 프로파일

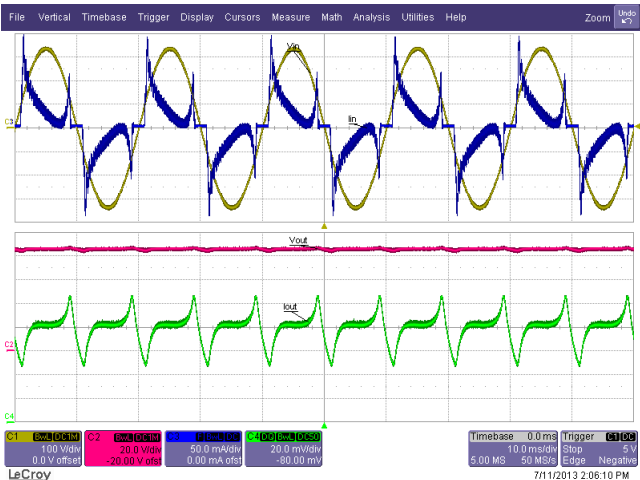
There is no limitation to the amount of output capacitance that can be added. If the application requires less output current ripple then increasing the output capacitance is straightforward. Note that the output current waveform below will change depending on LED load impedance which varies according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



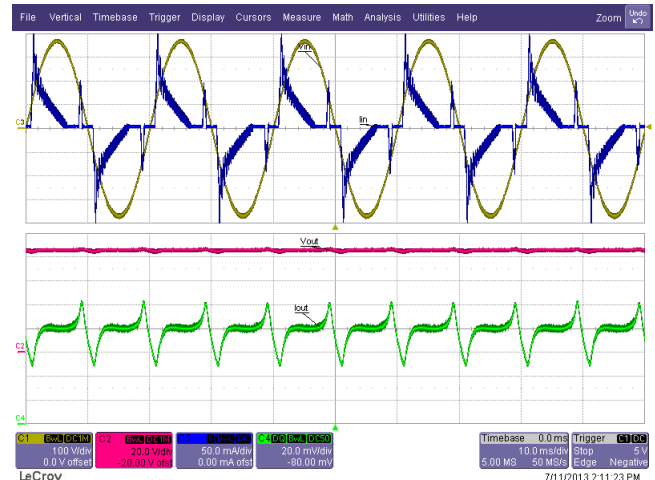
**Figure 26** – 190 VAC / 50 Hz, Nominal  $V_{LED}$  Load.  
 Ch1 (Yellow):  $V_{IN}$ , 100 V / div.  
 Ch2 (Red):  $V_{OUT}$ , 20 V.  
 Ch3 (Blue):  $I_{IN}$ , 50 mA / div.  
 Ch4 (Green):  $I_{OUT}$ , 20 mA / div, 10 ms / div.



**Figure 27** – 230 VAC / 50 Hz, Nominal  $V_{LED}$  Load.  
 Ch1 (Yellow):  $V_{IN}$ , 100 V / div.  
 Ch2 (Red):  $V_{OUT}$ , 20 V.  
 Ch3 (Blue):  $I_{IN}$ , 50 mA / div.  
 Ch4 (Green):  $I_{OUT}$ , 20 mA / div, 10 ms / div.



**Figure 28** – 240 VAC / 50 Hz, Nominal  $V_{LED}$  Load.  
 Ch1 (Yellow):  $V_{IN}$ , 100 V / div.  
 Ch2 (Red):  $V_{OUT}$ , 20 V.  
 Ch3 (Blue):  $I_{IN}$ , 50 mA / div.  
 Ch4 (Green):  $I_{OUT}$ , 20 mA / div, 10 ms / div.



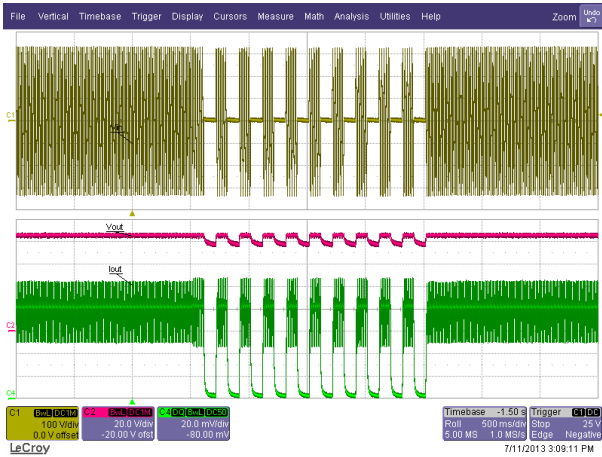
**Figure 29** – 265 VAC / 50 Hz, Nominal  $V_{LED}$  Load.  
 Ch1 (Yellow):  $V_{IN}$ , 100 V / div.  
 Ch2 (Red):  $V_{OUT}$ , 20 V.  
 Ch3 (Blue):  $I_{IN}$ , 50 mA / div.  
 Ch4 (Green):  $I_{OUT}$ , 20 mA / div, 10 ms / div.



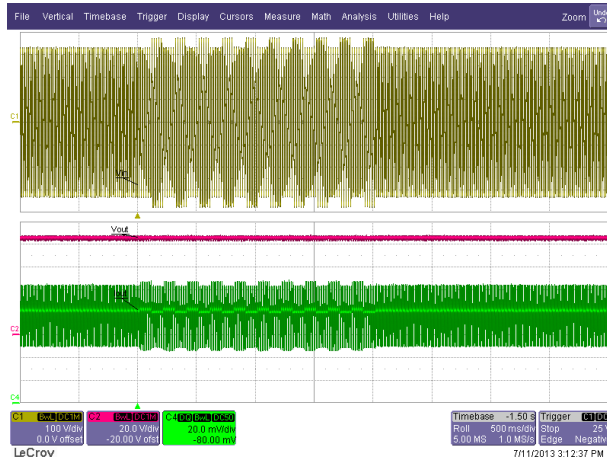


### 10.6 라인 새그 및 서지

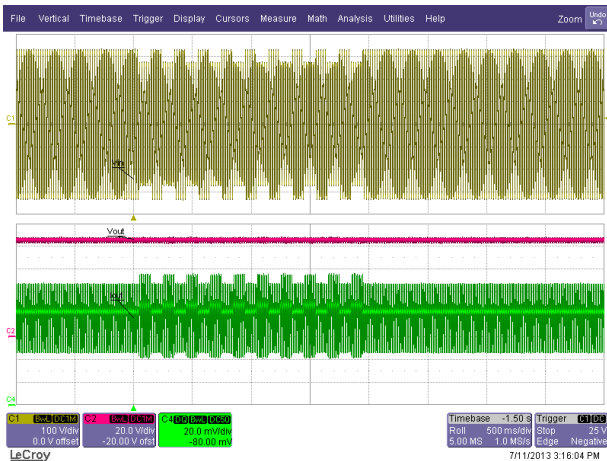
An inherent advantage of the buck converter implemented with the LYTSwitch-0 family is the imperceptible start-up delay, the driver will turn-on within 100 ms as shown below. No failure of any component occurred during line fluctuation tests.



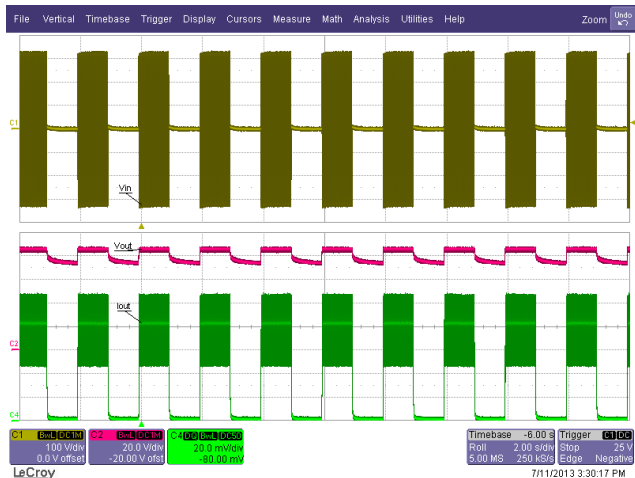
**Figure 30** – Line Sag Test at 230 - 0 V at 0.1 Second Interval.  
 Ch1:  $V_{IN}$ , 100 V / div.  
 Ch2:  $V_{OUT}$ , 20 V / div.  
 Ch4:  $I_{OUT}$ , 50 mA / div.  
 Time Scale: 500 ms / div.



**Figure 31** – Line Surge Test at 230 - 265 V at 0.1 Second Interval.  
 Ch1:  $V_{IN}$ , 100 V / div.  
 Ch2:  $V_{OUT}$ , 20 V / div.  
 Ch4:  $I_{OUT}$ , 50 mA / div.  
 Time Scale: 500 ms / div.



**Figure 32** – Line Surge Test at 230 - 190 V at 0.1 Second Interval.  
 Ch1:  $V_{IN}$ , 100 V / div.  
 Ch2:  $V_{OUT}$ , 20 V / div.  
 Ch4:  $I_{OUT}$ , 50 mA / div.  
 Time Scale: 500 ms / div.



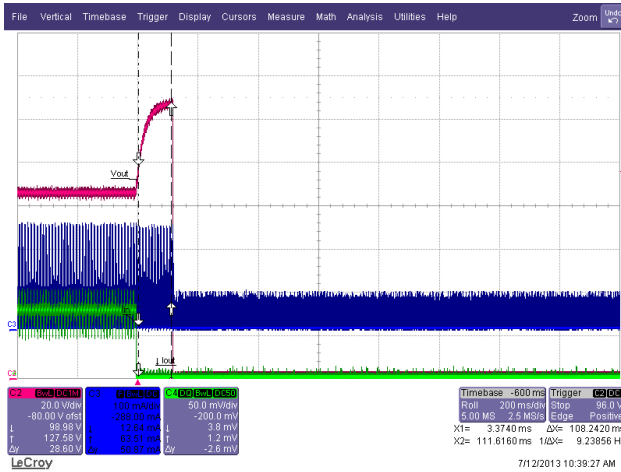
**Figure 33** – Line Sag Test at 230 - 0 V at 1 Second Interval.  
 Ch1:  $V_{IN}$ , 100 V / div.  
 Ch2:  $V_{OUT}$ , 20 V / div.  
 Ch4:  $I_{OUT}$ , 50 mA / div.  
 Time Scale: 2 s / div.



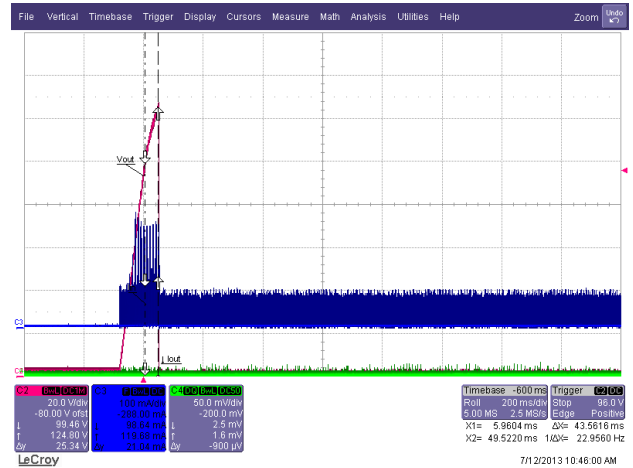


### 10.7 원샷 무부하 보호

The reference design is protected with one shot no-load protection. Zener diode VR1 will need to be replaced after the fault.



**Figure 34** – No-Load Protection When Load is Disconnected. 265 V / 50 Hz.  
 Ch2: V<sub>OUT</sub>, 20 V / div.  
 Ch3: I<sub>DRAIN</sub>, 100 mA / div.  
 Ch3: I<sub>OUT</sub>, 50 mA / div.  
 Time Scale: 200 ms / div.

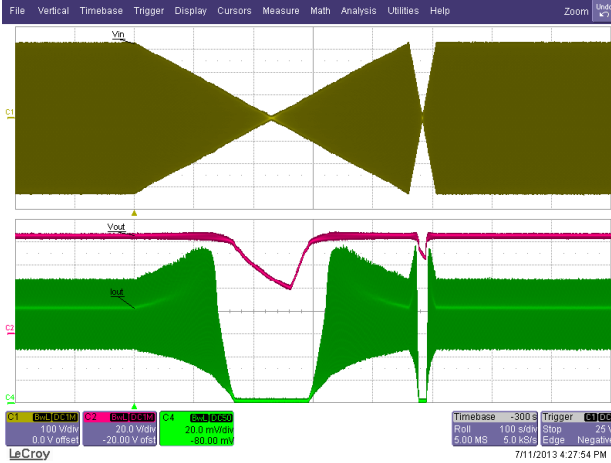


**Figure 35** – No-Load Start-Up. 265 V / 50 Hz.  
 Ch2: V<sub>OUT</sub>, 20 V / div.  
 Ch3: I<sub>DRAIN</sub>, 100 mA / div.  
 Ch3: I<sub>OUT</sub>, 50 mA / div.  
 Time Scale: 200 ms / div.

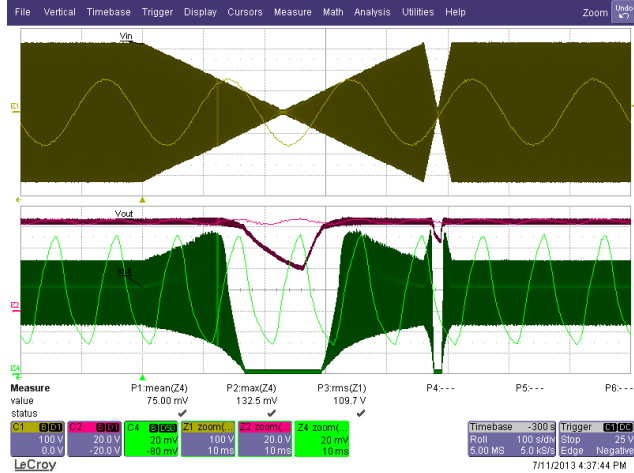


10.8 브라운아웃/브라운인

No failure of any component during brownout test of 1 V / sec and 10 V / sec AC cut-in and cut-off. Consider the peak current at 132 mApk with an average of 75 mA<sub>AVG</sub> during brown-out for LED absolute maximum rating.



**Figure 36** – Brown-out Test at 1 V / s and 10 V / s.  
 The Unit is Able to Operate Normally Without Any Failure and Without Flicker.  
 230 V - 0 - 230 V  
 Ch1: V<sub>IN</sub>, 100 V / div.  
 Ch2: V<sub>OUT</sub>, 20 V / div.  
 Ch3: I<sub>OUT</sub>, 20 mA / div.  
 Time Scale: 100 s / div.



**Figure 37** – Brown-out Test at 1 V / s and 10 V / s.  
 The Unit is Able to Operate Normally Without Any Failure and Without Flicker.  
 230 V - 0 - 230 V  
 Ch1: V<sub>IN</sub>, 100 V / div.  
 Ch2: V<sub>OUT</sub>, 20 V / div.  
 Ch3: I<sub>OUT</sub>, 20 mA / div.  
 Time Scale: 100 s / div.

## 11 라인 서지

Differential input line 500V / 50  $\mu$ s surge testing was completed on a single test unit following the test method described in IEC61000-4-5. Input voltage was set at 230 VAC / 60 Hz. Full output load applied 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

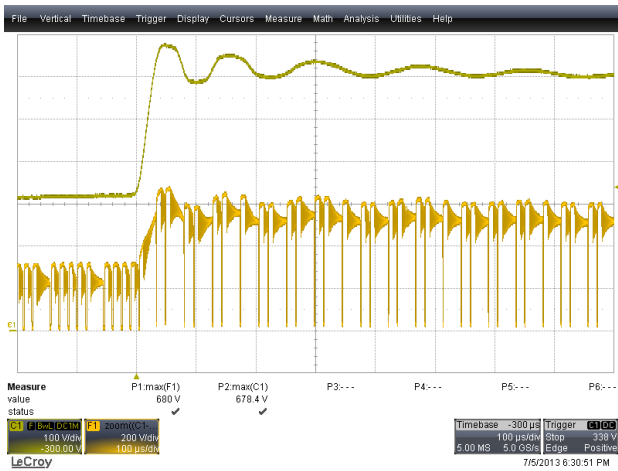
Unit passed testing under all conditions.

Differential ring input line surge testing was completed on a single test unit following the test method described in IEC61000-4-5. Input voltage was set at 230 VAC / 60 Hz. Full output load was applied and operation was verified following each surge event.

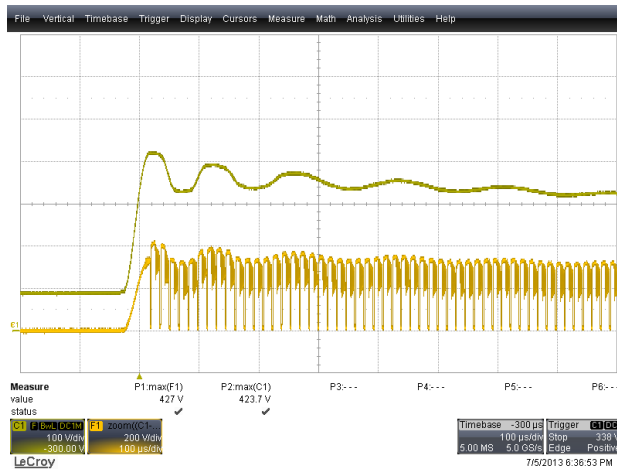
Surge Level (V)	Input Voltage (VAC)	Injection Location	Injection Phase (°)	Test Result (Pass/Fail)
+2500	230	L to N	90	Pass
-2500	230	L to N	90	Pass
+2500	230	L to N	270	Pass
-2500	230	L to N	270	Pass
+2500	230	L to N	0	Pass
-2500	230	L to N	0	Pass

Unit passed testing under all conditions.

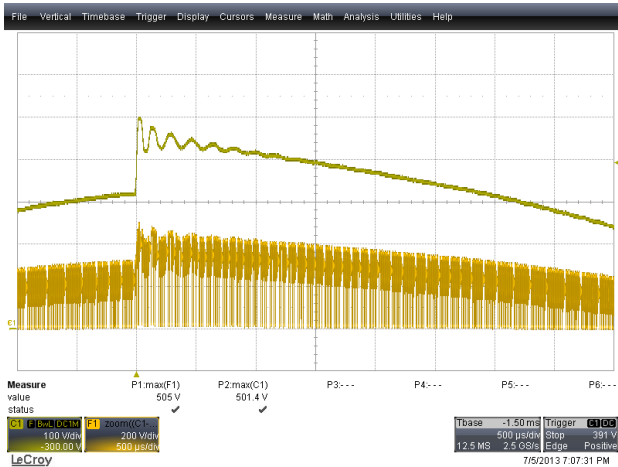




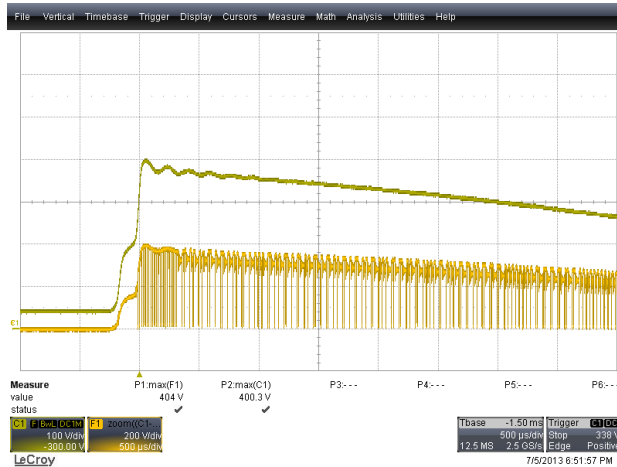
**Figure 38** – Differential Line Surge at 500 V / 90°. Peak Drain Voltage Recorded is 680 V.  
 Ch1:  $V_{BULK}$ , 100 V / div.  
 F1:  $V_{DRAIN}$ , 200 V / div.  
 Time Scale: 100  $\mu$ s / div.



**Figure 39** – Differential Line Surge at 500 V / 90°. Peak Drain Voltage Recorded is 427 V.  
 Ch1:  $V_{BULK}$ , 100 V / div.  
 F1:  $V_{DRAIN}$ , 200 V / div.  
 Time Scale: 100  $\mu$ s / div.



**Figure 40** – Differential Ring Surge at 2500 V / 90°. Peak Drain Voltage Recorded is 505 V.  
 Ch1:  $V_{BULK}$ , 100 V / div.  
 F1:  $V_{DRAIN}$ , 200 V / div.  
 Time Scale: 500  $\mu$ s / div.



**Figure 41** – Differential Ring Surge at 2500 V / 0°. Peak Drain Voltage Recorded is 404 V.  
 Ch1:  $V_{BULK}$ , 100 V / div.  
 F1:  $V_{DRAIN}$ , 200 V / div.  
 Time Scale: 500  $\mu$ s / div.



## 12 전도성 EMI



**Figure 42** – The Retrofit Lamp was Verified Inside a Conical Metal Cone as per EN55015.





Power Integrations  
03.Jul 13 21:00

RBW 9 kHz  
MT 500 ms

Att 10 dB AUTO

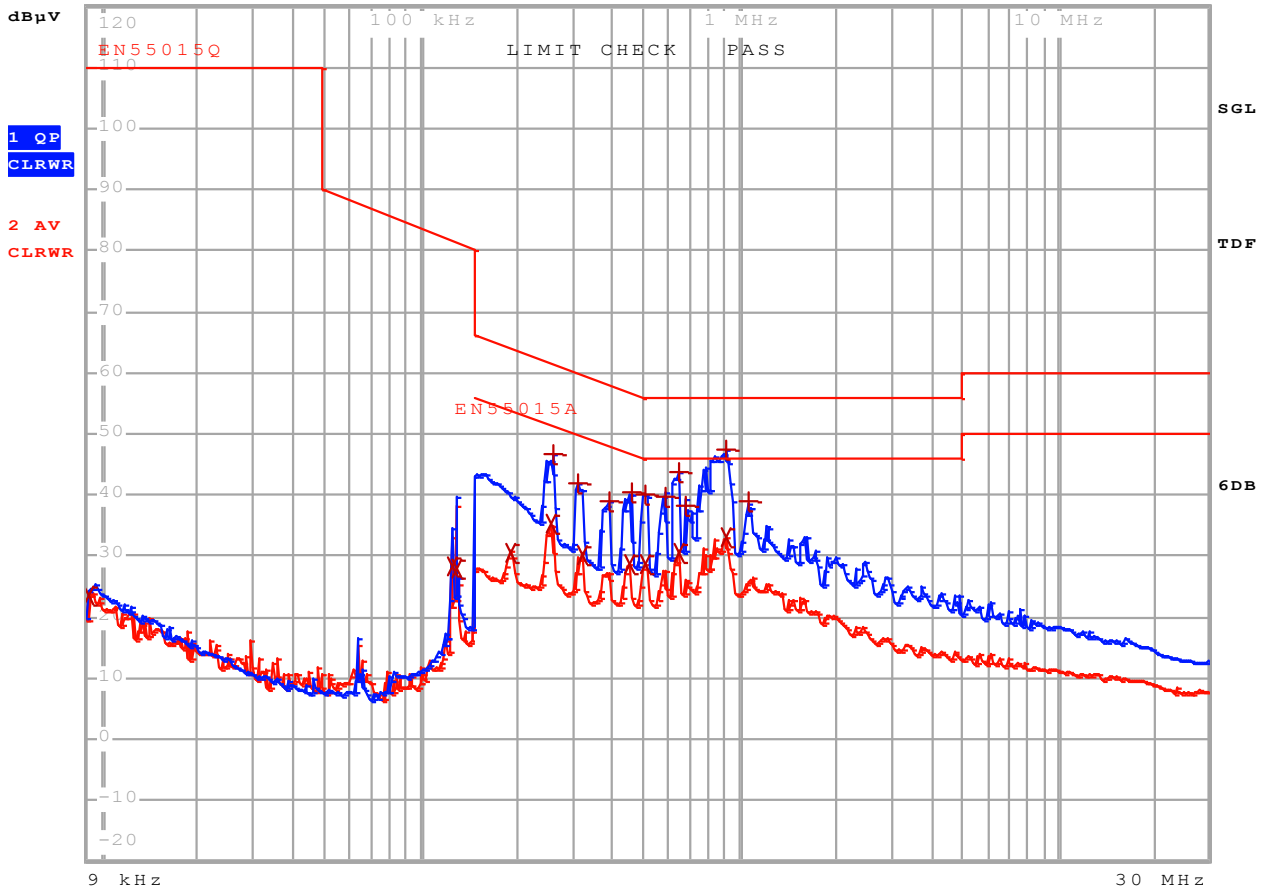


Figure 43 – Conducted EMI, Maximum Steady State Load, 230 VAC, 60 Hz, and EN55015 B Limits. Enclosed Unit in a Typical A19 Bulb Replacement Housing.



Trace1: EN55015Q  
 Trace2: EN55015A  
 Trace3: ---

	TRACE	FREQUENCY	LEVEL dB $\mu$ V	DELTA LIMIT dB
2	Average	9.09 kHz	23.57 N gnd	
2	Average	125.720633819 kHz	28.32 N gnd	
2	Average	129.530094744 kHz	27.83 L1 gnd	
2	Average	192.364799253 kHz	30.64 L1 gnd	-23.29
2	Average	256.711570318 kHz	35.38 N gnd	-16.15
1	Quasi Peak	259.278686021 kHz	46.59 L1 gnd	-14.85
1	Quasi Peak	310.135545783 kHz	42.05 L1 gnd	-17.90
2	Average	322.728292586 kHz	30.28 N gnd	-19.35
1	Quasi Peak	389.890938834 kHz	39.15 L1 gnd	-18.90
2	Average	452.651275966 kHz	28.63 N gnd	-18.19
1	Quasi Peak	457.177788726 kHz	40.31 N gnd	-16.42
1	Quasi Peak	505.008700673 kHz	40.18 L1 gnd	-15.81
2	Average	510.05878768 kHz	28.59 N gnd	-17.40
1	Quasi Peak	586.299423673 kHz	39.77 L1 gnd	-16.22
1	Quasi Peak	647.639315505 kHz	43.74 L1 gnd	-12.25
2	Average	647.639315505 kHz	30.70 N gnd	-15.29
1	Quasi Peak	680.675429436 kHz	38.42 L1 gnd	-17.57
1	Quasi Peak	908.363999266 kHz	47.31 L1 gnd	-8.68
2	Average	908.363999266 kHz	33.01 N gnd	-12.98
1	Quasi Peak	1.06512822736 MHz	39.04 L1 gnd	-16.95

**Table 3 – Conducted EMI, Maximum Steady State Load, 230 VAC, 60 Hz, and EN55015 B Limits. Enclosed Unit in a Typical A19 Bulb Replacement Housing.**



**13 개정 내역**

날짜	작성자	개정	Description & changes	Reviewed
04-Oct-13	JDC	1.0	Initial Release	Apps & Mktg





## 최신 업데이트에 대한 자세한 내용은 당사 웹사이트([www.powerint.com](http://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](http://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](mailto:usasales@powerint.com)

### 독일

Lindwurmstrasse 114  
80337, Munich  
Germany  
전화: +49-895-527-39110  
팩스: +49-895-527-39200  
전자 메일:  
[eurossales@powerint.com](mailto: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](mailto: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](mailto: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](mailto:chinasales@powerint.com)

### 인도

#1, 14<sup>th</sup> Main Road  
Vasanthanagar  
Bangalore-560052  
India  
전화: +91-80-4113-8020  
팩스: +91-80-4113-8023  
전자 메일:  
[indiasales@powerint.com](mailto: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](mailto: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](mailto: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](mailto:chinasales@powerint.com)

### 이탈리아

Via Milanese 20, 3<sup>rd</sup>. Fl.  
20099 Sesto San Giovanni  
(MI) Italy  
전화: +39-024-550-8701  
팩스: +39-028-928-6009  
전자 메일:  
[eurossales@powerint.com](mailto: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](mailto: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

