

디자인 예제 보고서

제목	LYTSwitch™-0 LYT0006P/D 를 사용하는 12W 비디밍, 비절연 벽 LED 드라이버
사양	190VAC – 265VAC 입력, 85V _{NOM} , 135mA 출력
애플리케이션	T8 튜브 램프 교체용
작성자	애플리케이션 엔지니어링 부서
문서 번호	DER-384
날짜	08.10.13
개정	1.0

요약 및 기능

- 정확한 정전류(CC) 출력이 내장된 일체형(single-stage) 고역률(230VAC에서 >0.7)
- 저가형, 적은 부품 수 및 소형 PCB 풋프린트 솔루션
- 높은 에너지 효율, 입력 전체에서 >90%
- 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
 - 히스테리시스(Hysteresis)를 갖고 있는 써멀 섯다운 오토 리커버리 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.com에서 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

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	9
4.4	출력 피드백	9
4.5	무부하 보호	9
5	PCB 레이아웃	10
6	BOM	11
7	인덕터 디자인 스프레드시트	12
8	성능 데이터	14
8.1	액티브 모드 효율	15
8.2	출력 전류 레귤레이션	16
8.2.1	입력 전압 및 부하 전체에서의 출력 전류 레귤레이션	16
8.3	부하 레귤레이션	17
8.4	역률	18
9	써멀 성능	19
9.1	사용 장비	19
9.2	써멀 결과	20
9.3	써멀 스캔	21
10	파형	23
10.1	정상 작동 시 드레인 전압 및 전류	23
10.2	출력 단락 상태시 드레인 전압 및 전류	26
10.3	드레인 전압 및 전류 스타트업 프로파일	27
10.4	출력 전류 스타트업 프로파일	28
10.5	입력-출력 프로파일	29
10.6	라인 새그 및 서지	31
10.7	원샷 무부하 보호	32
10.8	브라운아웃/브라운인	33
11	라인 서지	34
12	전도성 EMI	36
13	개정 내역	41



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.

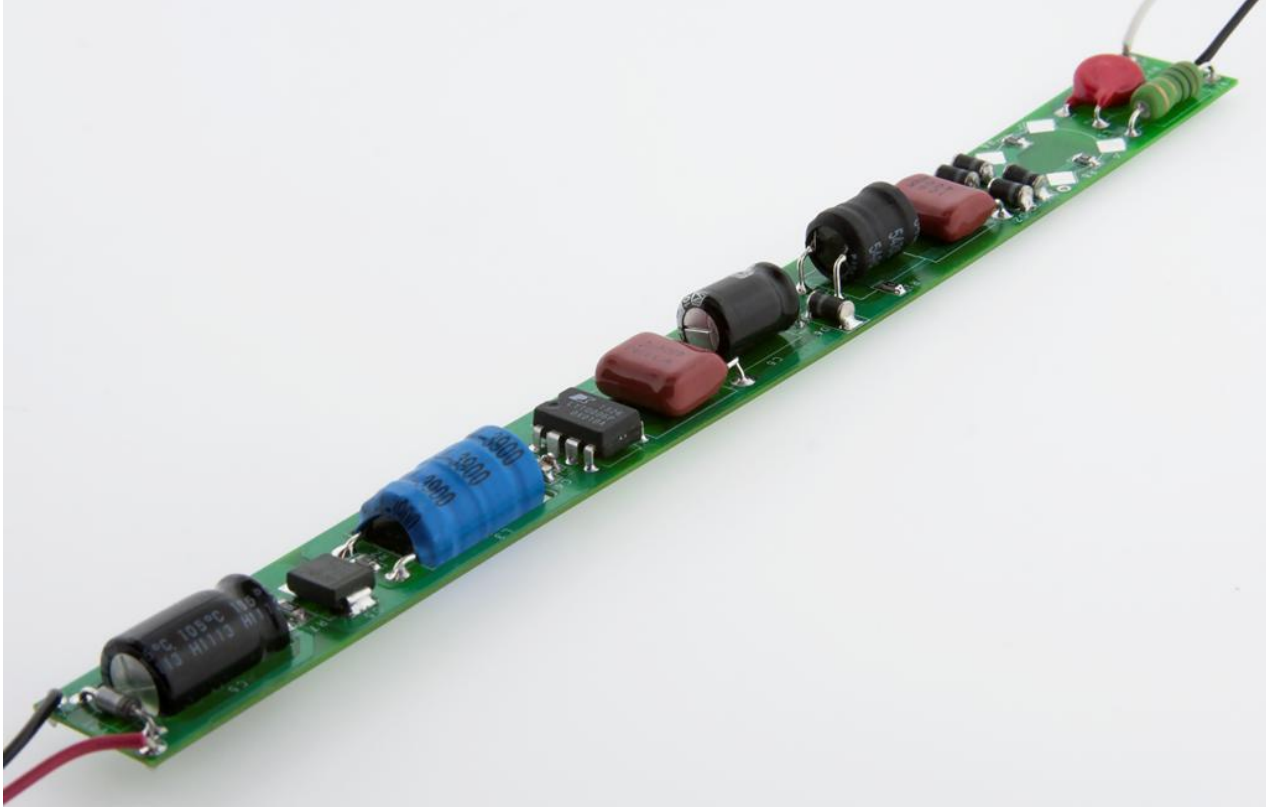


Figure 1 – Populated Circuit Board.

이 파워 서플라이는 190VAC~265VAC의 입력 전압 범위에서 작동합니다. 벡 토폴로지를 사용하게 되면 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 발라스터형 램프 애플리케이션의 LED 튜브용으로만 제한되어 있지 않으며, 특유의 단순함 덕분에 레트로핏 램프 애플리케이션에 맞게 디자인 레이아웃을 손쉽게 수정할 수 있습니다.



Figure 2 – Populated Circuit Board, P Package, Top.





Figure 3 – Populated Circuit Board, P Package, Bottom.

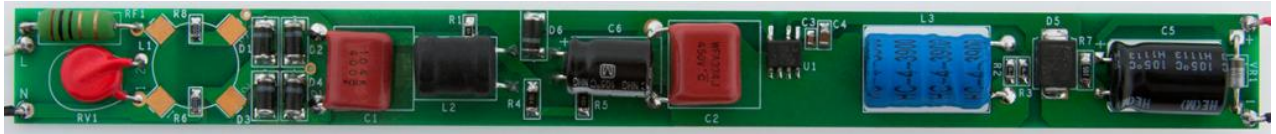


Figure 4 – Populated Circuit Board, D Package, Top.



Figure 5 – Populated Circuit Board, D Package, Bottom.

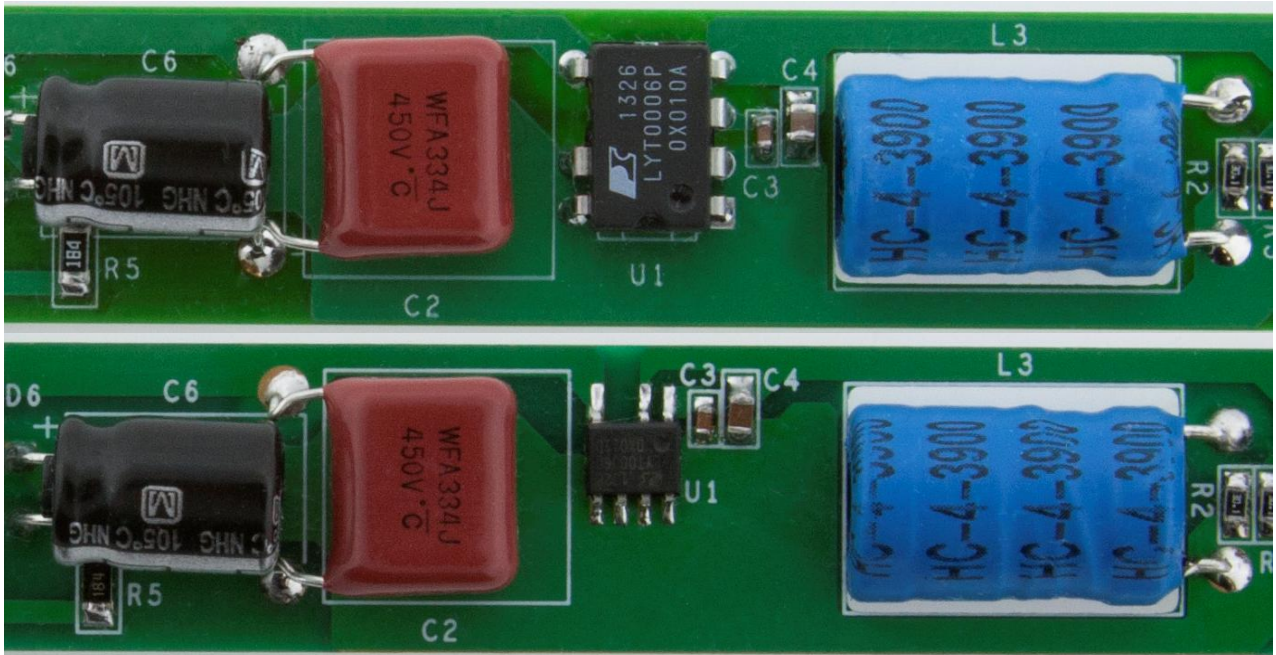


Figure 6 – There are 2 Possible LYTswitch-0 Package Options for this Application - Only Difference is the Temperature Rise, P Package being Lower by 5 °C.



2 파워 서플라이 사양

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

설명	기호	최소	일반	최대	단위	설명	
입력 전압 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	±4%, 200VAC-240VAC	
출력 전류	I_{OUT}		82		mA		
총 출력 전력	P_{OUT}			12	W		
연속 출력 전력							
효율 240VAC, 85 V LED	η	90			%	P_{OUT} , 25 °C 에서 측정	
역률 240VAC, 85 V LED	PF	0.7				P_{OUT} , 25 °C 에서 측정	
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)			1		kV		
링 웨이브(100kHz) 디퍼렌셜 모드(L1-L2)			2.5		kV		



3 회로도

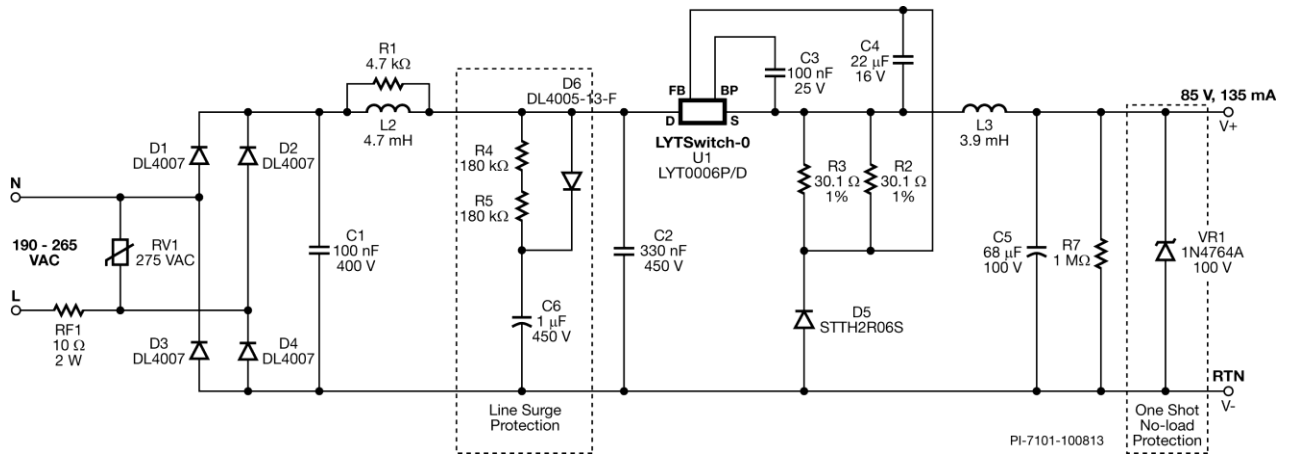


Figure 7 – Schematic.

참고: 제너 다이오드 VR1 은 선택 사항이며 1 회성 무부하 보호 기능을 제공합니다. 추가 OVP 옵션을 확인하려면 AN-60 을 참조하십시오.



4 회로 설명

그림 7에 나타난 파워 서플라이는 하이 사이드 벅 구성에 LYT0006P(U1)를 사용해 출력 전압 85VDC에서 135mA의 정전류를 제공합니다. 파워 서플라이는 항상 정전류(CC)로 구동되어야 하는 LED용으로 설계되었습니다.

4.1 입력 EMI 필터링

퓨즈 RF1이 회로 단락 보호 기능을 제공합니다. 다이오드 D1, D2, D3 및 D4는 우수한 역률을 위해 전파 정류를 제공하는 풀 브리지를 구성합니다. 전력 손실(열)을 고르게 분산시키고 비용을 절감하기 위해 레이아웃에 단일 패키지 대신 네 개의 단일 다이오드를 사용했습니다. 커패시터 C1, C2와 디퍼렌셜 모드 초크 L2가 전도성 EMI 규격을 충족시키기 위해서 π 필터를 구성합니다. 또한 커패시터 C1과 C2를 에너지 저장용으로 사용하여 라인 노이즈를 줄이고 라인 서지에 대해 보호합니다. 시스템 EMI 요구 사항을 충족하기 위해 더 높은 인덕턴스가 필요한 경우에 대비하여 보드에 추가 커먼 모드 초크(L1)가 제공됩니다.

1kV 이상의 디퍼렌셜 라인 서지가 발생할 경우 라인에서 나오는 서지 에너지를 클램핑하도록 RCD(C6, D6, R4 및 R5) 회로와 MOV(RV1)가 사용됩니다. 서지 요구 사항이 2kV 이상인 경우 RF1을 I^2t 정격이 높은 일반 퓨즈로 교체합니다. 500V 디퍼렌셜 라인 서지에 대비한 RCD 회로를 제거합니다. 2.5kV의 디퍼렌셜 라인 서지가 발생할 경우 RV1만 있으면 AC 정류기를 보호할 수 있습니다.

참조 디자인 필터는 높은 PF에 도달하도록 최적화되어 있습니다. π 필터와 출력 전압을 적절히 결합하고 최적화된 결과 정격 입력에서 0.7PF에 도달합니다.

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 설계하도록 최적화되어 있습니다. 파워 인덕터와 센싱 저항의 균형을 이루어 최상의 라인 레귤레이션을 달성하기 위해 PIXI 스프레드시트를 사용합니다. 입력 전류의 왜곡을 최소화하고 입력 전류를 전체 AC 사이클에 확산시킴으로써 역률을 극대화하도록 총 입력 커패시턴스를 최적화했습니다.

LYTSwitch-0 제품군에는 튜브의 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(D5), 센싱 저항(R2, R3), 파워 인덕터(L3), 출력 커패시터(C5)로 구성됩니다. 컨버터는 적절한 출력 전류를 제공하도록 대부분 CM(연속 모드)에서 작동합니다. 스위칭 손실을 최소화하기 위해 패스트 프리휠링 다이오드를 선택했습니다.



파워 컨버터에는 설계 비용을 절감하기 위해 표준 고성품 인덕터가 사용됩니다.

출력 커패시터(C5)의 커패시턴스를 낮춰도 드라이버의 작동이 제한되지는 않습니다. 실제로, 낮은 출력 전류 리플이 요구되는 직접 구동 애플리케이션에서는 C5를 제거할 수 있습니다.

4.3 출력 전류

파워 인덕터는 이 전력 레벨에 대해 대개 연속 모드에서 작동하며, 역방향 전류($t_{RR} < 35$ nS 권장)를 최소화하여 효율을 높이고 써멀 관리를 위해 패스트 출력 다이오드(D5)를 사용했습니다.

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. 출력 전류는 R2 및 R3에서 센싱되고 C4에서 필터링된 다음 FB 핀으로 공급되며, 정확한 레귤레이션을 위해 내부 레퍼런스와 비교합니다. 우수한 라인 레귤레이션을 달성하기 위한 핵심은 최소 인덕턴스가 계산된 후 파워 인덕터와 센싱 저항의 값이 균형을 이루는 것입니다. 이를 위해서 PIXI 설계 스프레드시트를 활용하면 됩니다.

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. 우발적인 무부하 작동 상태가 발생할 경우 출력 커패시터가 VR1에 의해 보호됩니다. 고장 발생 후에는 제너 다이오드 VR1을 교체해야 할 수도 있습니다. 다른 OVP 옵션을 확인하려면 AN-60을 참조하십시오.

실제 작동(LED 레트로핏 램프) 중에는 부하가 항상 연결되므로 VR1이 반드시 필요하지는 않으며 이를 제거해 비용을 절감할 수 있습니다. 특히, 제조 과정에서 보드 레벨 테스트 중에 돌발적으로 부하 차단이 발생할 경우 부하의 연결 여부를 확인하기 위해 처음에 입력단으로 70VAC를 가한 다음 출력 전류를 측정할 수 있습니다. 이 테스트를 수행하면 OV 보호 회로를 사용하지 않으면서도 보드의 안전하고 비파괴적인 초기 파워 업이 보장됩니다.



5 PCB 레이아웃

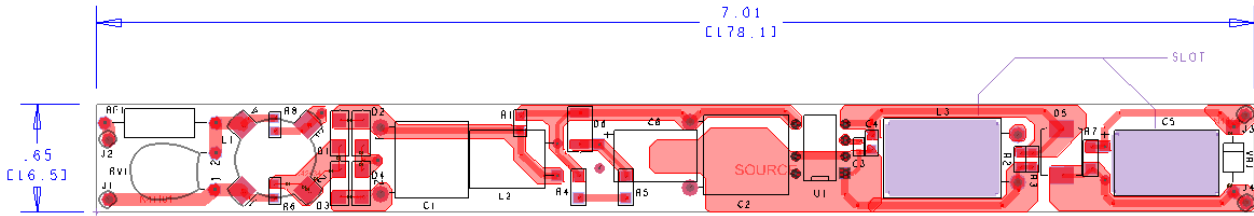


Figure 8 – Printed Circuit Layout for DIP-8 P Package. Top View.

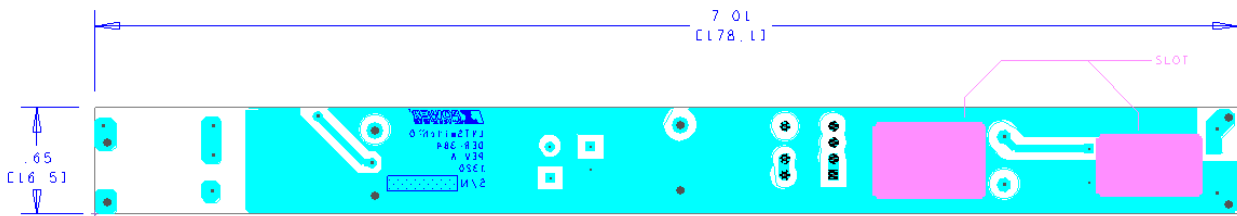


Figure 9 – Printed Circuit Layout for P Package. Bottom View.

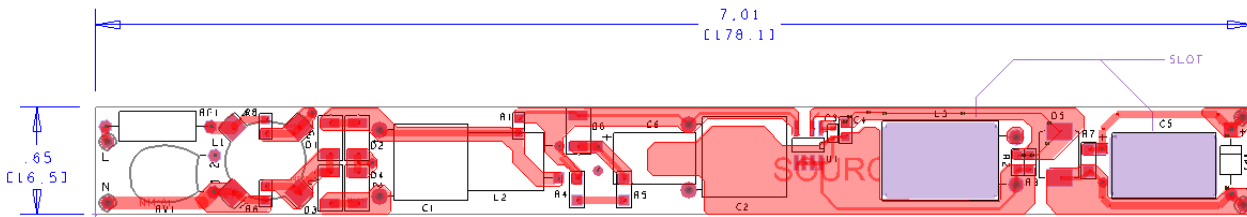


Figure 10 – Printed Circuit Layout for SO-8 D Package. Top View.

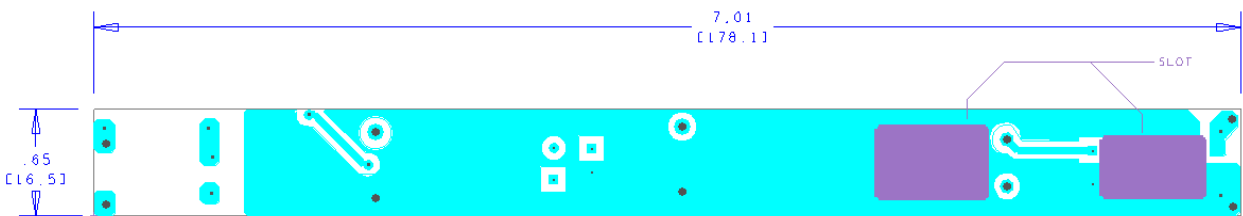


Figure 11 – Printed Circuit Layout for D Package. Bottom View.



6 BOM

Item	Qty	Ref Des	설명	Manufacturer P/N	Manufacturer
Electrical					
1	1	C1	100 nF, 400 V, Film	ECQ-E4104KF	Panasonic
2	1	C2	330 nF, 450 V, METALPOLYPRO	ECW-F2W334JAQ	Panasonic
3	1	C3	100 nF, 25 V, Ceramic, X7R, 0603	VJ0603Y104KNXAO	Vishay
4	1	C4	22 μ F, 16 V, Ceramic, X7R, 0805	C2012X5R1C226K	TDK
5	1	C5	68 μ F, 100 V, Electrolytic, Gen. Purpose, (10 x 16)	UHE2A680MPD	Nichicon
6	1	C6	1.0 μ F, 450 V, Electrolytic, NHG, (8 x 11.5)	ECA-2WHG010	Panasonic
7	4	D1 D2 D3 D4	1000 V, 1 A, Rectifier, Glass Passivated, DO-213AA (MELF)	DL4007-13-F	Diodes, Inc.
8	1	D5	DIODE ULTRA FAST 600 V 2 A HE SMC, DO-214AB	STTH2R06S	ST Micro
9	1	D6	600 V, 1 A, Rectifier, Glass Passivated, DO-213AA (MELF)	DL4005-13-F	Diodes, Inc.
10	1	L2	4.7 mH, 0.150 A, 20%	RL-5480-3-4700	Renco Elect
11	1	L3	3.9 mH, 0.250 A, 20%	RL-5480HC-4-3900	Renco Elect
12	1	R1	4.7 k Ω , 5%, 1/8 W, Thick Film, 0805	ERJ-6GEYJ472V	Panasonic
13	2	R2 R3	31/8 Ω , 1%, 1/8 W, Thick Film, 0805	ERJ-6ENF30R1V	Panasonic
14	2	R4 R5	180 k Ω , 5%, 1/4 W, Thick Film, 1206	ERJ-8GEYJ184V	Panasonic
15	1	R7	1 M Ω , 5%, 1/4 W, Thick Film, 1206	ERJ-8GEYJ105V	Panasonic
16	1	RF1	10 Ω , 5%, 2 W, Wirewound, Fusible	FW20A10R0JA	Bourns
17	1	RV1	275 V, 23 J, 7 mm, RADIAL	V275LA4P	Littlefuse
18	1	U1	LYTSwitch-0, DIP-8B	LYT0006P/D	Power Integrations
19	1	VR1	100 V, 5%, 1 W, DO-41	1N4764A-TAP	Vishay
Mechanical					
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 (0.65" X 7.0")		



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
INPUT VARIABLES					
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	135		135	mA	출력 전류
Pout			11.5	W	
EFFICIENCY	0.90		0.90		Overall Efficiency Estimate (Adjust to match Calculated, or enter Measured Efficiency)
CIN	0.43		0.43	uF	Input Filter Capacitor
DC INPUT VARIABLES					
VMIN			85.70624	Volts	Minimum DC Bus Voltage
VMAX			374.7666	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
IRMS			110.4053	mA	Expected RMS current through LYTSwitch
VDS			4.8375	Volts	Maximum On-State Drain To Source Voltage drop
DIODE					
VD			0.7	Volts	Freewheeling Diode Forward Voltage Drop
VRR			400	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	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	3510		3510	uH	Output Inductor, Recommended Standard Value
IO_Average			135.7396	mA	Average output current
ILRMS			174.5175	mA	Estimated RMS inductor current (at VMAX)
FEEDBACK COMPONENTS					
RFB	15.05		15.05	Ohms	Feedback Resistor. Use closest standard 1% value
CFB			22	uF	Feedback Capacitor
OUTPUT REGULATION					
IO_VACMIN			135.7396	mA	Output Current at VACMIN
IO_VACNOM			136.7358	mA	Output Current at VACNOM
IO_VACMAX			135.3795	mA	Output Current at VACMAX



8 성능 데이터

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

입력		Input Measurement				LED Load Measurement			Regulation (%)	Efficiency (%)
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)		
V_{OUT} Minimum										
190	50	189.93	83.76	12.377	0.778	82.0	136.2	11.190	0.89	90.41
200	50	199.89	81.65	12.432	0.762	82.0	136.6	11.230	1.19	90.33
220	50	219.95	78.22	12.460	0.724	82.0	136.6	11.220	1.19	90.05
240	50	239.93	75.75	12.459	0.686	82.0	136.2	11.180	0.89	89.73
265	50	264.97	73.32	12.464	0.642	81.9	135.8	11.140	0.59	89.38
V_{OUT} Nominal										
190	50	189.95	84.98	12.777	0.792	85.0	135.7	11.580	0.52	90.63
200	50	199.89	82.94	12.818	0.773	85.0	136.1	11.600	0.81	90.50
220	50	219.95	79.45	12.924	0.740	85.1	136.9	11.670	1.41	90.30
240	50	239.93	76.78	12.922	0.701	85.1	136.5	11.630	1.11	90.00
265	50	264.97	74.40	12.930	0.656	85.1	136.1	11.590	0.81	89.64
V_{OUT} Maximum										
190	50	189.95	86.14	13.173	0.805	88.1	135.4	11.970	0.30	90.87
200	50	199.89	84.04	13.230	0.788	88.1	135.8	12.000	0.59	90.70
220	50	219.95	80.51	13.307	0.752	88.2	136.3	12.050	0.96	90.55
240	50	239.93	77.84	13.391	0.717	88.2	136.7	12.080	1.26	90.21
265	50	264.97	75.55	13.417	0.670	88.2	136.4	12.050	1.04	89.81

Table 1 – Test Data from the UUT.



8.1 액티브 모드 효율

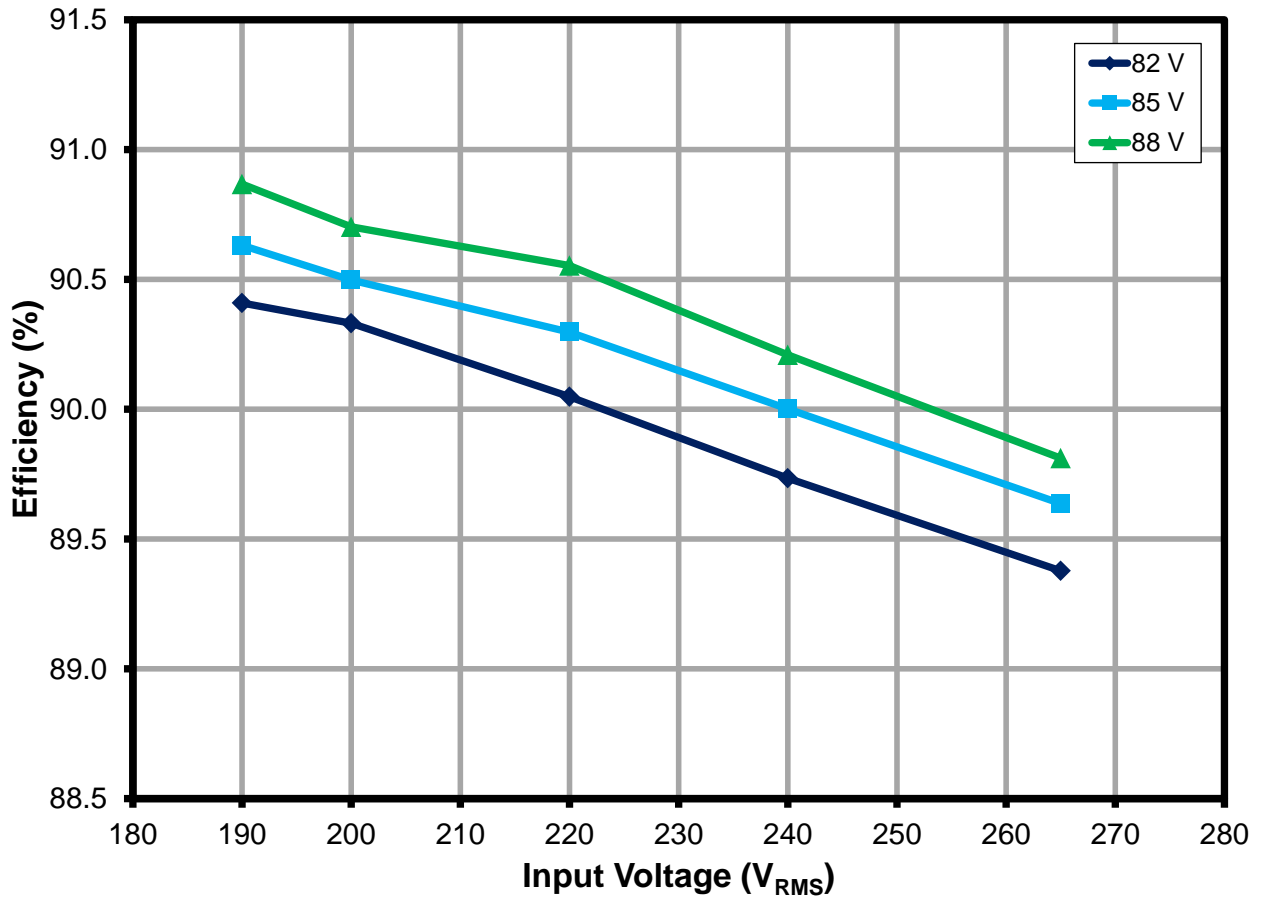


Figure 12 – Efficiency with Respect to AC Input Voltage 190-265 VAC (60 Hz) Input.



8.2 출력 전류 레귤레이션

8.2.1 입력 전압 및 부하 전체에서의 출력 전류 레귤레이션

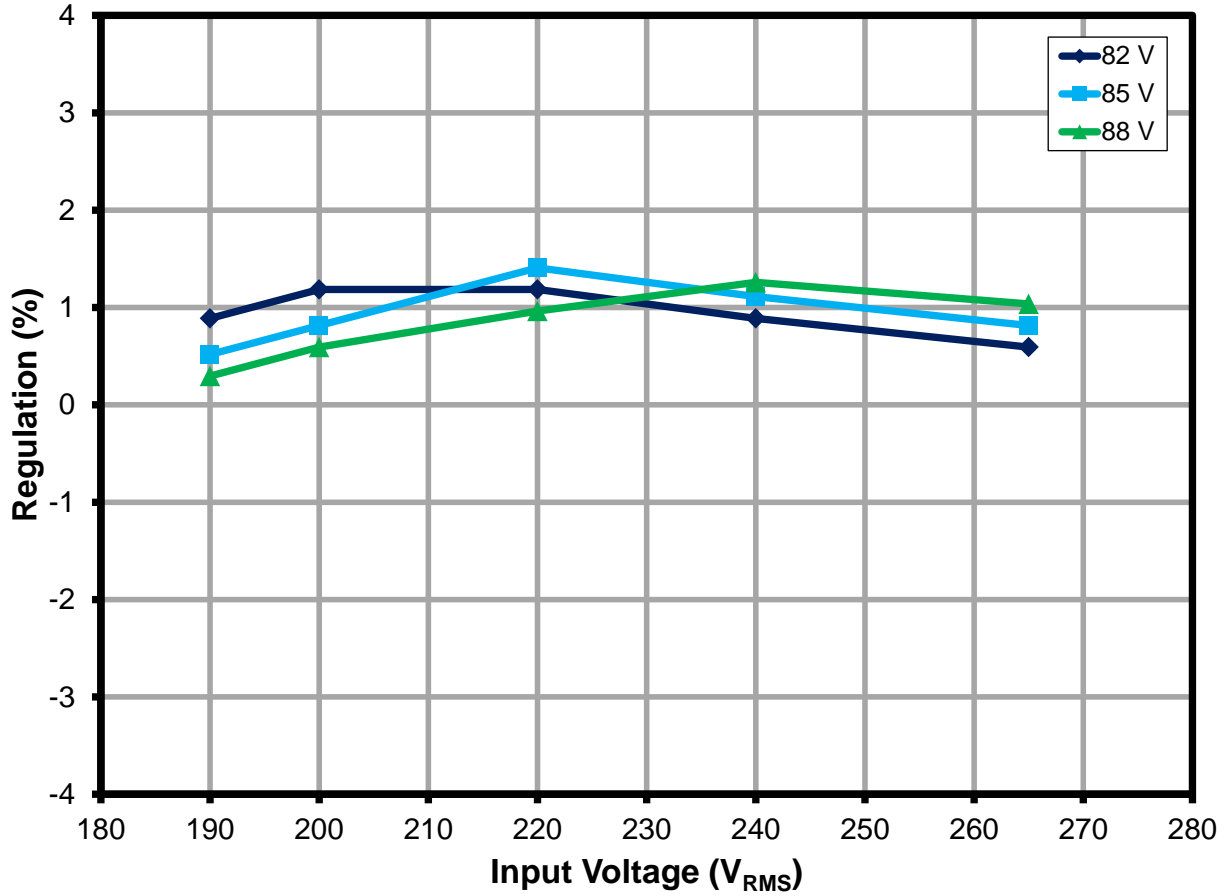


Figure 13 – Load Regulation, Room Temperature.



8.3 부하 레귤레이션

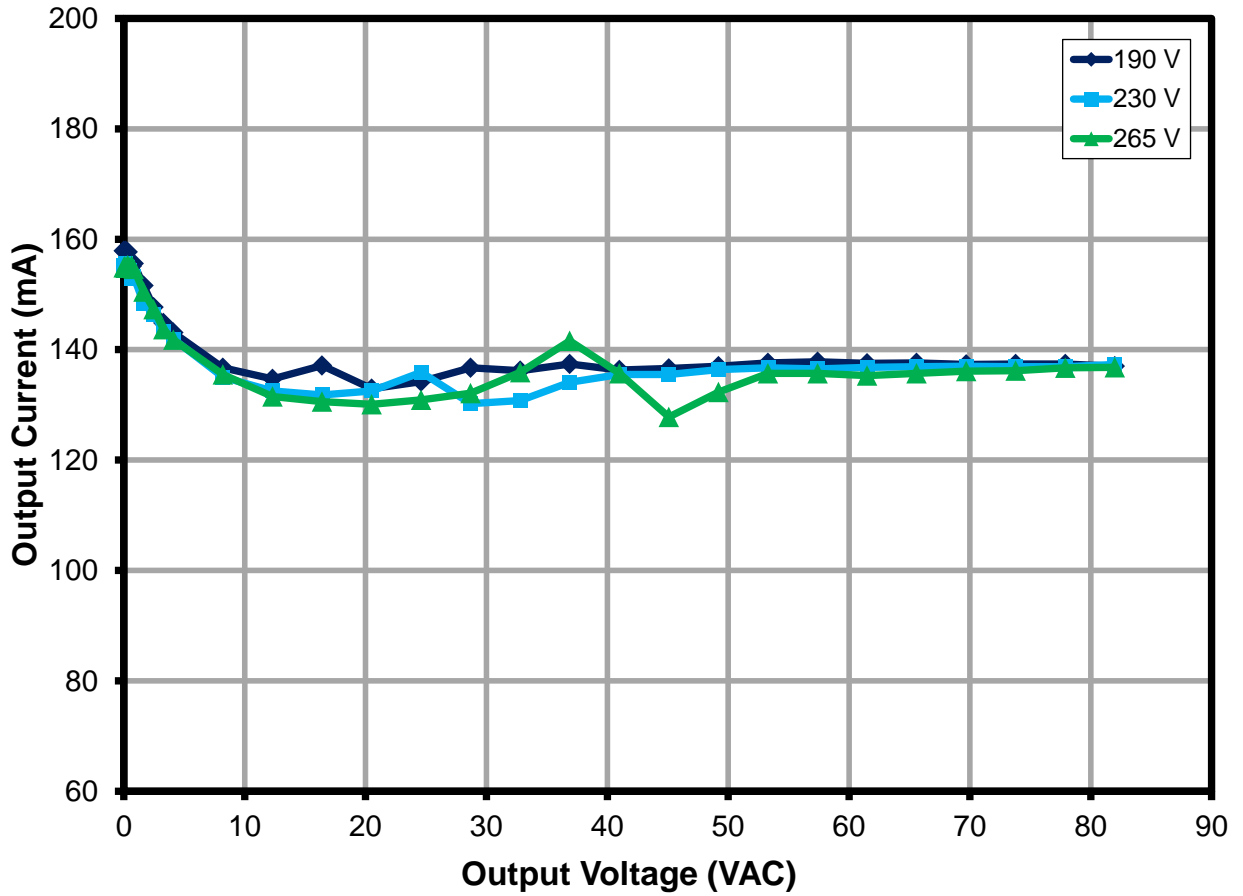


Figure 14 – Load Regulation at 190 V, 230 V and 265 V. The Design Can Operate in a Wide Operating Output Voltage.



8.4 역률

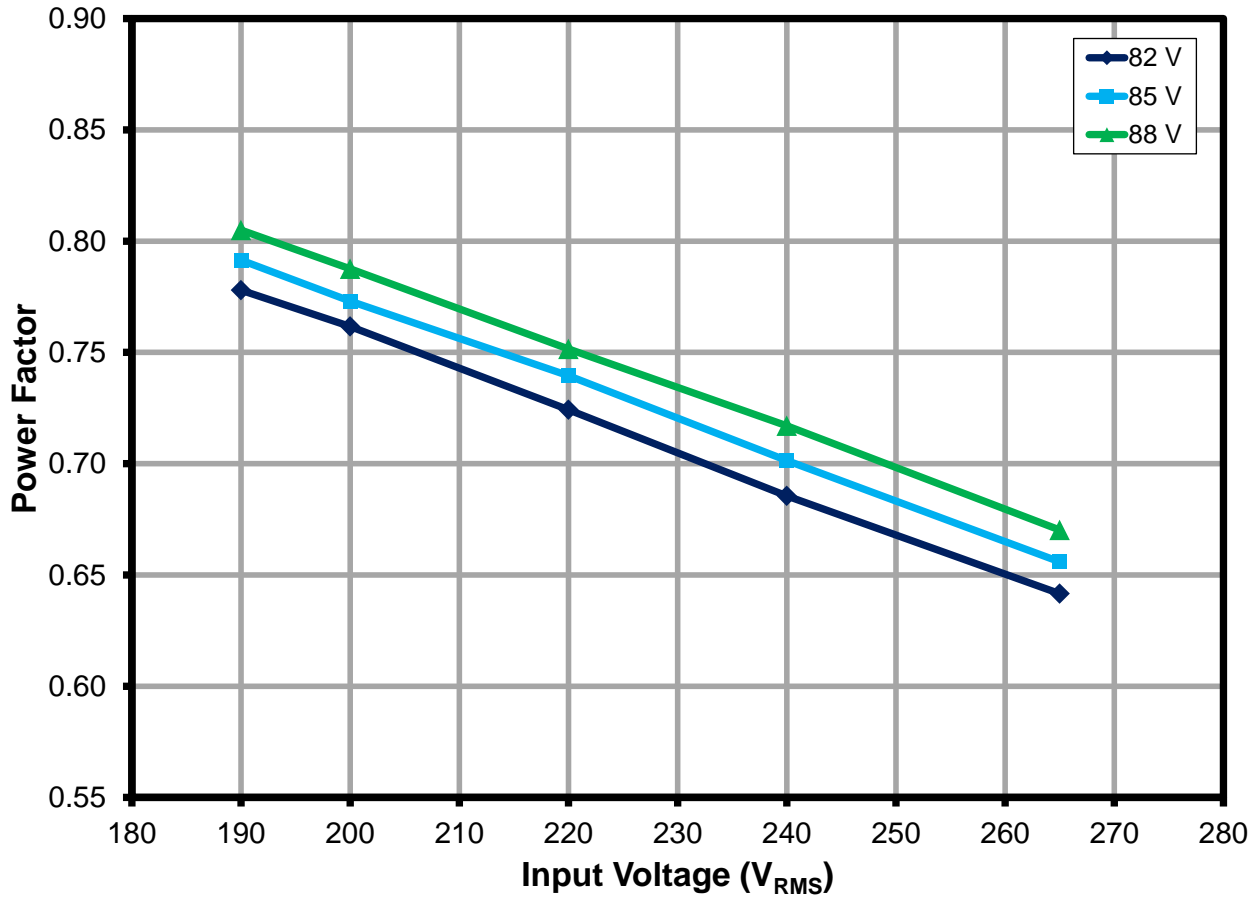


Figure 15 – Power Factor Performance at Different LED Voltage.



9 씨말 성능

9.1 사용 장비

AC Source:	Chroma Programmable AC Source Model No: 6415	Wattmeter:	Yokogawa Power Meter Model No: WT2000
		Data Logger:	Agilent

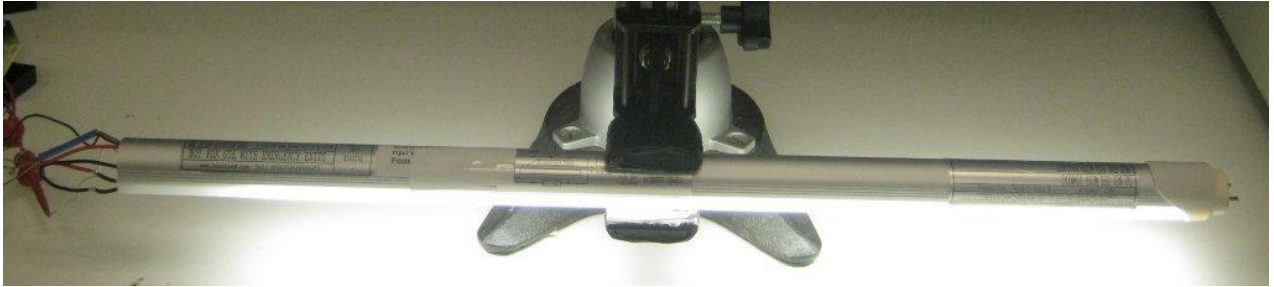


Figure 16 – LED Driver Inserted in a T8, 2 ft. Tube for Thermal Evaluation.

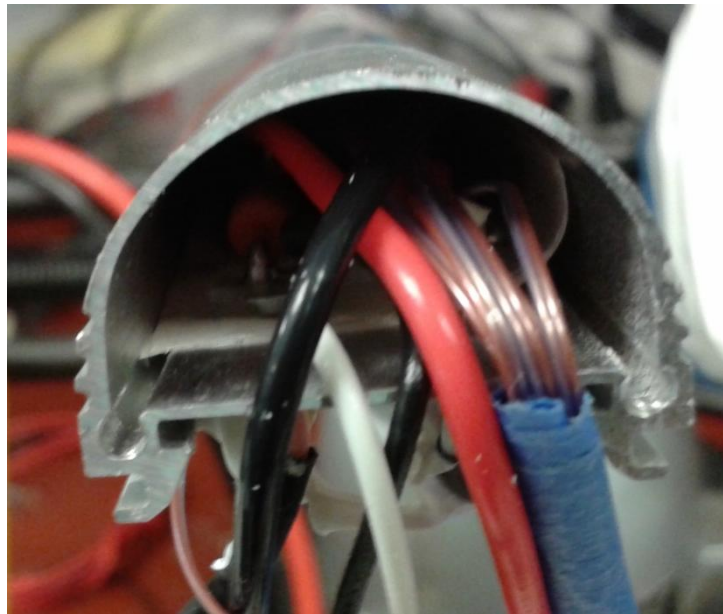


Figure 17 – LED Driver Thermal Unit Fitted Inside a T8 Tube Housing.



Figure 18 – Thermal Unit with Thermocouple Set-up.



9.2 씨얼 결과

Input: 190 V / 50 Hz

부하: 85 V / 135 m A LED load.

Device Location	Unit	Measurement
External Ambient	°C	36.8
Internal Ambient	°C	42.7
Bridge (D2)	°C	50.0
LYT0006P/D (U1)	°C	49.0
Power Inductor (L2)	°C	44.0
Output Diode (D5)	°C	50.0

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 measurement.

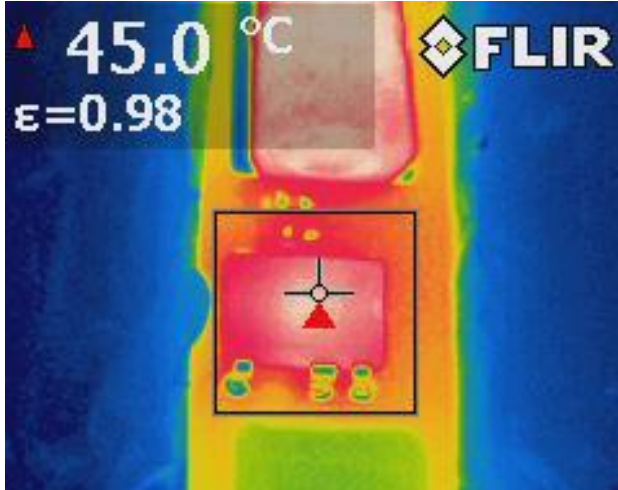


Figure 19 – LYT0006P Device Temperature (°C).



Figure 20 – LYT0006D Device Temperature (°C).

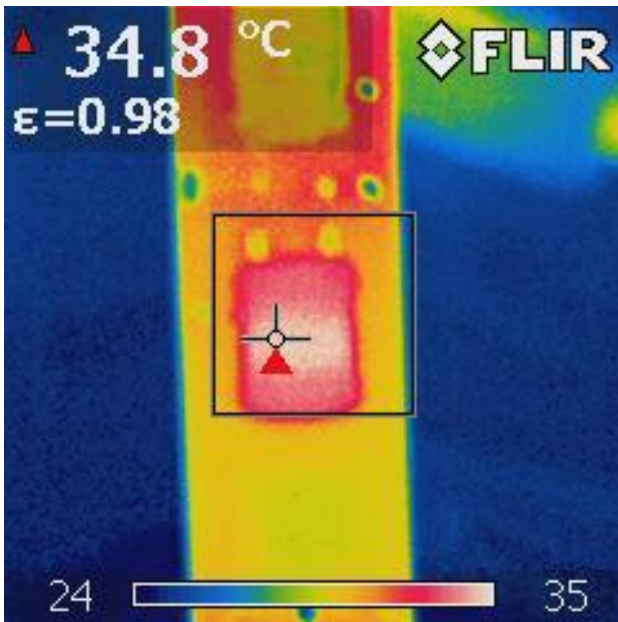


Figure 21 – EMI Choke; L1 Temperature (°C).

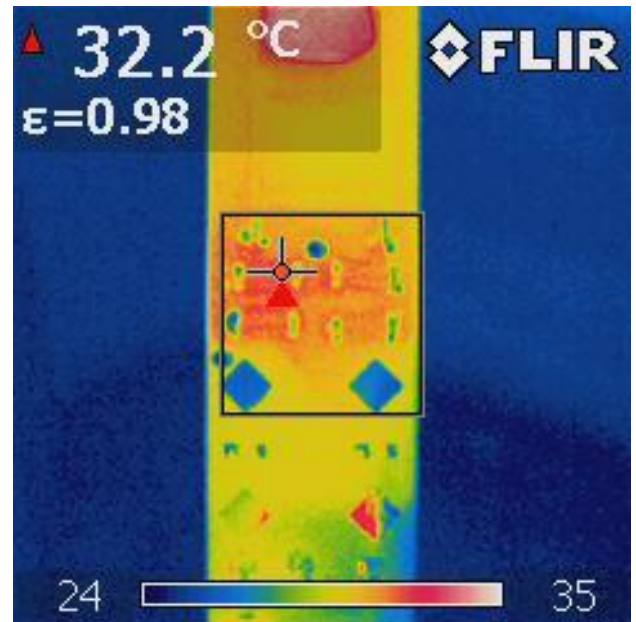


Figure 22 – D1 Temperature (°C).



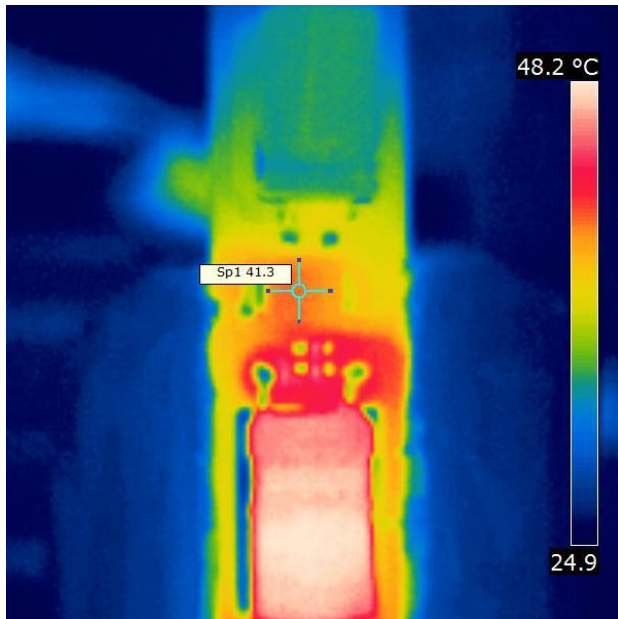


Figure 23 – D5 Freewheeling Diode Temperature (°C)

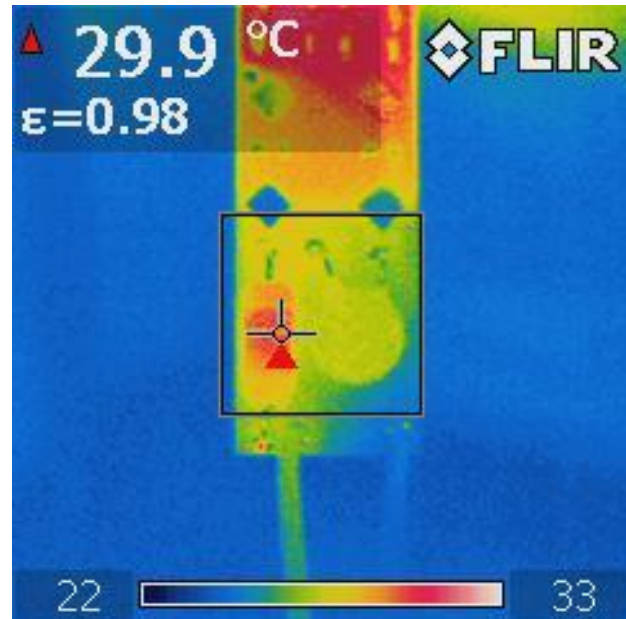


Figure 24 – Temperature (°C) at Bottom Side of PCB.



10 파형

10.1 정상 작동 시 드레인 전압 및 전류

Skipped cycles are normal as they are the mode used to regulate the output current. These skipped cycles will occur every time the voltage drop on sense resistor (R2, R3) reaches 1.65 V. The unit will enter into auto-restart if there is not at least one missing pulse within 50 ms.

In some designs with high power inductance and operating mostly in CCM, a reverse current may be present. This can be avoided by increasing the device size, increasing the input capacitance, or adding a drain blocking diode. See AN-60 for more additional information.

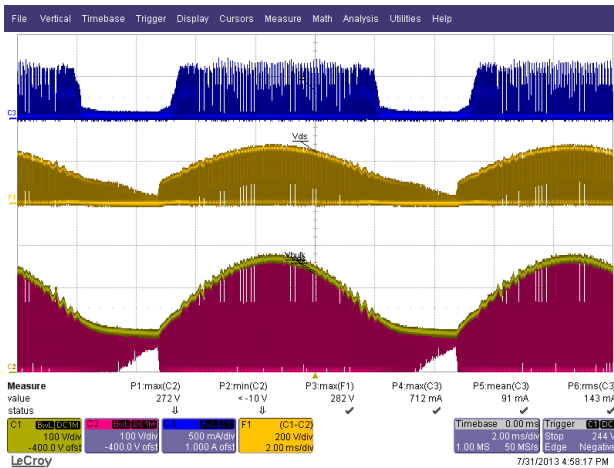


Figure 25 – 190 VAC, 50 Hz, Nominal V_{LED} Load.

F1 (Orange): V_{D-S} , 200 V / div.
 Ch1 (Yellow): $V_{BULK-GROUND}$, 100 V / div.
 Ch2 (Yellow): V_{S-G} , 100 V / div.
 Ch3 (Blue): I_{DRAIN} , 500 mA / div.
 Time Scale: 2 ms / div.

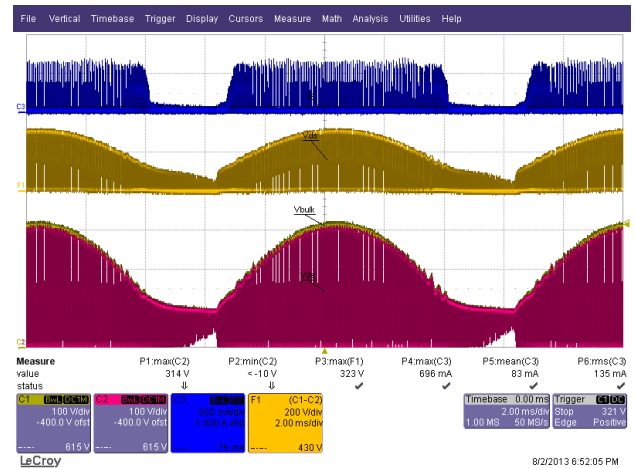


Figure 26 – 220 VAC, 50 Hz, Nominal V_{LED} Load.

F1 (Orange): V_{D-S} , 200 V / div.
 Ch1 (Yellow): $V_{BULK-GROUND}$, 100 V / div.
 Ch2 (Yellow): V_{S-G} , 100 V / div.
 Ch3 (Blue): I_{DRAIN} , 500 mA / div.
 Time Scale: 2 ms / div.



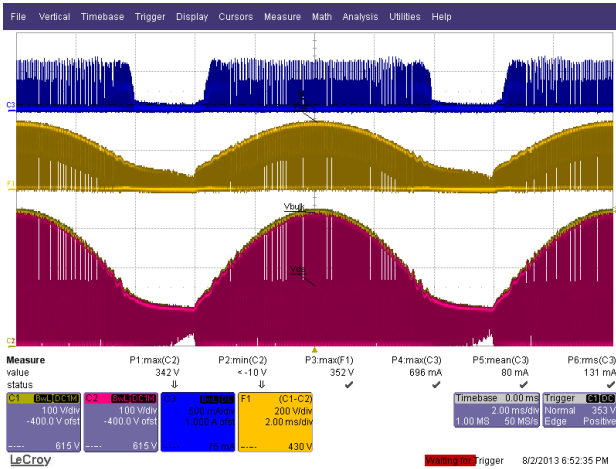


Figure 27 – 240 VAC, 50 Hz, Nominal V_{LED} Load.
 F1 (Orange): V_{D-S} , 200 V / div.
 Ch1 (Yellow): $V_{BULK-GROUND}$, 100 V / div.
 Ch2 (Yellow): V_{S-G} , 100 V / div.
 Ch3 (Blue): I_{DRAIN} , 500 mA / div.
 Time Scale: 2 ms / div.

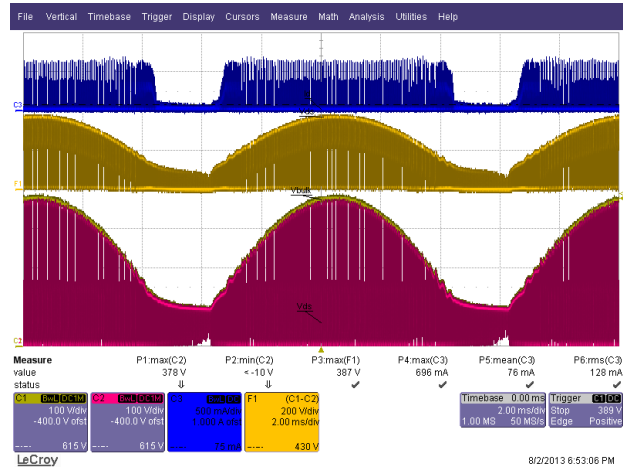


Figure 28 – 265 VAC, 50 Hz, Nominal V_{LED} Load.
 F1 (Orange): V_{D-S} , 200 V / div.
 Ch1 (Yellow): $V_{BULK-GROUND}$, 100 V / div.
 Ch2 (Yellow): V_{S-G} , 100 V / div.
 Ch3 (Blue): I_{DRAIN} , 500 mA / div.
 Time Scale: 2 ms / div.

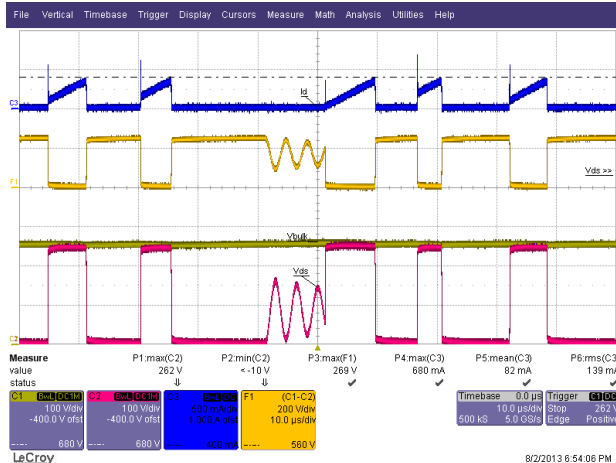


Figure 29 – 190 VAC, 50 Hz, Nominal V_{LED} Load.
 F1 (Orange): V_{D-S} , 200 V / div.
 Ch1 (Yellow): $V_{BULK-GROUND}$, 100 V / div.
 Ch2 (Yellow): V_{S-G} , 100 V / div.
 Ch3 (Blue): I_{DRAIN} , 500 mA / div.
 Time Scale: 10 μ s / div.

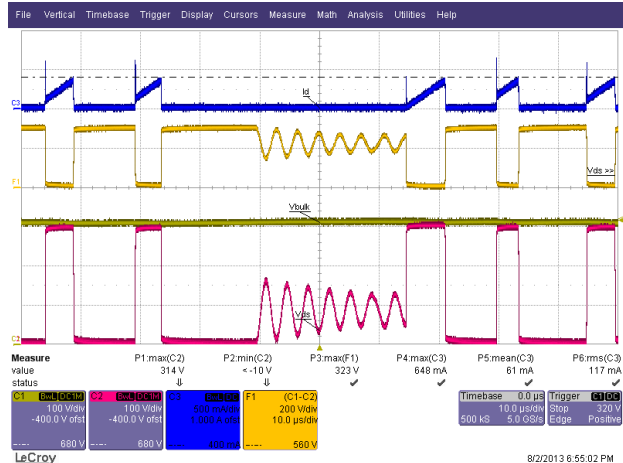


Figure 30 – 220 VAC, 50 Hz, Nominal V_{LED} Load.
 F1 (Orange): V_{D-S} , 200 V / div.
 Ch1 (Yellow): $V_{BULK-GROUND}$, 100 V / div.
 Ch2 (Yellow): V_{S-G} , 100 V / div.
 Ch3 (Blue): I_{DRAIN} , 500 mA / div.
 Time Scale: 10 μ s / div.



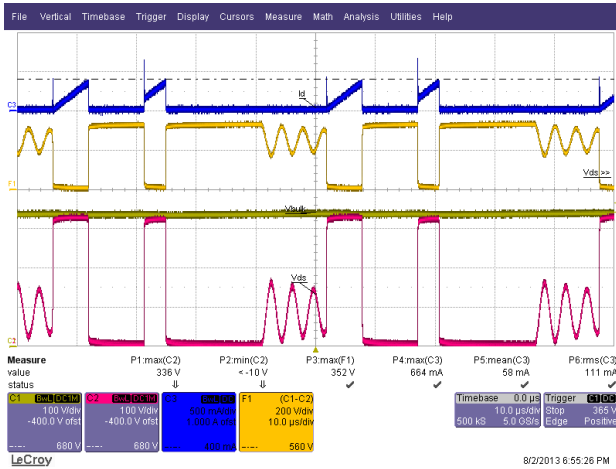


Figure 31 – 240 VAC, 50 Hz, Nominal V_{LED} Load.
 F1 (Orange): V_{D-S} , 200 V / div.
 Ch1 (Yellow): $V_{BULK-GROUND}$, 100 V / div.
 Ch2 (Yellow): V_{S-G} , 100 V / div.
 Ch3 (Blue): I_{DRAIN} , 500 mA / div.
 Time Scale: 10 μ s / div.

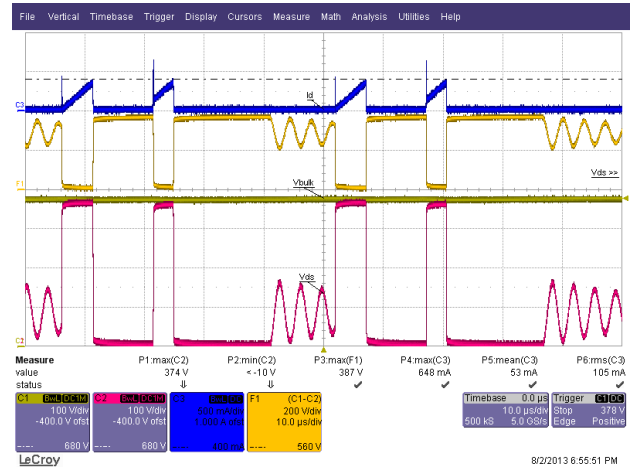


Figure 32 – 265 VAC, 50 Hz, Nominal V_{LED} Load.
 F1 (Orange): V_{D-S} , 200 V / div.
 Ch1 (Yellow): $V_{BULK-GROUND}$, 100 V / div.
 Ch2 (Yellow): V_{S-G} , 100 V / div.
 Ch3 (Blue): I_{DRAIN} , 500 mA / div.
 Time Scale: 10 μ s / div.

10.2 출력 단락 상태시 드레인 전압 및 전류

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

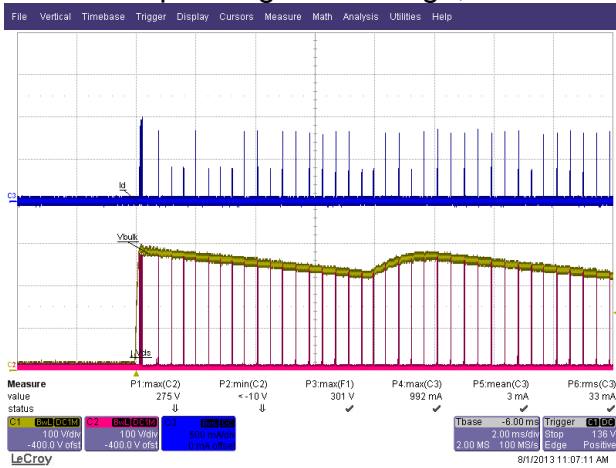


Figure 33 – LYT0006D Output Short. 190 VAC.
 Ch1: V_{BULK} , 100 V / div.
 Ch2: V_{S-G} , 100 V / div.
 Ch3: I_{DRAIN} , 0.5 A / div.
 Time Scale: 2 ms / div.

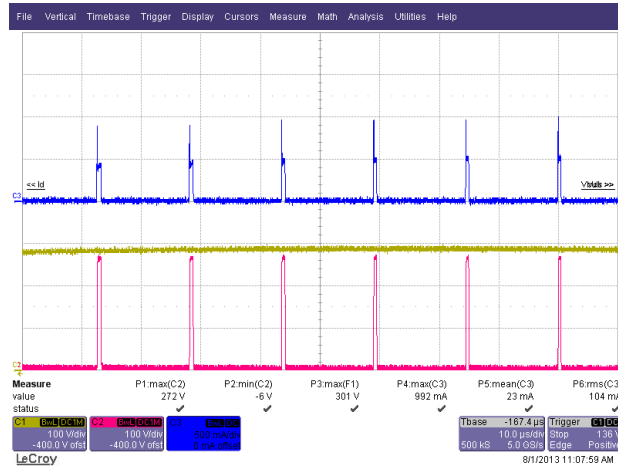


Figure 34 – LYT0006D Output Short. 190 VAC.
 Ch1: V_{BULK} , 100 V / div.
 Ch2: V_{S-G} , 100 V / div.
 Ch3: I_{DRAIN} , 0.5 A / div.
 Time Scale: 10 μ s / div.

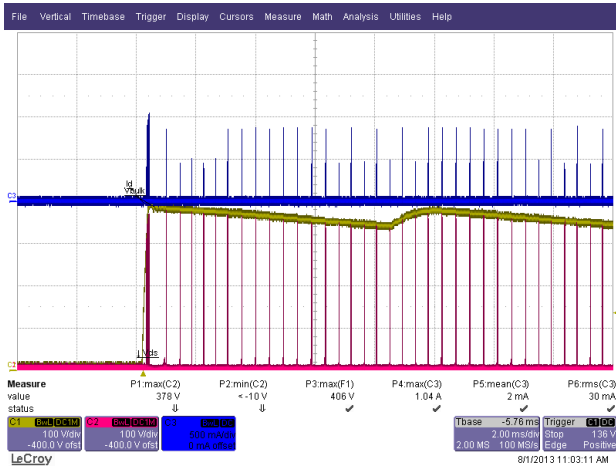


Figure 35 – LYT0006D Output Short. 265 VAC.
 Ch1: V_{BULK} , 100 V / div.
 Ch2: V_{S-G} , 100 V / div.
 Ch3: I_{DRAIN} , 0.5 A / div.
 Time Scale: 2 ms / div.

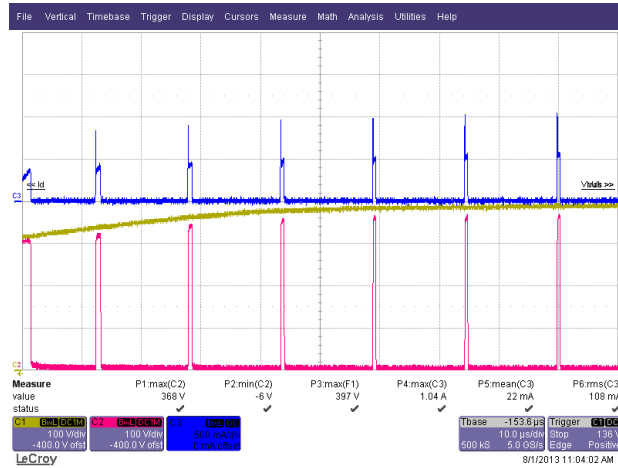


Figure 36 – LYT0006D Output Short. 265 VAC.
 Ch1: V_{BULK} , 100 V / div.
 Ch2: V_{S-G} , 100 V / div.
 Ch3: I_{DRAIN} , 0.5 A / div.
 Time Scale: 10 μ s / div.



10.3 드레인 전압 및 전류 스타트업 프로파일

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

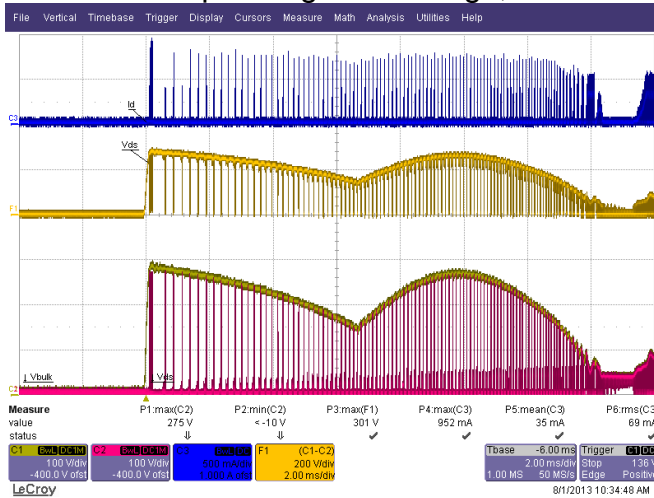


Figure 37 – 190 VAC / 50 Hz Start-up.

Ch1: V_{BULK} , 100 V / div.
 Ch2: V_{S-G} , 100 V / div.
 Ch3: I_{DRAIN} , 0.5 A / div.
 F1: V_{D-S} , 200 V / div.
 Time Scale: 2 ms / div.

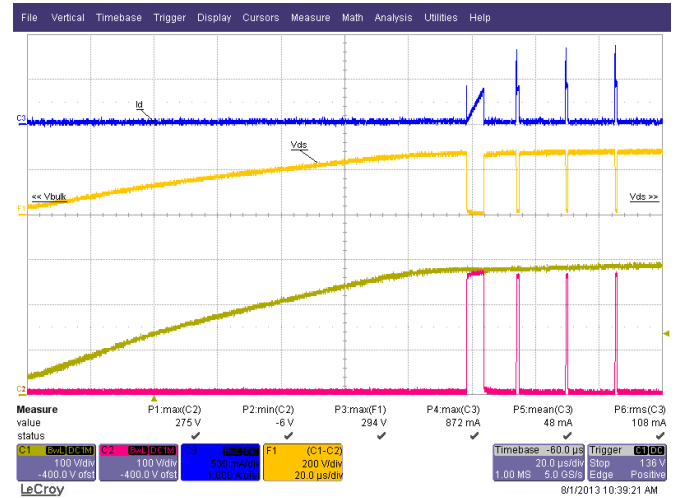


Figure 38 – 190 VAC / 50 Hz Start-up.

Ch1: V_{BULK} , 100 V / div.
 Ch2: V_{S-G} , 100 V / div.
 Ch3: I_{DRAIN} , 0.5 A / div.
 F1: V_{D-S} , 200 V / div.
 Time Scale: 20 μ s / div.

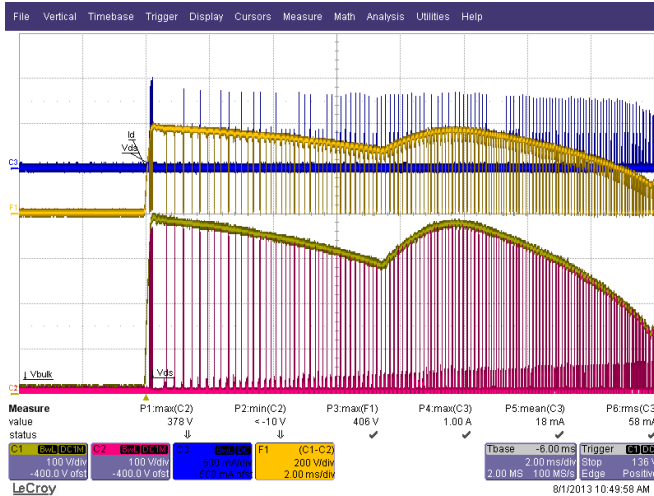


Figure 39 – 265 VAC / 50 Hz Start-up.

Ch1: V_{BULK} , 100 V / div.
 Ch2: V_{S-G} , 100 V / div.
 Ch3: I_{DRAIN} , 0.5 A / div.
 F1: V_{D-S} , 200 V / div.
 Time Scale: 2 ms / div.

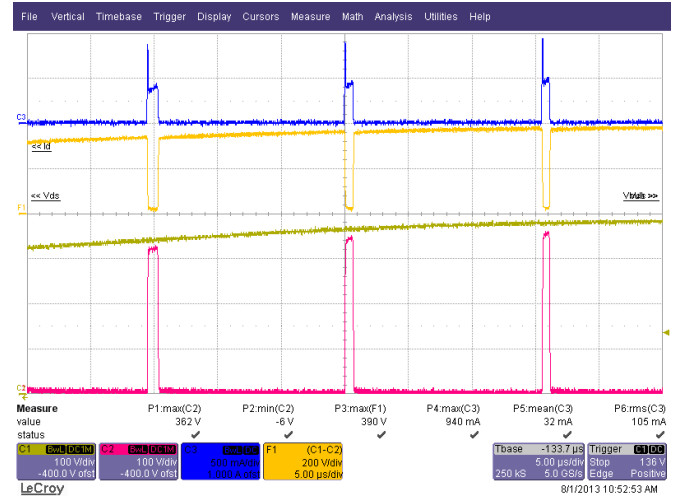


Figure 40 – 265 VAC / 50 Hz Start-up.

Ch1: V_{BULK} , 100 V / div.
 Ch2: V_{S-G} , 100 V / div.
 Ch3: I_{DRAIN} , 0.5 A / div.
 F1: V_{D-S} , 200 V / div.
 Time Scale: 5 μ s / div.



10.4 출력 전류 스타트업 프로파일

Output current/light is present in just one AC cycle, 100 ms.

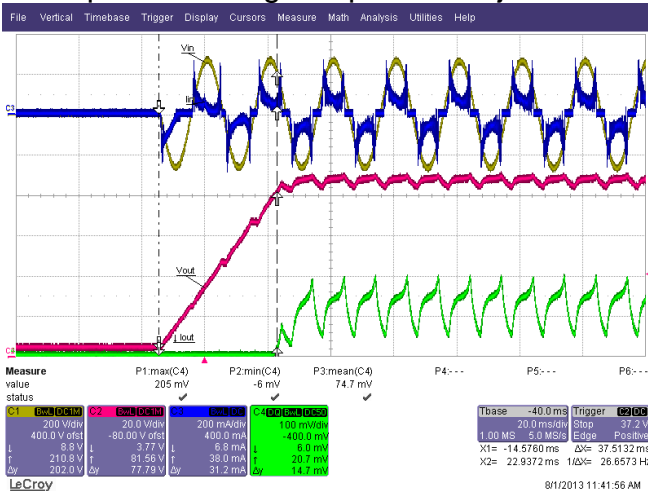


Figure 41 – 190 VAC, 50 Hz, Nominal V_{LED} Load.

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

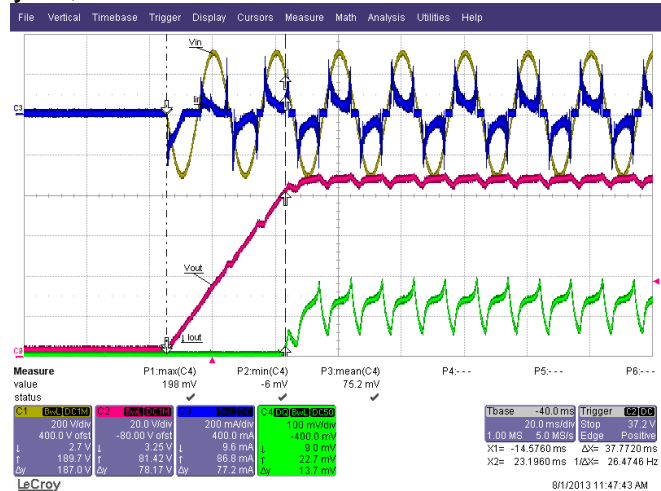


Figure 42 – 220 VAC, 50 Hz, Nominal V_{LED} Load.

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

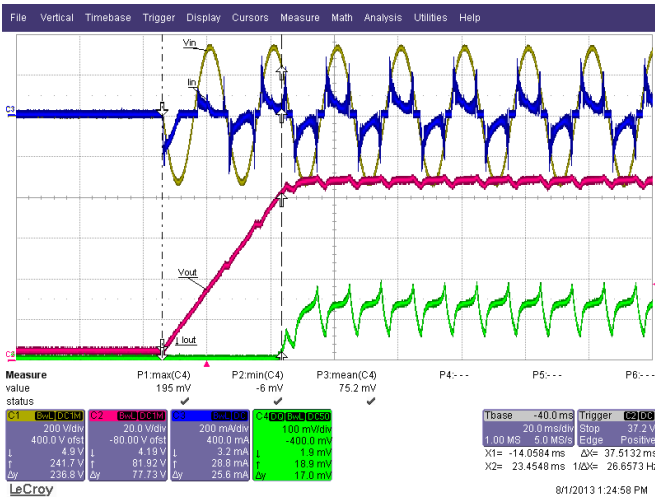


Figure 43 – 240 VAC, 50 Hz, Nominal V_{LED} Load.

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

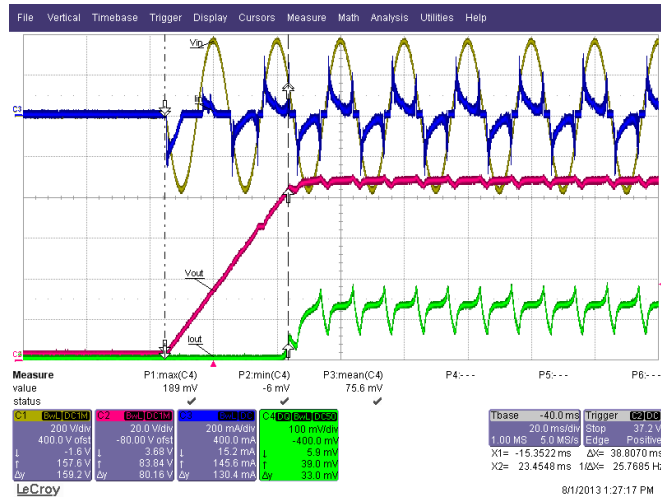


Figure 44 – 265 VAC, 50 Hz, Nominal V_{LED} Load.

Ch1 (Yellow): V_{IN} , 200 V / div.
 Ch2 (Red): V_{OUT} , 20 V.
 Ch3 (Blue): I_{IN} , 200 mA / div.
 Ch4 (Green): I_{OUT} , 100 mA / div.
 Time Scale: 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 low output current ripple then increase the output capacitor value until the desired level is achieved. Note that the output current waveform below will change depending on LED load impedance which also varies according to LED type. An LED with high bulk resistance (low current rated LED) will tend to have lower ripple than high current LED with low bulk resistance for the same current impressed.

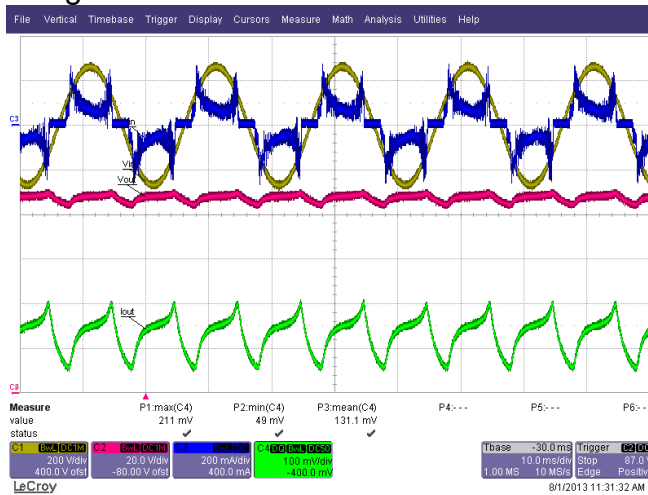


Figure 45 – 190 VAC / 50 Hz, Nominal V_{LED} Load.

Ch1 (Yellow): V_{IN} , 200 V / div.
 Ch2 (Red): V_{OUT} , 20 V.
 Ch3 (Blue): I_{IN} , 200 mA / div.
 Ch4 (Green): I_{OUT} , 100 mA / div.
 Time Scale: 10 ms / div.

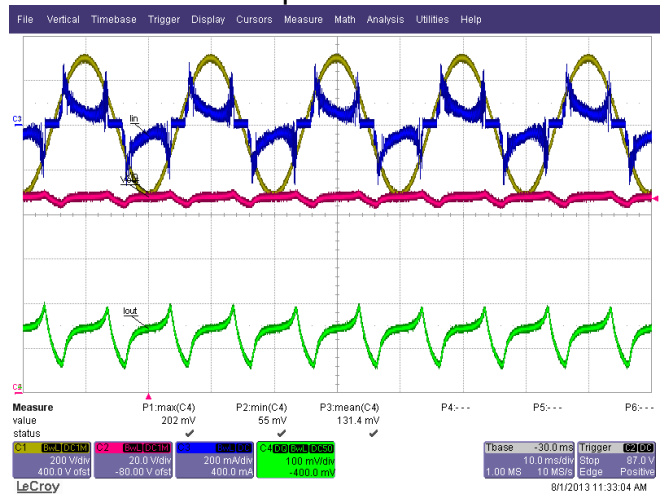


Figure 46 – 220 VAC / 50 Hz, Nominal V_{LED} Load.

Ch1 (Yellow): V_{IN} , 200 V / div.
 Ch2 (Red): V_{OUT} , 20 V.
 Ch3 (Blue): I_{IN} , 200 mA / div.
 Ch4 (Green): I_{OUT} , 100 mA / div.
 Time Scale: 10 ms / div.



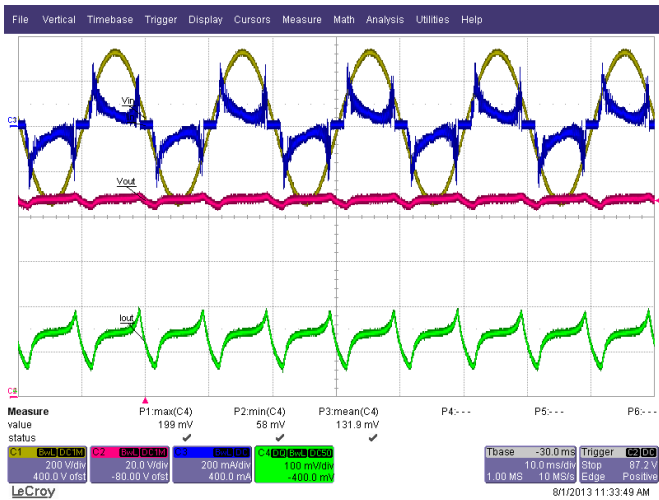


Figure 47 – 240 VAC / 50 Hz, Nominal V_{LED} Load.

Ch1 (Yellow): V_{IN} , 200 V / div.
 Ch2 (Red): V_{OUT} , 20 V.
 Ch3 (Blue): I_{IN} , 200 mA / div.
 Ch4 (Green): I_{OUT} , 100 mA / div.
 Time Scale: 10 ms / div.

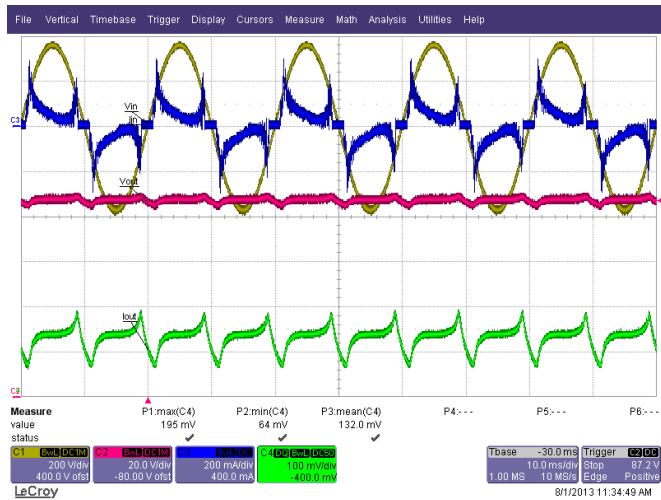


Figure 48 – 265 VAC / 50 Hz, Nominal V_{LED} Load.

Ch1 (Yellow): V_{IN} , 200 V / div.
 Ch2 (Red): V_{OUT} , 20 V.
 Ch3 (Blue): I_{IN} , 200 mA / div.
 Ch4 (Green): I_{OUT} , 100 mA / div.
 Time Scale: 10 ms / div.



10.6 라인 새그 및 서지

An inherent advantage of the buck converter implemented within LYTSwitch-0 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 49 – Line Sag Test at 230 - 0 V at 1 s Interval.
 Ch1: V_{IN} , 200 V / div.
 Ch2: V_{OUT} , 20 V / div.
 Ch4: I_{OUT} , 100 mA / div.
 Time Scale: 2 s / div.

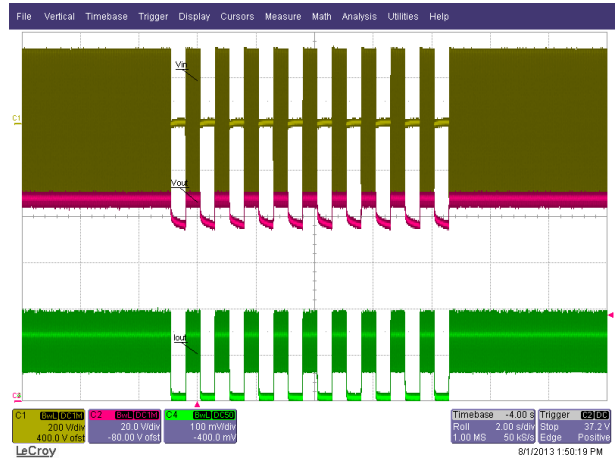


Figure 50 – Line Sag Test at 230 - 0 V at 0.5 s Interval.
 Ch1: V_{IN} , 200 V / div.
 Ch2: V_{OUT} , 20 V / div.
 Ch4: I_{OUT} , 100 mA / div.
 Time Scale: 2 s / div.

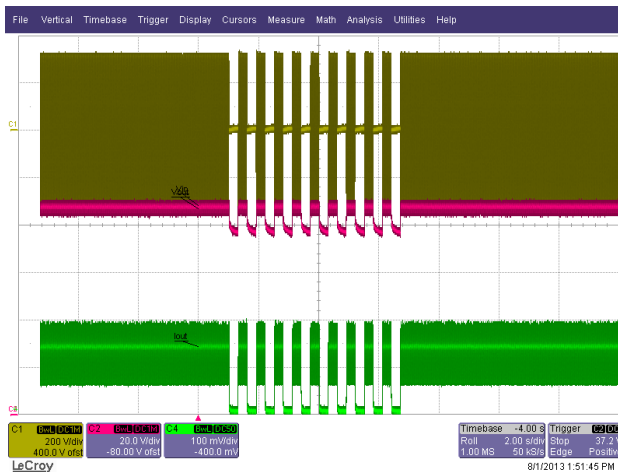


Figure 51 – Line Sag Test at 230 - 0 V at 0.3 s Interval.
 Ch1: V_{IN} , 200 V / div.
 Ch2: V_{OUT} , 20 V / div.
 Ch4: I_{OUT} , 100 mA / div.
 Time Scale: 2 s / div.

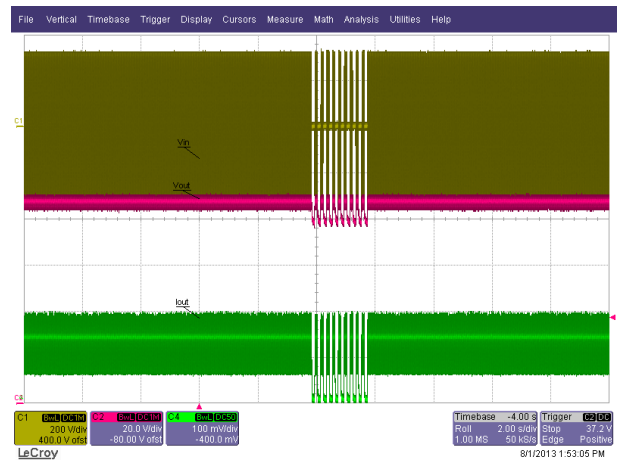


Figure 52 – Line Sag Test at 230 - 0 V at 0.1 s Interval.
 Ch1: V_{IN} , 200 V / div.
 Ch2: V_{OUT} , 20 V / div.
 Ch4: I_{OUT} , 100 mA / div.
 Time Scale: 2 s / div.



10.7 원샷 무부하 보호

The reference design is protected with one shot no-load protection. Replace VR1 after fault. It's been observed that the SMD Zener tends to short out when it fails. Use of a SMD diode (500 mW) is recommended.

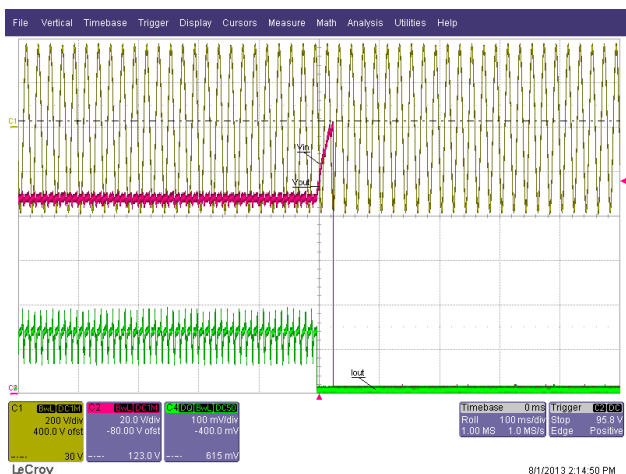


Figure 53 – No-Load Protection when Load is Disconnected. 265 V / 50 Hz.
 Ch2: V_{IN} , 200 V / div.
 Ch2: V_{OUT} , 20 V / div.
 Ch3: I_{OUT} , 100 mA / div.
 Time Scale: 100 ms / div.

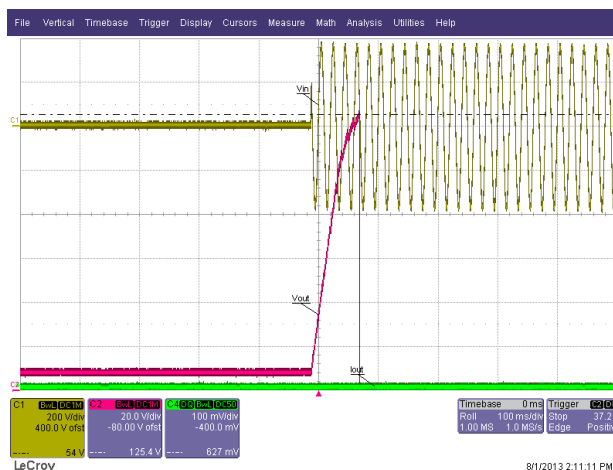


Figure 54 – No-Load Start-Up. 265 V / 50 Hz.
 Ch2: V_{IN} , 200 V / div.
 Ch2: V_{OUT} , 20 V / div.
 Ch3: I_{OUT} , 100 mA / div.
 Time Scale: 100 ms / div.



10.8 브라운아웃/브라운인

No failure of any component during brown-out test of 1 V / sec and 10 V / sec AC cut-in and cut-off.

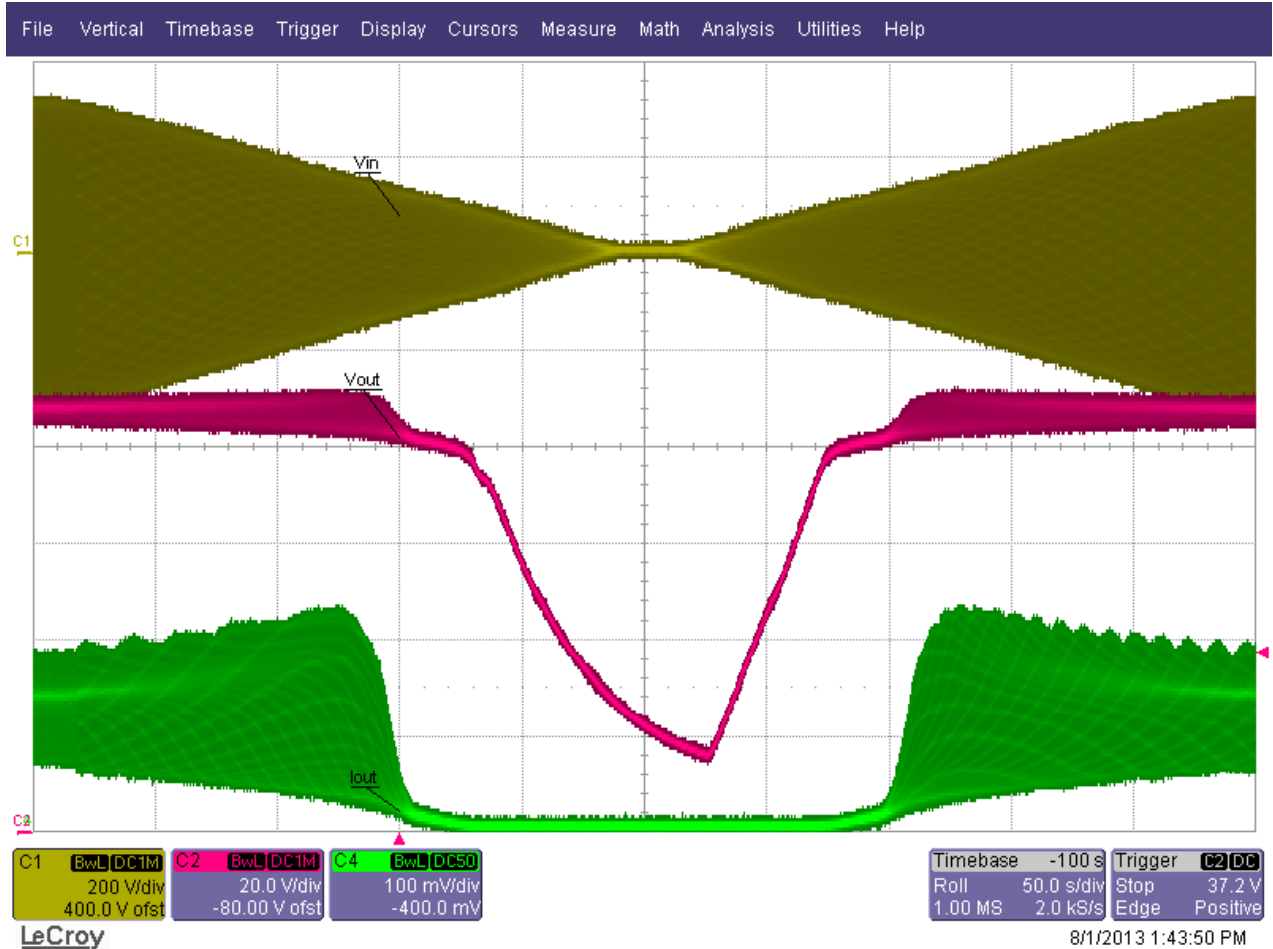


Figure 55 – Brown-out Test at 1 V / s.

The Unit is Able to Operate Normally Without Any Failure and Without Flicker.

230 V - 0 - 230 V.

Ch1: V_{IN} , 200 V / div.

Ch2: V_{OUT} , 20 V / div.

Ch3: I_{OUT} , 100 mA / div.

Time Scale: 50 s / div.



11 라인 서지

Differential input line 1 kV / 50 μ 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. Output was loaded at full load and operation was verified following each surge event.

Surge Level (kV)	Input Voltage (VAC)	Injection Location	Injection Phase (°)	Test Result (Pass/Fail)
+1	230	L to N	90	Pass
-1	230	L to N	90	Pass
+1	230	L to N	270	Pass
-1	230	L to N	270	Pass
+1	230	L to N	0	Pass
-1	230	L to N	0	Pass

Unit passed under all test conditions. Tested up to 30% more voltage and no failure was observed.

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. 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. Tested up to 30% more voltage and no failure was observed.



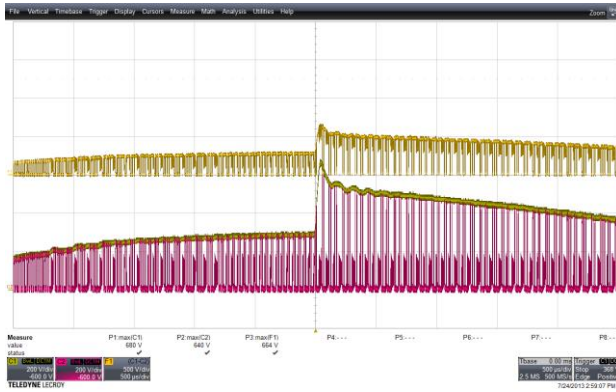


Figure 56 – Differential Line Surge at 1 kV / 90°. Peak Drain Voltage Recorded is 664 V.
 Ch1: $V_{BULK-GROUND}$, 200 V / div.
 Ch2: V_{S-G} , 200 V / div.
 F1: V_{DRAIN} , 500 V / div.
 Time Scale: 500 μ s / div.

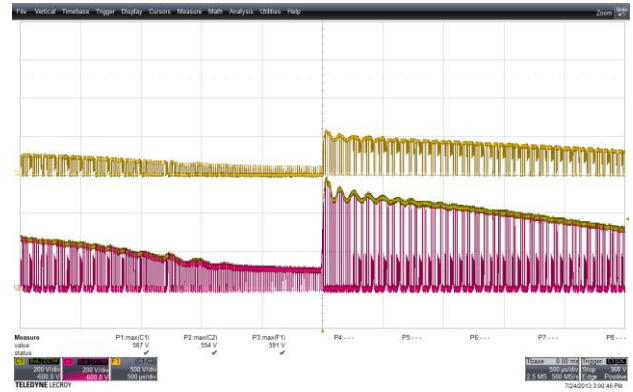


Figure 57 – Differential Line Surge at 1 kV / 0°. Peak Drain Voltage Recorded is 591 V.
 Ch1: $V_{BULK-GROUND}$, 200 V / div.
 Ch2: V_{S-G} , 200 V / div.
 F1: V_{DRAIN} , 500 V / div.
 Time Scale: 500 μ s / div.

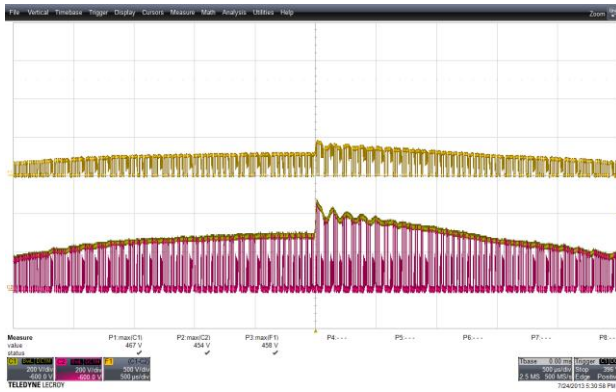


Figure 58 – Differential Ring Surge at 2500 V / 90°. Peak Drain Voltage Recorded is 458 V.
 Ch1: $V_{BULK-GROUND}$, 200 V / div.
 Ch2: V_{S-G} , 200 V / div.
 F1: V_{DRAIN} , 500 V / div.
 Time Scale: 500 μ s / div.

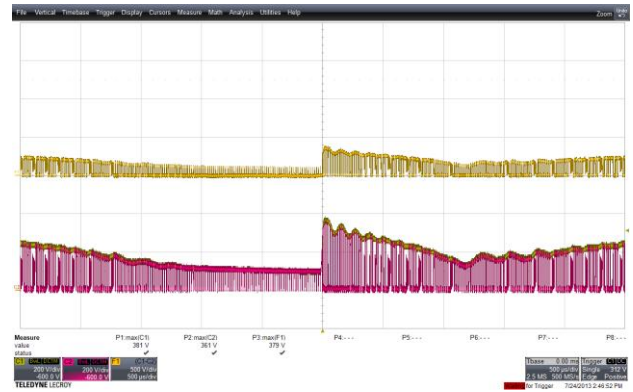


Figure 59 – Differential Ring Surge at 2500 V / 0°. Peak Drain Voltage Recorded is 380 V.
 Ch1: $V_{BULK-GROUND}$, 200 V / div.
 Ch2: V_{S-G} , 200 V / div.
 F1: V_{DRAIN} , 500 V / div.
 Time Scale: 500 μ s / div.



12 전도성 EMI

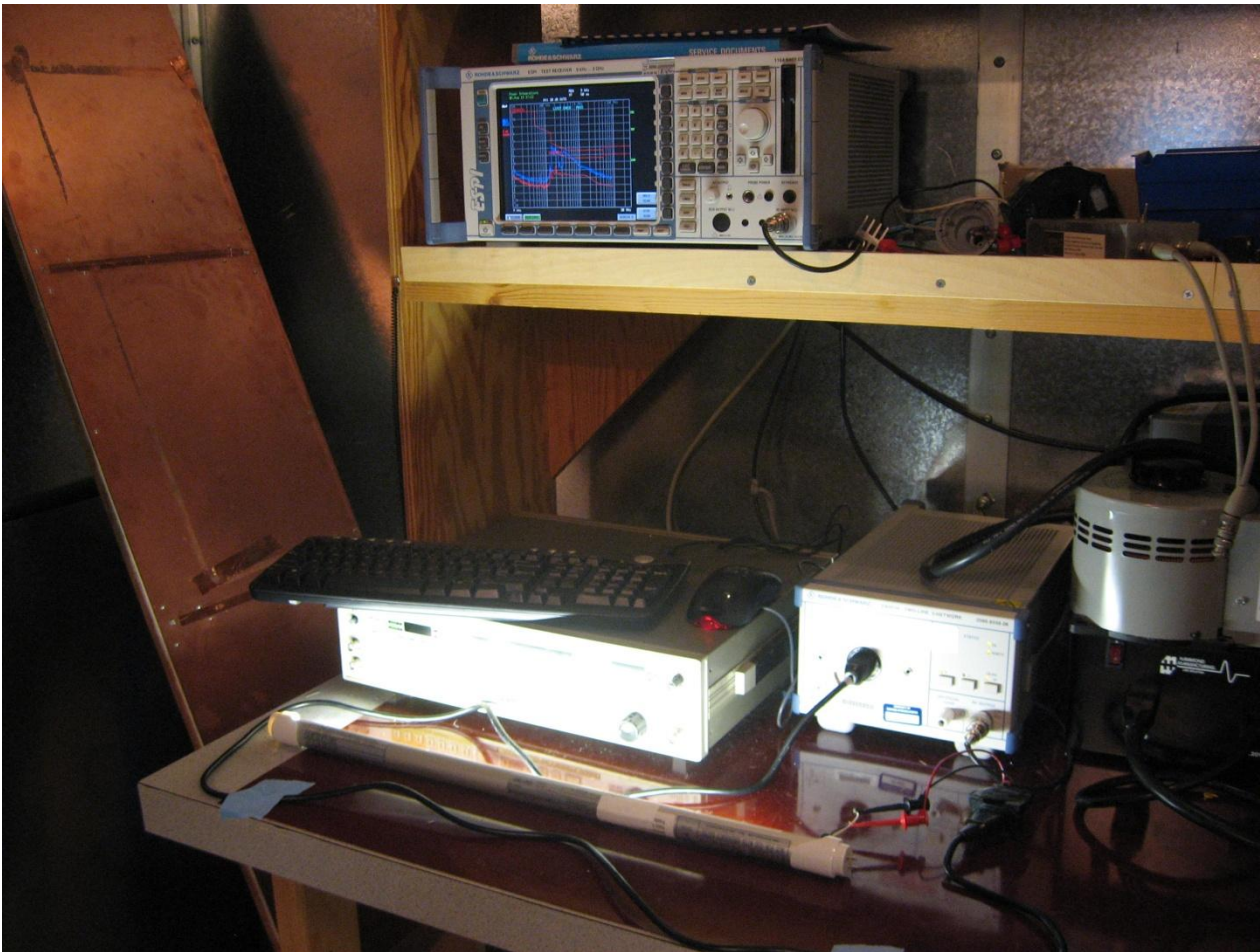


Figure 60 – The Driver was Tested in a Tube Lamp. Position the AC Inlet as Close as Possible to the End for Best EMI Performance. Let the DC Output Wire Cross the Driver.



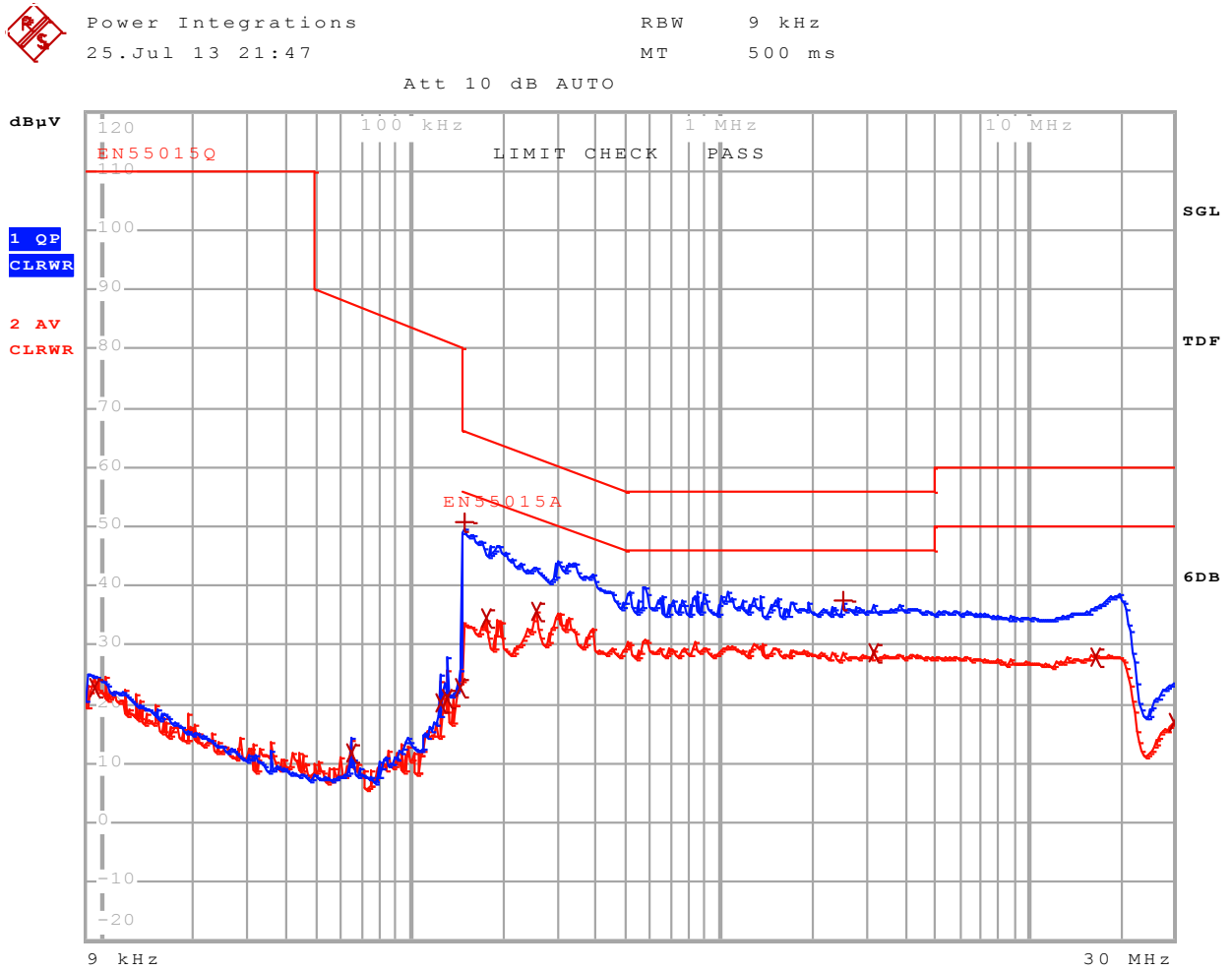


Figure 26 – Conducted EMI, Maximum Steady State Load, 230 VAC, 60 Hz, and EN55015 B Limits. UUT was Fitted Inside a T8 Tube Enclosure.



EDIT PEAK LIST (Final Measurement Results)

Trace1: EN55015Q

Trace2: EN55015A

Trace3: ---

	TRACE	FREQUENCY	LEVEL dB μ V	DELTA LIMIT dB
2	Average	9.4590904509 kHz	22.77 N gnd	
2	Average	64.5467705779 kHz	11.79 N gnd	
2	Average	125.720633819 kHz	20.27 L1 gnd	
2	Average	130.825395691 kHz	21.01 N gnd	
2	Average	148.891503746 kHz	22.87 L1 gnd	
1	Quasi Peak	151.5 kHz	50.87 N gnd	-15.04
2	Average	175.886796739 kHz	34.50 L1 gnd	-20.17
2	Average	256.711570318 kHz	35.64 L1 gnd	-15.89
1	Quasi Peak	2.50634031306 MHz	37.58 N gnd	-18.41
2	Average	3.15087835298 MHz	28.85 L1 gnd	-17.15
2	Average	16.4353775277 MHz	27.83 L1 gnd	-22.16
2	Average	30 MHz	16.88 L1 gnd	-33.11

Table 3 – Conducted EMI, Maximum Steady State Load, 230 VAC, 60 Hz, and EN55015 B Limits. UUT was Fitted Inside a T8 Tube Enclosure.





Power Integrations
25.Jul 13 20:32

RBW 9 kHz
MT 500 ms

Att 10 dB AUTO

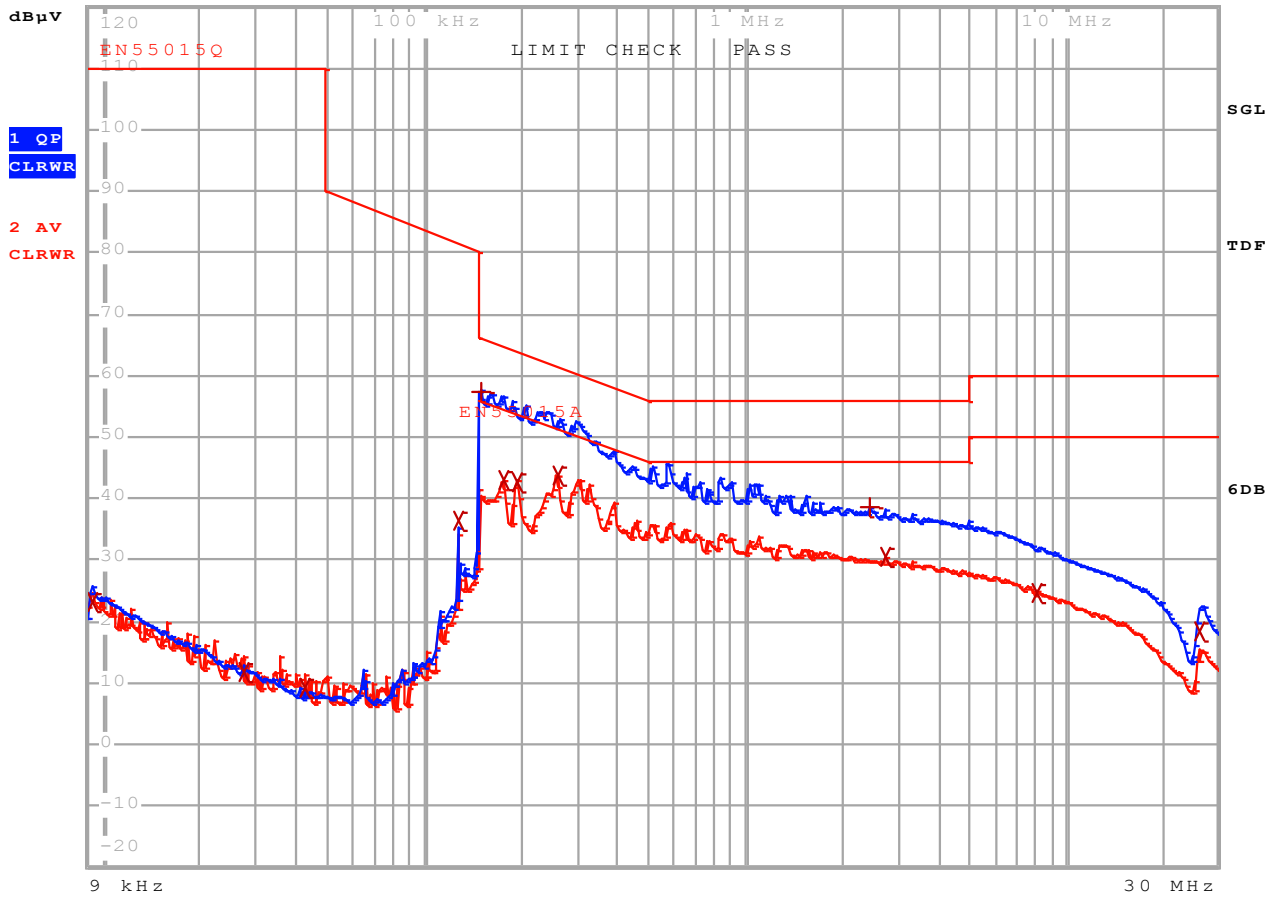


Figure 61 – Conducted EMI, Maximum Steady State Load, 230 VAC, 60 Hz, and EN55015 B Limits. UUT Without Enclosure.



EDIT PEAK LIST (Final Measurement Results)						
Trace1:	EN55015Q					
Trace2:	EN55015A					
Trace3:	---					
	TRACE	FREQUENCY	LEVEL	dB μ V		DELTA LIMIT dB
2	Average	9.1809 kHz	23.11	L1	gnd	
2	Average	27.159076558 kHz	11.76	L1	gnd	
2	Average	42.0780345374 kHz	9.26	N	gnd	
2	Average	128.247618558 kHz	36.48	L1	gnd	
1	Quasi Peak	151.5 kHz	57.33	N	gnd	-8.57
2	Average	175.886796739 kHz	42.89	L1	gnd	-11.78
2	Average	194.288447245 kHz	42.76	L1	gnd	-11.08
2	Average	259.278686021 kHz	43.74	L1	gnd	-7.70
1	Quasi Peak	2.45695550736 MHz	38.72	L1	gnd	-17.27
2	Average	2.71400741459 MHz	30.37	L1	gnd	-15.62
2	Average	8.10890375706 MHz	24.58	L1	gnd	-25.41
2	Average	26.2351923234 MHz	18.47	N	gnd	-31.52

Table 4 – Conducted EMI, Maximum Steady State Load, 230 VAC, 60 Hz, and EN55015 B Limits. UUT without Enclosure.



13 개정 내역

날짜	작성자	개정	Description & changes	Reviewed
08-Oct-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: singaporeales@powerint.com

애플리케이션 문의 전화

전 세계 통합 번호 +1-408-414-9660

애플리케이션 문의 팩스

전 세계 통합 번호 +1-408-414-9760

