

설계 예제 보고서

제목	<i>저렴한 3W 출력 절연형 LED 드라이버 (LinkSwitch™-II LNK604DG 사용)</i>
사양	90VAC – 265VAC 입력, 9 V _{TYP} , 330mA 출력
애플리케이션	GU10 LED 램프
작성자	애플리케이션 엔지니어링 부서
문서 번호	DER-351
날짜	2012년 11월 14일
개정	2.1

요약 및 기능

- 정확한(1 차측 컨트롤) 정전류(CC)
 - 정확한 CC, 부하 및 입력 편차 $\pm 5\%$ 미만
- 부품 수가 적은 솔루션(전기 부품 17 개)
- 히스테리시스(Hysteresis) 리커버리로 과열 보호
- 출력 단락 및 오픈루프를 보호하는 오토-리스타트
 - 무부하 전력 소비 < 200mW(265VAC)
 - EN55015 및 CISPR-22 클래스 B EMI 규격을 손쉽게 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

Table of Contents

1	소개	3
2	파워 서플라이 사양	5
3	회로도	6
3.1	회로도 - 클램프 회로 없음	6
3.2	회로도 - 클램프 회로	6
4	회로 설명	7
5	PCB 레이아웃	8
6	BOM	9
6.1	1 차측 클램프가 없는 설계의 BOM(그림 3A)	9
6.2	클램프 설계 BOM(그림 3B)	9
7	PIXI 설계 스프레드시트	10
9	성능 데이터	15
9.1	효율	15
9.2	입력 및 부하 레귤레이션	16
9.3	테스트 데이터	17
9.3.1	테스트 데이터, 7V 출력	17
9.3.2	테스트 데이터, 9V 출력	17
9.3.3	테스트 데이터, 11V 출력	17
10	온도 성능	18
10.1	$V_{IN} = 115 \text{ VAC}$	18
10.2	$V_{IN} = 230 \text{ VAC}$	18
11	파형	19
11.1	정상 작동 시 입력 전압 및 입력 전류	19
11.2	정상 작동 시 출력 전류 및 출력 전압	20
11.3	출력 전류/전압 상승 및 하강	21
11.4	스타트업 시 입력 전압 및 출력 전류 파형	22
11.5	정상 작동 시 드레인 파형	23
11.6	정상 작동 시 출력 다이오드 파형	24
11.7	스타트업 드레인 전압 및 전류	25
11.8	출력 회로 단락 시 드레인 전류 및 드레인 전압	26
11.9	무부하 출력 전압	27
12	전도성 EMI	28
13	라인 서지	30
13.1	500V 서지(클램프 회로 없음)	30
13.2	1kV 서지(클램프 회로 사용)	30
14	개정 내역	32

중요 사항: 이 기판은 안전 절연거리 요구 사항에 맞도록 설계되었지만 엔지니어링 프로토타입은 아직 기관 승인을 받지 않은 상태입니다. 따라서 AC 입력을 프로토타입 보드에 제공하도록 절연 트랜스포머를 사용하여 모든 테스트를 수행해야 합니다.



1 소개

이 엔지니어링 보고서에서는 유니버설 입력, 9V, 330mA LED 드라이버의 설계에 대해 설명합니다. 파워 서플라이는 Power Integrations LinkSwitch-II 제품군의 LNK604DG 디바이스를 사용합니다.

이 문서는 해당 파워 서플라이와 관련된 파워 서플라이 및 트랜스포머 사양, 회로도, BOM, 일반적인 성능 특성을 다룹니다.



Figure 1 – Populated Circuit Board, Top (1.02" [26 mm] x .63" [16 mm]).

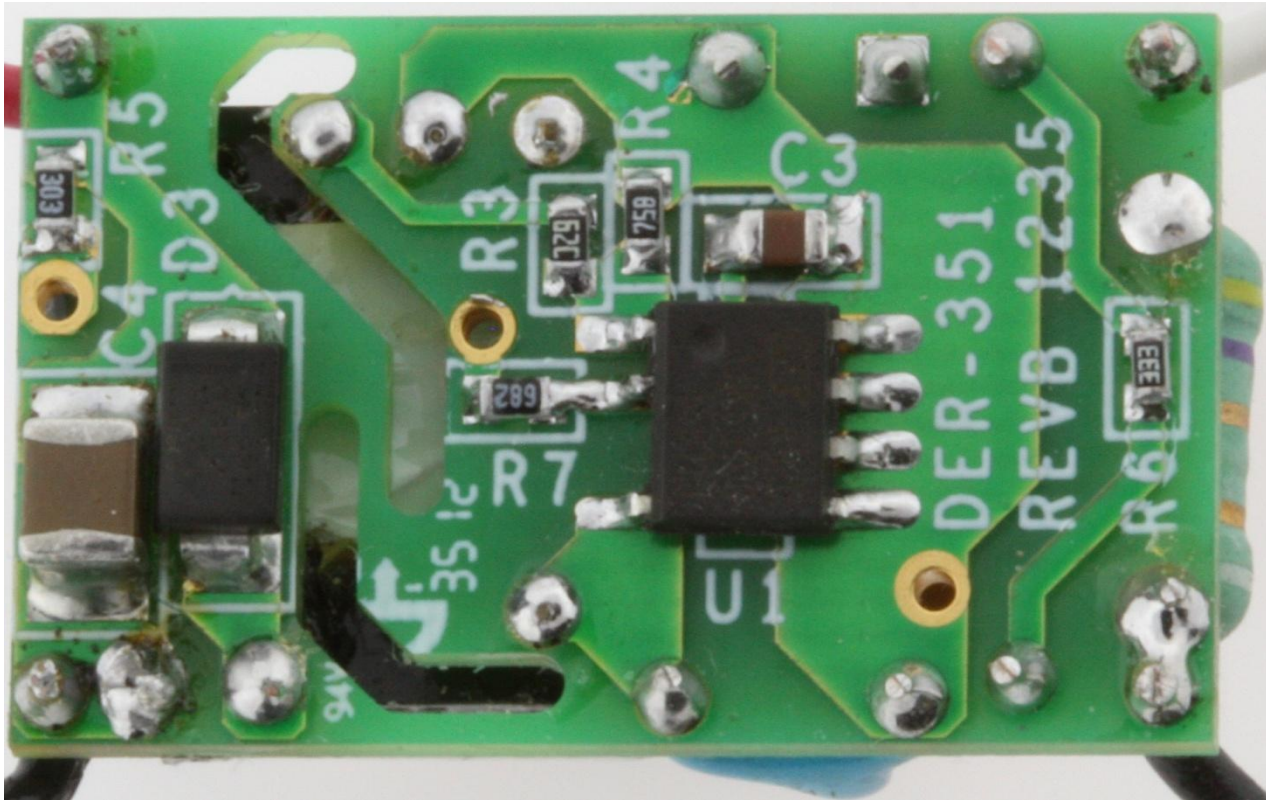


Figure 2 – Populated Circuit Board, Bottom.



2 파워 서플라이 사양

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

설명	기호	최소	일반	최대	단위	설명
입력 전압 주파수	V_{IN} f_{LINE}	90	50/60	265	VAC Hz	2 선 식 - P.E. 없음
출력 출력 전압 출력 전류 총 출력 전력 연속 출력 전력	V_{OUT} I_{OUT} P_{OUT}	7	9 330	11	V mA W	
효율 플루하	η	75			%	115/230VAC 입력에서 측정
환경 전도성 EMI 디퍼렌셜 서지(1.2/50 μ s)						CISPR 15B/EN55015B 500V/1kV
주변 온도	T_{AMB}		40		$^{\circ}$ C	



3 회로도

3.1 회로도 - 클램프 회로 없음

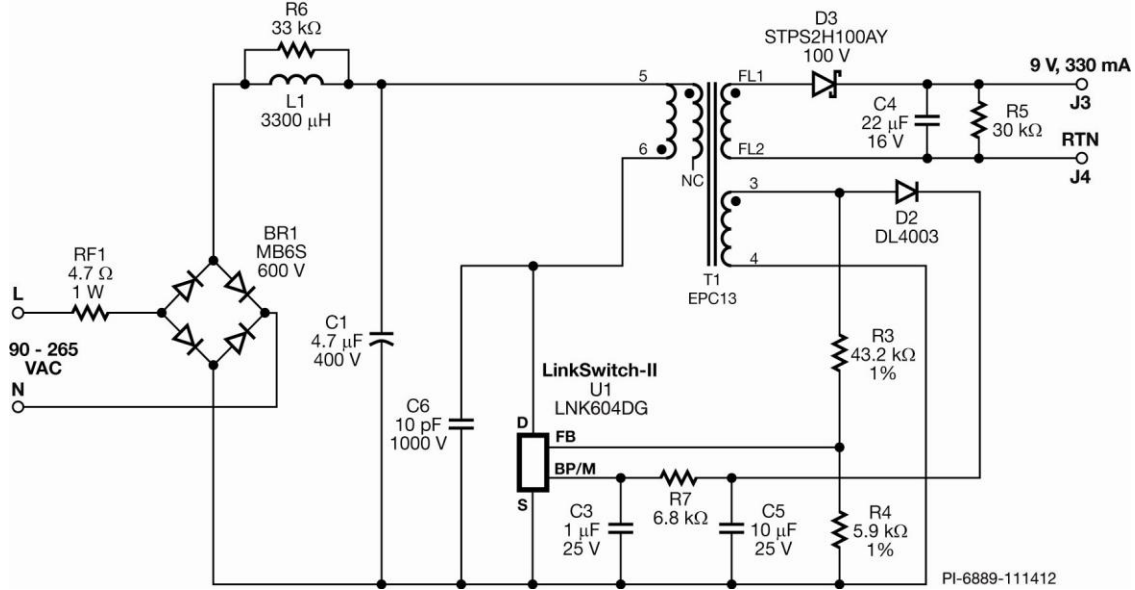


Figure 3A – Schematic (No Clamp Circuit).

3.2 회로도 - 클램프 회로

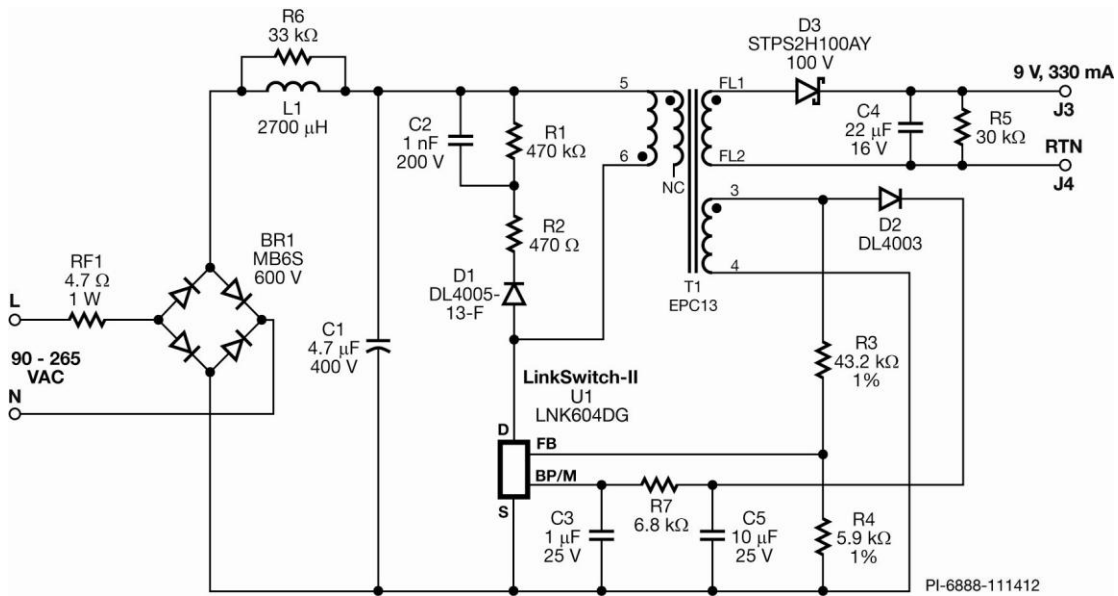


Figure 3B – Schematic (With Optional Clamp Circuit, for 1 kV Surge).



4 회로 설명

4.1 입력 필터

브리지 BR1 은 AC 입력 전압을 정류합니다. 정류된 DC 는 벌크 스토리지 커패시터 C1 에 의해 필터링됩니다. 인덕터 L1 은 커패시터 C1 과 함께 디퍼렌셜 모드 EMI 노이즈를 감소시킵니다. 이 구성에 파워 인테그레이션스(Power Integrations)의 트랜스포머 E-shield™ 기술을 적용하면 EN55015 클래스 B EMI 표준을 충족할 수 있습니다. 저항 R6 은 과도한 링잉을 댐핑하고 EMI 노이즈를 줄입니다. 퓨저블 방폭 저항 RF1 은 AC 가 처음 인가될 때 돌입 전류를 제한할 뿐 아니라 퓨즈 역할을 합니다.

4.2 1 차측 전력 회로

정류되고 필터링된 입력 전압은 T1 의 1 차측 권선 한쪽 끝으로 전가됩니다. 트랜스포머 1 차측 권선의 다른 쪽은 U1 으로 연결됩니다. 드레인-소스간 커패시터 C6 는 트랜스포머 누설 인덕턴스로 인한 드레인 전압 스파이크를 제한합니다. 외부 바이어스 서플라이 D2, R7, C5 는 전력 효율을 높입니다. D2 에는 EMI 를 높이기 위해 슬로우 리커버리 다이오드를 사용했습니다. 커패시터 C3 은 내장 컨트롤러용 서플라이 핀에 해당하는 U1 의 BYPASS(BP) 핀에 로컬 디커플링을 제공합니다.

그림 3B 의 클램프 회로 C2, R1, R2, D1 은 1kV 패스트 디퍼렌셜 서지가 인가될 때 최대 드레인 전압을 700V 아래로 낮춥니다.

4.3 출력 정류 및 레귤레이션

트랜스포머의 2 차측 출력은 보다 높은 효율을 위한 쇼트키 배리어 다이오드 D3 에 의해 정류되며 C4 에 의해 필터링됩니다. LNK604DG 은 CV 레귤레이션을 위한 ON/OFF 컨트롤과 정전류(CC) 레귤레이션을 위한 주파수 컨트롤을 사용하여 출력을 레귤레이션합니다. 피드백 저항 R3 및 R4 는 출력 전류를 정확히 가운데에 맞출 수 있도록 오차 값 1%의 저항만 허용됩니다. 출력 전압은 최대 LED 전압보다 높게 설정되었으며, 부하가 차단될 경우 과전압을 제한합니다.

•



추가 정보

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



5 PCB 레이아웃

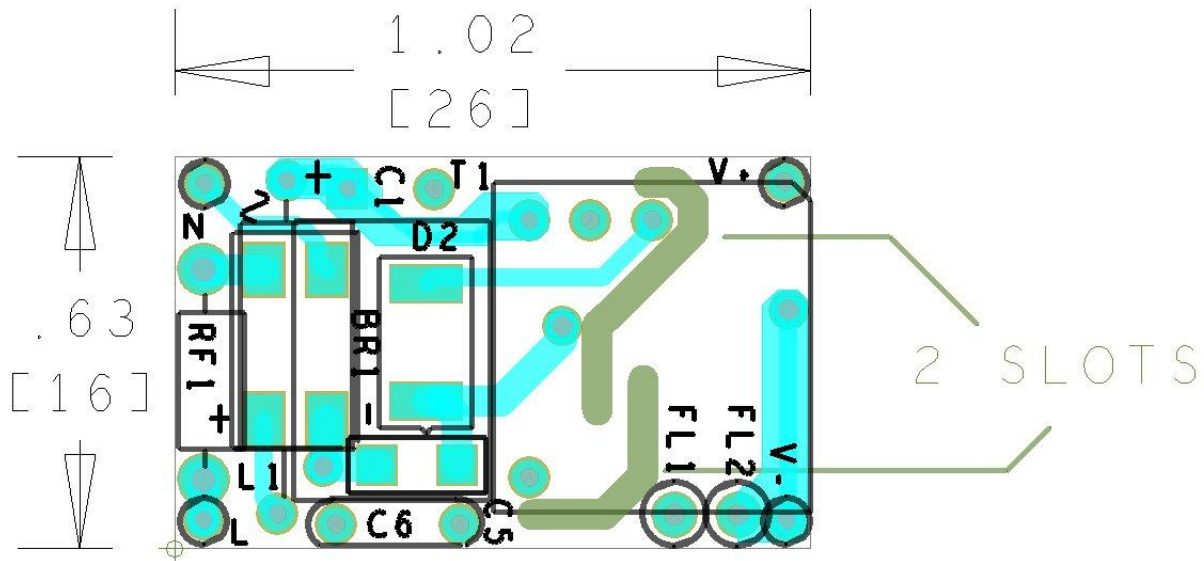


Figure 4 – Top Side.

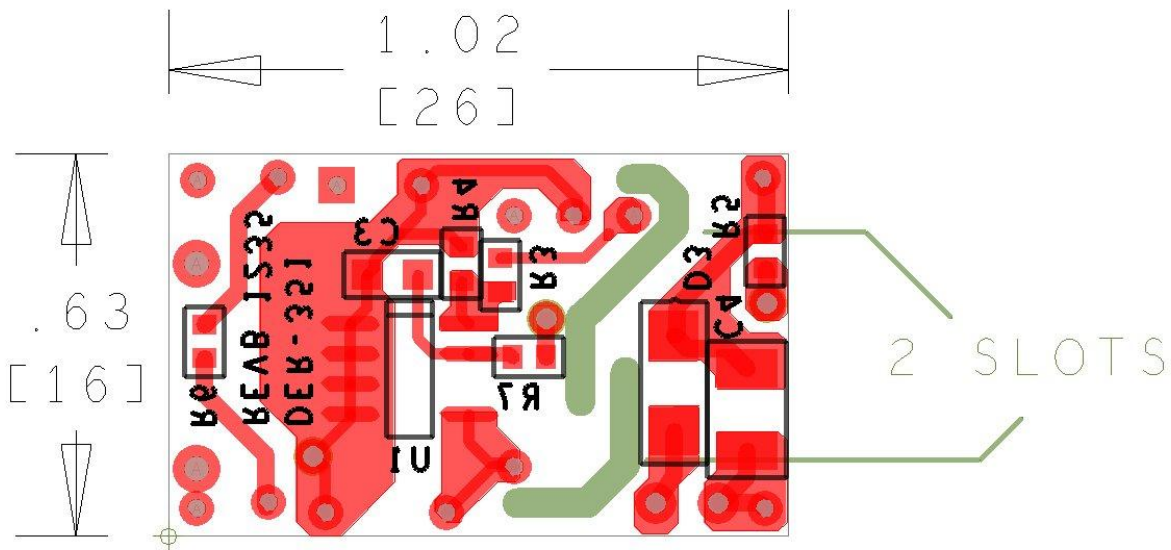


Figure 5 – Bottom Side.



6 BOM

6.1 1 차측 클램프가 없는 설계의 BOM(그림 3A)

Item	Qty	Ref Des	Description	Mfg Part Number	Mfg
1	1	BR1	600 V, 0.5 A, Bridge Rectifier, SMD, MBS-1, 4-SOIC	MB6S-TP	Micro Commercial
2	1	C1	4.7 μ F, 400 V, Electrolytic, (8 x 11.5)	TAQ2G4R7MK0811MLL3	Taicon
3	1	C3	1 μ F, 25 V, Ceramic, X5R, 0805	C2012X5R1E105K	TDK
4	1	C4	22 μ F, 16 V, Ceramic, X5R, 1210	GRM32ER61C226ME20L	Murata
5	1	C5	10 μ F, 25 V, Ceramic, X5R, 1206	C3216X7R1E106K	TDK
6	1	C6	10 pF, 1 kV, Ceramic, SL, 0.2" L.S.	DEA1X3A100JC1B	Murata
7	1	D2	200 V, 1 A, Rectifier, Glass Passivated, DO-213AA (MELF)	DL4003-13-F	Diodes, Inc.
8	1	D3	100 V, 2 A, Schottky, SMA	STPS2H100AY	ST Micro
9	1	L1	3300 μ H, 62 mA, 59.5 Ω , Axial Ferrite Inductor	B78108S1335J	Epcos
10	1	R3	43.2 k Ω , 1%, 1/16 W, Thick Film, 0603	ERJ-3EKF4322V	Panasonic
11	1	R4	5.9 k Ω , 1%, 1/16 W, Thick Film, 0603	ERJ-3EKF5901V	Panasonic
12	1	R5	30 k Ω , 5%, 1/10 W, Thick Film, 0603	ERJ-3GEYJ303V	Panasonic
13	1	R6	33 k Ω , 5%, 1/10 W, Thick Film, 0603	ERJ-3GEYJ333V	Panasonic
14	1	R7	6.8 k Ω , 5%, 1/10 W, Thick Film, 0603	ERJ-3GEYJ682V	Panasonic
15	1	RF1	4.7 Ω , 1 W, Fusible/Flame Proof Wire Wound	FKN1WSJR-52-4R7	Yago
16	1	T1	Bobbin, EPC13, Horizontal, 10 pins	BEPC-13-1110CPH	TDK
17	1	U1	LinkSwitch-II, CV/CC, SO-8C	LNK604DG	Power Integrations

6.2 클램프 설계 BOM(그림 3B)

Item	Qty	Ref Des	Description	Mfg Part Number	Mfg
1	1	BR1	600 V, 0.5 A, Bridge Rectifier, SMD, MBS-1, 4-SOIC	MB6S-TP	Micro Commercial
2	1	C1	4.7 μ F, 400 V, Electrolytic, (8 x 11.5)	TAQ2G4R7MK0811MLL3	Taicon
3	1	C2	1 nF, 200 V, Ceramic, X7R, 0805	08052C102KAT2A	AVX
4	1	C3	1 μ F, 25 V, Ceramic, X5R, 0805	C2012X5R1E105K	TDK
5	1	C4	22 μ F, 16 V, Ceramic, X5R, 1210	GRM32ER61C226ME20L	Murata
6	1	C5	10 μ F, 25 V, Ceramic, X5R, 1206	C3216X7R1E106K	TDK
7	1	D1	600 V, 1 A, Rectifier, Glass Passivated, DO-213AA (MELF)	DL4005-13-F	Diodes, Inc.
8	1	D2	200 V, 1 A, Rectifier, Glass Passivated, DO-213AA (MELF)	DL4003-13-F	Diodes, Inc.
9	1	D3	100 V, 2 A, Schottky, SMA	STPS2H100AY	ST Micro
10	1	L1	2700 μ H, 75 mA, 40 Ohm, Axial Ferrite Inductor	B78148S1275J	Epcos
11	1	R1	470 k Ω , 5%, 1/4 W, Thick Film, 1206	ERJ-8GEYJ474V	Panasonic
12	1	R2	470 Ω , 5%, 1/8 W, Thick Film, 0805	ERJ-6GEYJ471V	Panasonic
13	1	R3	43.2 k Ω , 1%, 1/16 W, Thick Film, 0603	ERJ-3EKF4322V	Panasonic
14	1	R4	5.9 k Ω , 1%, 1/16 W, Thick Film, 0603	ERJ-3EKF5901V	Panasonic
15	1	R5	30 k Ω , 5%, 1/10 W, Thick Film, 0603	ERJ-3GEYJ303V	Panasonic
16	1	R6	33 k Ω , 5%, 1/10 W, Thick Film, 0603	ERJ-3GEYJ333V	Panasonic
17	1	R7	6.8 k Ω , 5%, 1/10 W, Thick Film, 0603	ERJ-3GEYJ682V	Panasonic
18	1	RF1	4.7 Ω , 1 W, Fusible/Flame Proof Wire Wound	FKN1WSJR-52-4R7	Yago
19	1	T1	Bobbin, EPC13, Horizontal, 10 pins	BEPC-13-1110CPH	TDK
20	1	U1	LinkSwitch-II, CV/CC, SO-8C	LNK604DG	Power Integrations



7 PIXI 설계 스프레드시트

ACDC_LinkSwitch-II_091611; Rev.1.13; Copyright Power Integrations 2011	INPUT	INFO	OUTPUT	UNIT	ACDC_LinkSwitch-II_091611_Rev1-13; LinkSwitch-II Discontinuous Flyback Transformer Design Spreadsheet
ENTER APPLICATION VARIABLES					
VACMIN			85.00	V	Minimum AC Input Voltage
VACMAX			265.00	V	Maximum AC Input Voltage
fL			50.00	Hz	AC Mains Frequency
VO	9.00		9.00	V	Output Voltage (at continuous power)
IO	0.33		0.33	A	Power Supply Output Current (corresponding to peak power)
Power			2.97	W	Continuous Output Power
n	0.75		0.75		Efficiency Estimate at output terminals. Under 0.7 if no better data available
Z			0.50		Z Factor. Ratio of secondary side losses to the total losses in the power supply. Use 0.5 if no better data available
tC			3.00	ms	Bridge Rectifier Conduction Time Estimate
Add Bias Winding	YES		YES		Choose Yes to add a Bias winding to power the LinkSwitch-II.
CIN	4.70		4.70	uF	Input Capacitance
ENTER LinkSwitch-II VARIABLES					
Chosen Device	LNK604		LNK604		Chosen LinkSwitch-II device
Package	DG		DG		Select package (PG, GG or DG)
ILIMITMIN			0.24	A	Minimum Current Limit
ILIMITTYP			0.25	A	Typical Current Limit
ILIMITMAX			0.28	A	Maximum Current Limit
FS			66.00	kHz	Typical Device Switching Frequency at maximum power
VOR			80.16	V	Reflected Output Voltage (VOR < 135 V Recommended)
VDS			10.00	V	LinkSwitch-II on-state Drain to Source Voltage
VD			0.50	V	Output Winding Diode Forward Voltage Drop
KP			1.83		Ensure KDP > 1.3 for discontinuous mode operation
FEEDBACK WINDING PARAMETERS					
NFB			15.00		Feedback winding turns
VFLY			8.91	V	Flyback Voltage - Voltage on Feedback Winding during switch off time
VFOR			5.72	V	Forward voltage - Voltage on Feedback Winding during switch on time
BIAS WINDING PARAMETERS					
VB			10.00	V	Bias Winding Voltage. Ensure that VB > VFLY. Bias winding is assumed to be AC-STACKED on top of Feedback winding
NB			3.00		Bias Winding number of turns
REXT			8.30	k-ohm	Suggested value of BYPASS pin resistor (use standard 5% resistor)
DESIGN PARAMETERS					
DCON			4.50	us	Output diode conduction time
TON			6.97	us	LinkSwitch-II On-time (calculated at minimum inductance)
RUPPER			23.19	k-ohm	Upper resistor in Feedback resistor divider
RLOWER			6.04	k-ohm	Lower resistor in resistor divider



ENTER TRANSFORMER CORE/CONSTRUCTION VARIABLES					
Core Type					
Core	EPC13		EPC13		Enter Transformer Core. Based on the output power the recommended core sizes are EE13 or EE16
Bobbin			EPC13_BOBBIN		Generic EPC13_BOBBIN
AE			12.50	mm ²	Core Effective Cross Sectional Area
LE			30.60	mm	Core Effective Path Length
AL			870.00	nH/turn ²	Ungapped Core Effective Inductance
BW			6.88	mm	Bobbin Physical Winding Width
M			0.00	mm	Safety Margin Width (Half the Primary to Secondary Creepage Distance)
L			3.00		Number of Primary Layers
NS			16.00		Number of Secondary Turns. To adjust Secondary number of turns change DCON
DC INPUT VOLTAGE PARAMETERS					
VMIN			51.52	V	Minimum DC bus voltage
VMAX			374.77	V	Maximum DC bus voltage
CURRENT WAVEFORM SHAPE PARAMETERS					
DMAX			0.46		Maximum duty cycle measured at VMIN
Iavg			0.10	A	Input Average current
IP			0.24	A	Peak primary current
IR			0.24	A	Primary ripple current
IRMS			0.11	A	Primary RMS current
TRANSFORMER PRIMARY DESIGN PARAMETERS					
LPMIN			1512.00	uH	Minimum Primary Inductance
LPTYP			1680.00	uH	Typical Primary inductance
LP_TOLERANCE			10.00	%	Tolerance in primary inductance
NP			135.00		Primary number of turns. To adjust Primary number of turns change BM_TARGET
ALG			92.18	nH/turn ²	Gapped Core Effective Inductance
BM_TARGET			2500.00	Gauss	Target Flux Density
BM			2488.89	Gauss	Maximum Operating Flux Density (calculated at nominal inductance), BM < 2500 is recommended
BP		Warning	3011.56	Gauss	!!! Warning. Peak Flux density exceeds 3000 Gauss and is not recommended. Reduce BP by increasing NS
BAC			1244.44	Gauss	AC Flux Density for Core Loss Curves (0.5 X Peak to Peak)
ur			169.48		Relative Permeability of Ungapped Core
LG			0.17	mm	Gap Length (LG > 0.1 mm)
BWE			20.64	mm	Effective Bobbin Width
OD			0.15	mm	Maximum Primary Wire Diameter including insulation
INS			0.03		Estimated Total Insulation Thickness (= 2 * film thickness)
DIA			0.12	mm	Bare conductor diameter
AWG			37.00		Primary Wire Gauge (Rounded to next smaller standard AWG value)
CM			20.16	Cmils	Bare conductor effective area in circular mils
CMA		Warning	187.20	Cmils/A	!!! Warning. CMA is less than 200 and may cause overheating of the primary winding. Increase primary winding layers or use larger transformer
TRANSFORMER SECONDARY DESIGN PARAMETERS					
Lumped parameters					
ISP			2.00	A	Peak Secondary Current
ISRMS			0.73	A	Secondary RMS Current



IRIPPLE			0.65	A	Output Capacitor RMS Ripple Current
CMS			145.69	Cmils	Secondary Bare Conductor minimum circular mils
AWGS			28.00		Secondary Wire Gauge (Rounded up to next larger standard AWG value)
VOLTAGE STRESS PARAMETERS					
VDRAIN			563.09	V	Maximum Drain Voltage Estimate (Assumes 20% clamping voltage tolerance and an additional 10% temperature tolerance)
PIVS			53.42	V	Output Rectifier Maximum Peak Inverse Voltage
FINE TUNING					
RUPPER_ACTUAL			23.19	k-ohm	Actual Value of upper resistor (RUPPER) used on PCB
RLOWER_ACTUAL			6.04	k-ohm	Actual Value of lower resistor (RLOWER) used on PCB
Actual (Measured) Output Voltage (VDC)			9.00	V	Measured Output voltage from first prototype
Actual (Measured) Output Current (ADC)			0.33	Amps	Measured Output current from first prototype
RUPPER_FINE			23.19	k-ohm	New value of Upper resistor (RUPPER) in Feedback resistor divider. Nearest standard value is 23.2 k-ohms
RLOWER_FINE			6.04	k-ohm	New value of Lower resistor (RLOWER) in Feedback resistor divider. Nearest standard value is 6.04 k-ohms

Note:

- 1) BP = 3011 gauss is accepted with no saturation observed in drain current waveform.
- 2) CMA = 187 Cmil/A : Used #36 AWG for primary winding.



3)

8 트랜스포머 사양

8.1 전기적 구성도

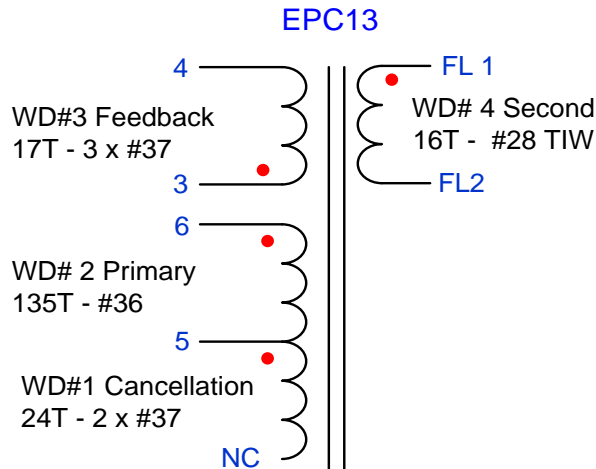


Figure 6 – Transformer Electrical Diagram.

8.2 전기적 사양

Electrical Strength	1 second, 60 Hz, from primary to secondary.	3000 VAC
Primary Inductance	Pin 5-6, other windings open, measured at 100 kHz, 1 V _{RMS} .	1.68 mH, ±7%
Resonant Frequency	Pin 5-6, other windings open.	500 kHz
Primary Leakage Inductance	Pin 5-6, with FL1-FL2 shorted, measured at 100 kHz, 1 V _{RMS} .	60 μH

8.3 재료

Item	Description
[1]	Core: EPC13, PC44, gapped for ALG of 84.69 nH/T ² .
[2]	Bobbin: EPC13, Horizontal, 10 pins, (5/5).
[3]	Magnet Wire: #36 AWG.
[4]	Magnet Wire: #37 AWG.
[5]	Magnet Wire: #28 AWG, TIW.
[6]	Tape: 3M 1298 Polyester film, 2.0 mils thick, 7.0 mm wide.
[7]	Varnish: Dolph BC-359, or equivalent.



8.4 트랜스포머 제작 구성도

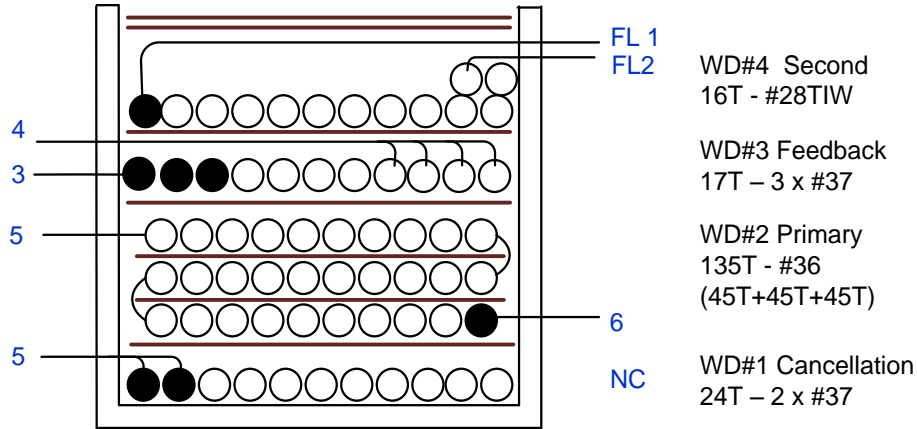


Figure 7 – Transformer Build Diagram.

8.5 트랜스포머 구성

WD#1 Cancellation Winding	Pin 1 - pin 5 side of the bobbin oriented to left hand side. Start at pin 5, wind 24 bifilar turns of item [4] in one layer. Wind with tight tension across bobbin evenly. Cut the end of the wire.
Insulation	1 layer of tape item [6] for basic insulation.
WD#2 Primary Winding	Start at pin 6, wind 45 turns of item [3] from right to left. Apply one layer of tape [5]. Then wind another 45 turns on the next layer from left to right. Apply one layer of tape [5]. Wind the last 45 turns from right to left. Terminate on pin 5. Wind with tight tension and spread turns across bobbin evenly.
Insulation	1 layer of tape item [6] for basic insulation.
WD#3 Feedback Winding	Start at pin 3, wind 17 trifilar turns of item [4] from left to right uniformly. Spread the winding across bobbin evenly and terminate at pin 4.
Insulation	1 layer of tape item [6] for basic insulation.
WD#4 Secondary Winding	Start at pin 2 temporarily , wind 16 turns of item [5] from left to right in 1 layer and 3 turns on 2 nd layer, leave the end lead floating at the right hand side, and mark it as FL2. Bring the start end of the wire across the bobbin to the right side and fly out, mark it as FL1.
Insulation	2 layers of tape item [6] for basic insulation.
Core Assemble	Gap core and assemble. Secure core halves with tape.
Varnish	Dip varnish assembly with item [7].



9 성능 데이터

All measurements were taken at room temperature using an LED load. The following data were measured using 3 sets of loads for a load range of 7 V to 11 V. Refer to the table on Section 9.3 for the complete set of test data values.

9.1 효율

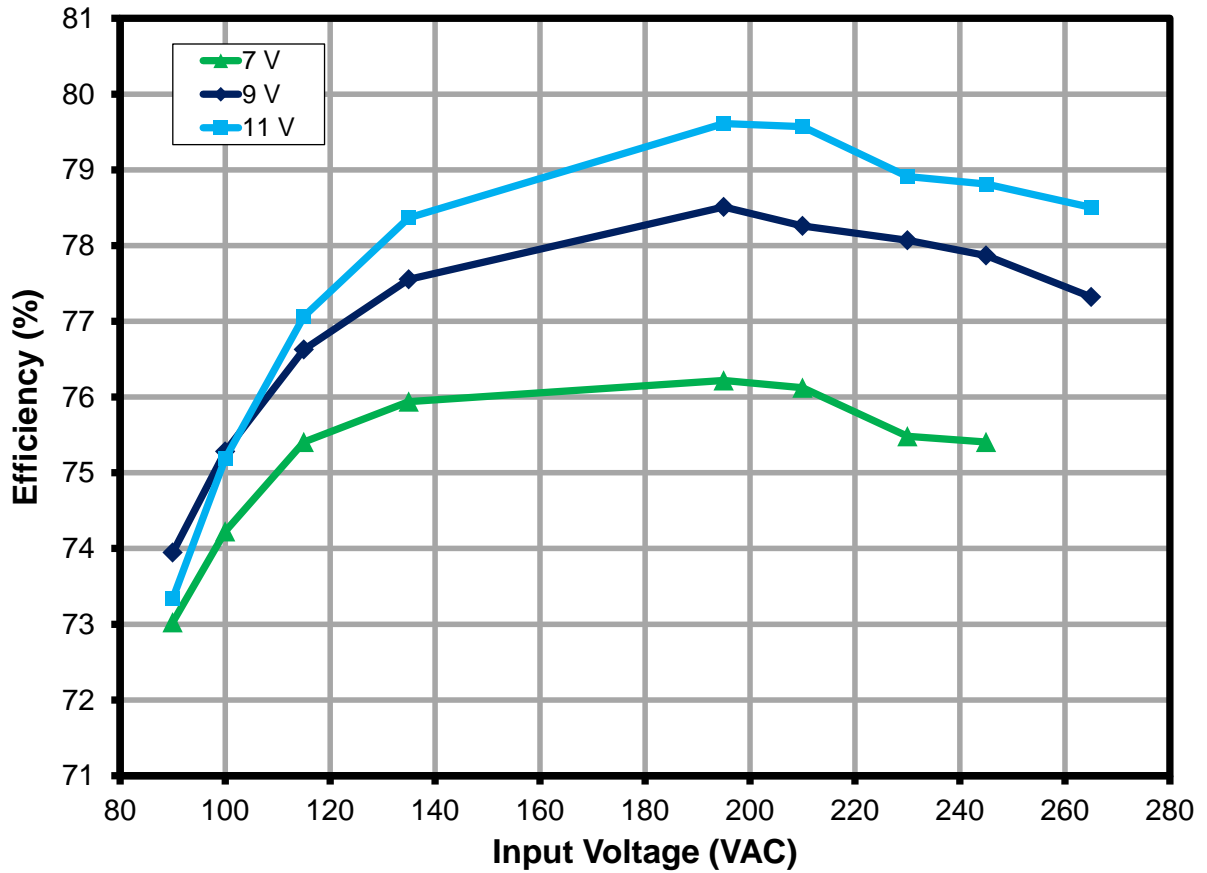


Figure 8 – Efficiency vs. Line and Load.



9.2 입력 및 부하 레귤레이션

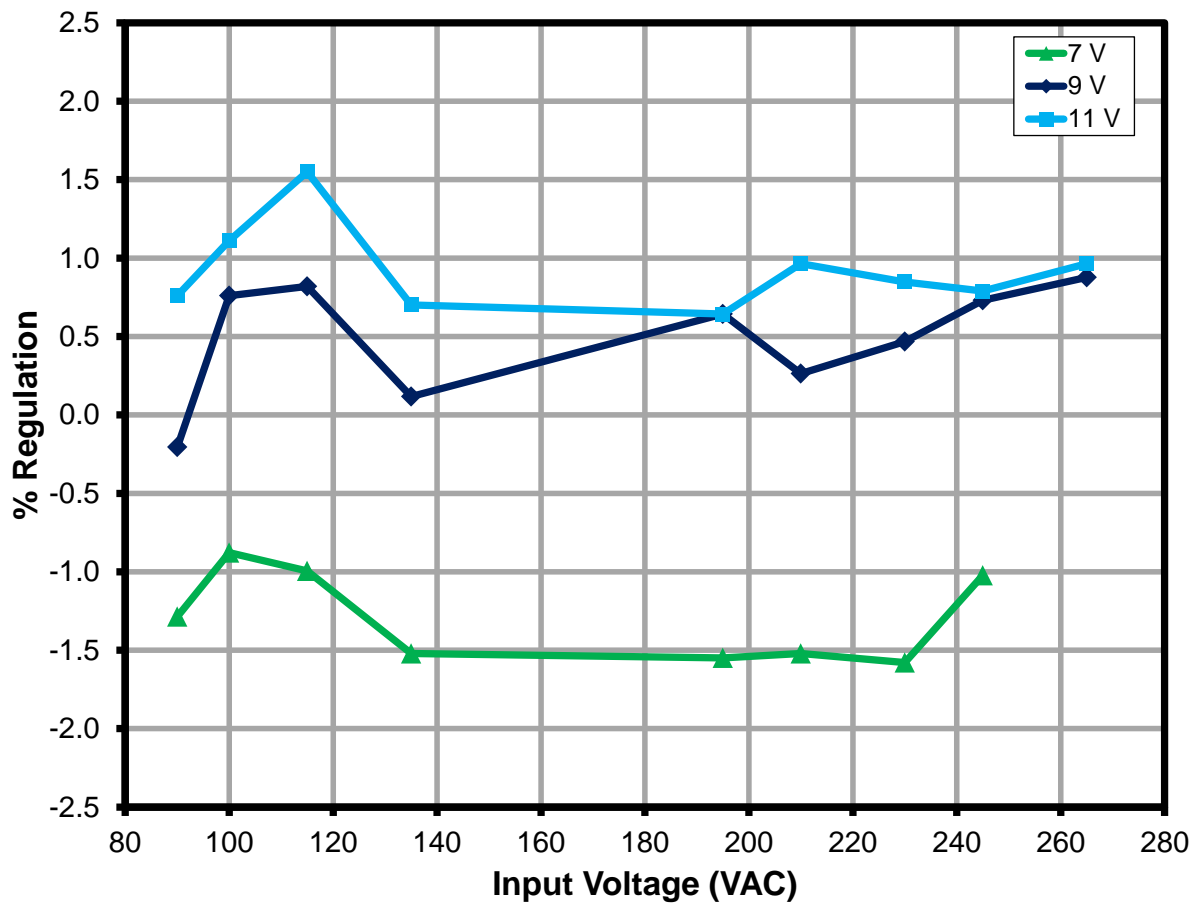


Figure 9 – Regulation vs. Line and Load.



9.3 테스트 데이터

All measurements were taken with the board at open frame, 25 °C ambient.

9.3.1 테스트 데이터, 7V 출력

Input		Input Measurement			Load Measurement			Calculation		
VAC (V _{RMS})	Freq (Hz)	V _{IN} (V _{RMS})	I _{IN} (mA _{RMS})	P _{IN} (W)	V _{OUT} (V _{DC})	I _{OUT} (mA _{DC})	P _{OUT} (W)	P _{CAL} (W)	Efficiency (%)	Loss (W)
90	60	89.93	55.59	3.11	6.68	337.60	2.27	2.26	73.03	0.84
100	60	99.97	50.99	3.07	6.68	339.00	2.28	2.26	74.23	0.79
115	60	114.98	45.71	3.02	6.67	338.60	2.28	2.26	75.41	0.74
135	60	134.97	40.77	2.98	6.67	336.80	2.27	2.25	75.94	0.72
195	50	194.99	31.67	2.97	6.67	336.70	2.27	2.25	76.22	0.71
210	50	209.94	30.32	2.98	6.68	336.80	2.27	2.25	76.12	0.71
230	50	230.02	28.79	3.00	6.67	336.60	2.27	2.25	75.48	0.74
245	50	244.95	27.85	3.03	6.67	338.50	2.28	2.26	75.40	0.74
265	50	265.03	26.73	3.06	6.68	337.10	2.28	2.25	74.42	0.78

9.3.2 테스트 데이터, 9V 출력

Input		Input Measurement			Load Measurement			Calculation		
VAC (V _{RMS})	Freq (Hz)	V _{IN} (V _{RMS})	I _{IN} (mA _{RMS})	P _{IN} (W)	V _{OUT} (V _{DC})	I _{OUT} (mA _{DC})	P _{OUT} (W)	P _{CAL} (W)	Efficiency (%)	Loss (W)
90	60	89.93	69.89	4.05	8.74	341.30	3.00	2.98	73.95	1.06
100	60	99.96	63.95	4.02	8.74	344.60	3.02	3.01	75.28	0.99
115	60	114.98	57.10	3.95	8.73	344.80	3.03	3.01	76.63	0.92
135	60	134.97	50.49	3.88	8.74	342.40	3.01	2.99	77.55	0.87
195	50	194.99	39.02	3.85	8.73	344.20	3.02	3.00	78.51	0.83
210	50	209.94	37.27	3.85	8.72	342.90	3.01	2.99	78.26	0.84
230	50	230.02	35.31	3.86	8.72	343.60	3.02	3.00	78.07	0.85
245	50	244.95	34.13	3.89	8.73	344.50	3.03	3.01	77.87	0.86
265	50	265.04	32.71	3.92	8.73	345.00	3.03	3.01	77.32	0.89

9.3.3 테스트 데이터, 11V 출력

Input		Input Measurement			Load Measurement			Calculation		
VAC (V _{RMS})	Freq (Hz)	V _{IN} (V _{RMS})	I _{IN} (mA _{RMS})	P _{IN} (W)	V _{OUT} (V _{DC})	I _{OUT} (mA _{DC})	P _{OUT} (W)	P _{CAL} (W)	Efficiency (%)	Loss (W)
90	60	89.93	89.18	5.28	11.21	344.60	3.87	3.86	73.34	1.41
100	60	99.97	79.75	5.17	11.20	345.80	3.89	3.87	75.19	1.28
115	60	114.98	70.44	5.06	11.20	347.30	3.90	3.89	77.06	1.16
135	60	134.97	61.67	4.93	11.19	344.40	3.87	3.85	78.37	1.07
195	50	194.99	47.10	4.85	11.18	344.20	3.86	3.85	79.61	0.99
210	50	209.94	45.17	4.87	11.18	345.30	3.88	3.86	79.57	1.00
230	50	230.02	42.90	4.90	11.18	344.90	3.87	3.86	78.91	1.03
245	50	244.95	41.28	4.90	11.17	344.70	3.87	3.85	78.81	1.04
265	50	265.04	39.43	4.93	11.17	345.30	3.87	3.86	78.50	1.06



10 온도 성능

Images captured after running for >30 minutes at room temperature (25 °C), no airflow, open frame

10.1 $V_{IN} = 115 \text{ VAC}$

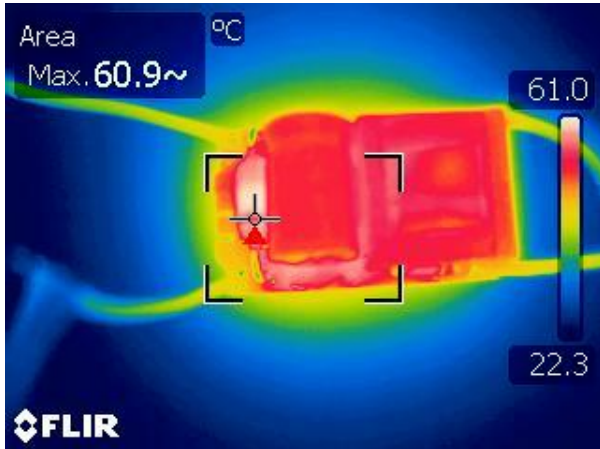


Figure 10 – EMI filter inductor: 60.9 °C.

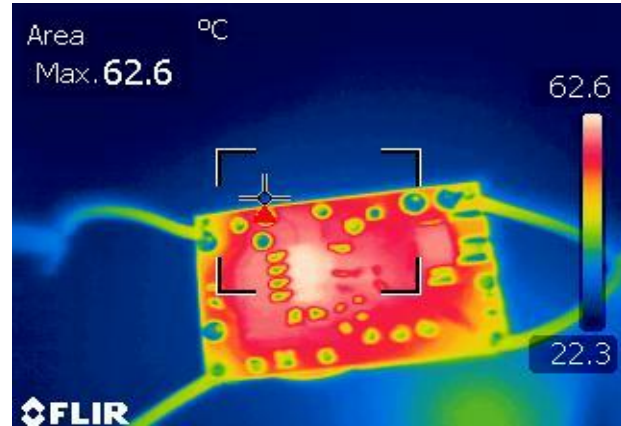


Figure 11 – LNK604DG: 62.6 °C.

10.2 $V_{IN} = 230 \text{ VAC}$

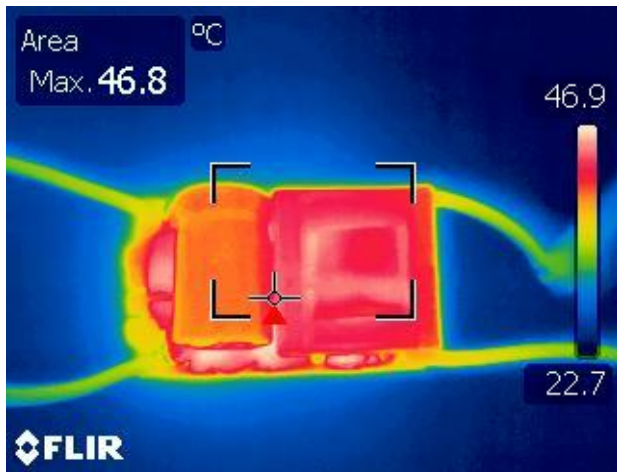


Figure 12 – Transformer: 46.8 °C.

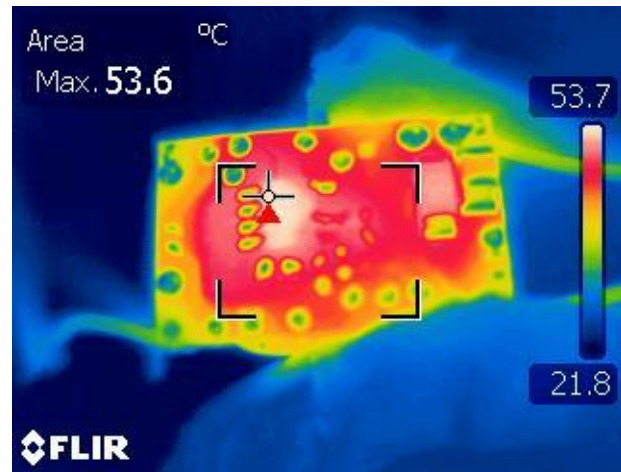


Figure 13 – LNK604DG 53.6 °C.

11 파형

11.1 정상 작동 시 입력 전압 및 입력 전류

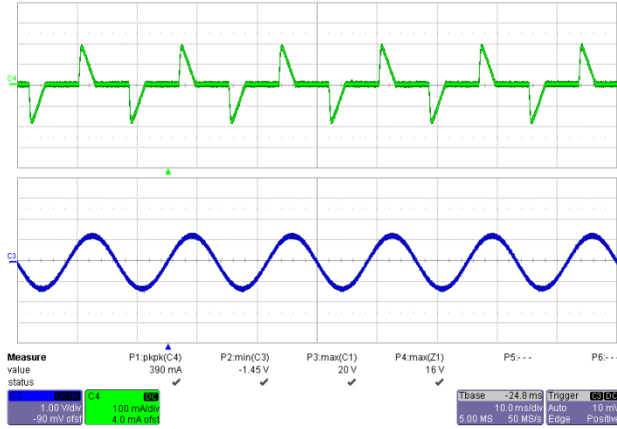


Figure 14 – 90 VAC, 60 Hz Full Load.
 Upper: I_{IN} , 100 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 100 V, 10 ms / div.

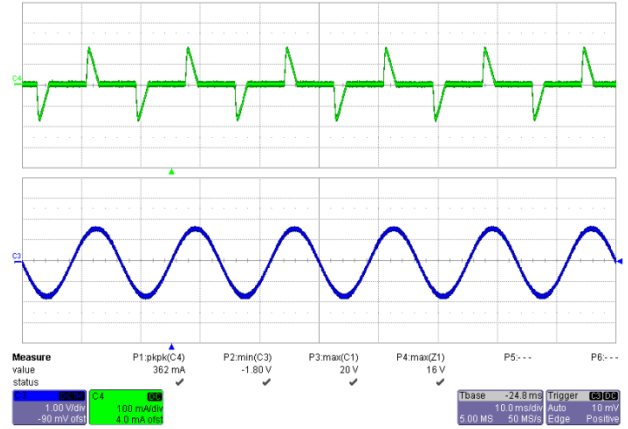


Figure 15 – 115 VAC, 60 Hz Full Load.
 Upper: I_{IN} , 100 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 100 V, 10 ms / div.

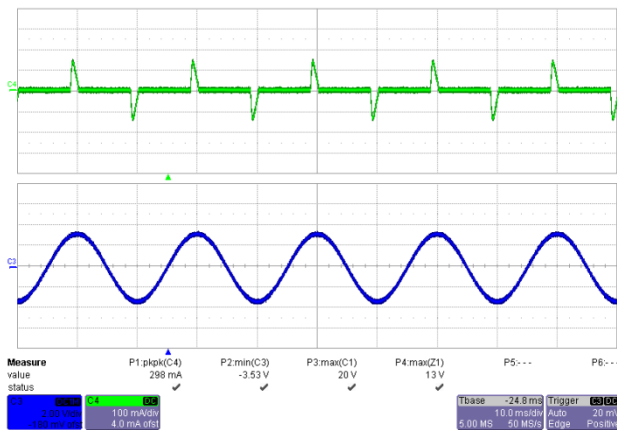


Figure 16 – 230 VAC, 50 Hz Full Load.
 Upper: I_{IN} , 100 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 200 V, 10 ms / div.

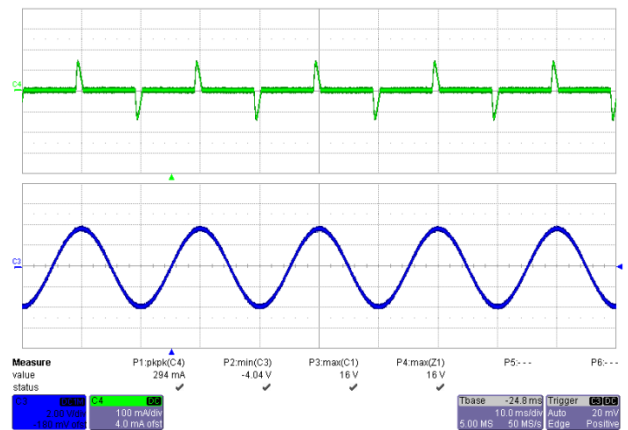


Figure 17 – 265 VAC, 50 Hz Full Load.
 Upper: I_{IN} , 100 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 200 V, 10 ms / div.



11.2 정상 작동 시 출력 전류 및 출력 전압

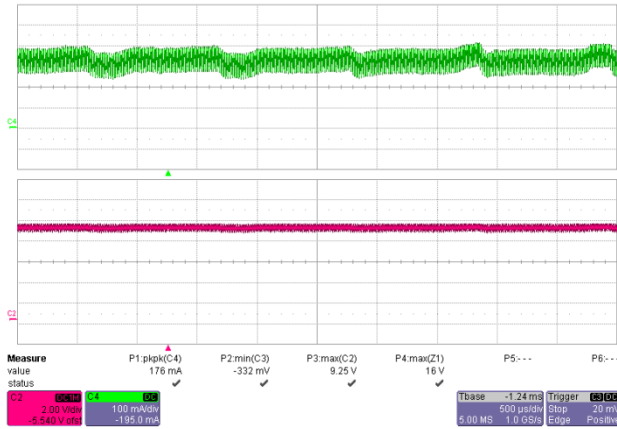


Figure 18 – 90 VAC, 60 Hz Full Load.
Upper: I_{OUT} , 100 mA / div.
Lower: V_{OUT} , 20 V, 500 μ s / div.

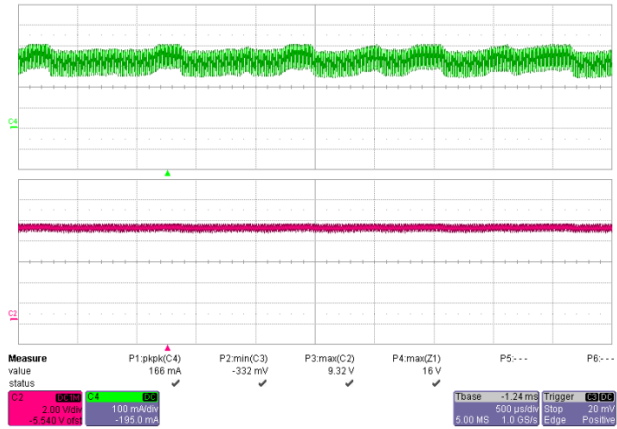


Figure 19 – 115 VAC, 60 Hz Full Load.
Upper: I_{OUT} , 100 mA / div.
Lower: V_{OUT} , 20 V, 500 μ s / div.

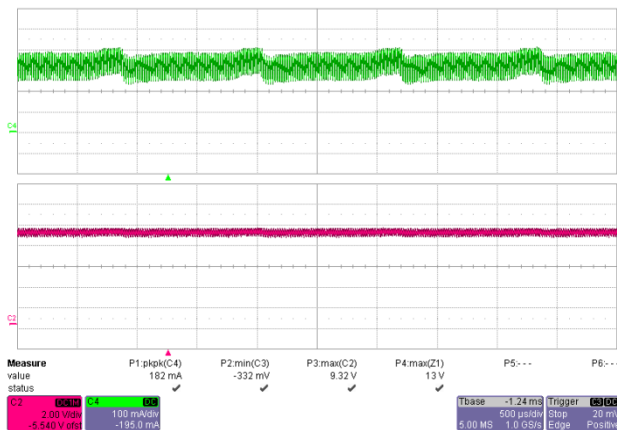


Figure 20 – 230 VAC, 50 Hz Full Load.
Upper: I_{OUT} , 100 mA / div.
Lower: V_{OUT} , 20 V, 500 μ s / div.

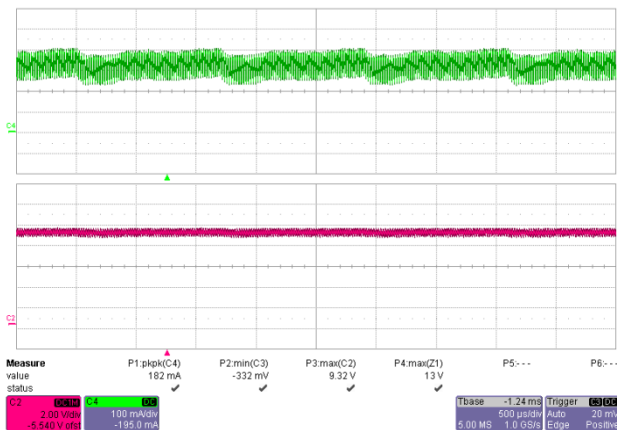


Figure 21 – 265 VAC, 50 Hz Full Load.
Upper: I_{OUT} , 100 mA / div.
Lower: V_{OUT} , 20 V, 500 μ s / div.



11.3 출력 전류/전압 상승 및 하강

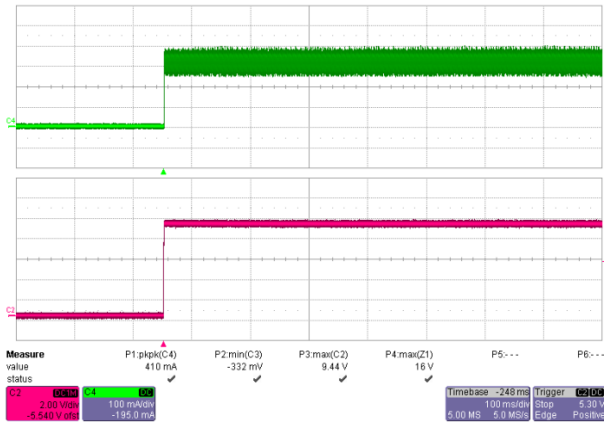


Figure 22 – 90 VAC, 60 Hz Output Rise.
 Upper: I_{OUT} , 100 mA / div.
 Lower: V_{OUT} , 20 V, 100 ms / div.

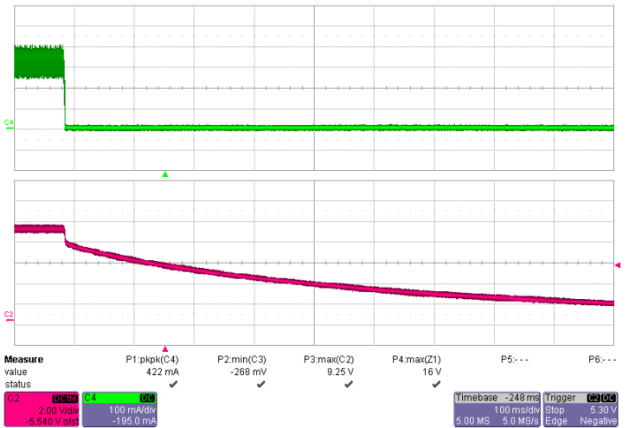


Figure 23 – 90 VAC, 60 Hz Output Fall.
 Upper: I_{OUT} , 100 mA / div.
 Lower: V_{OUT} , 20 V, 100 ms / div.

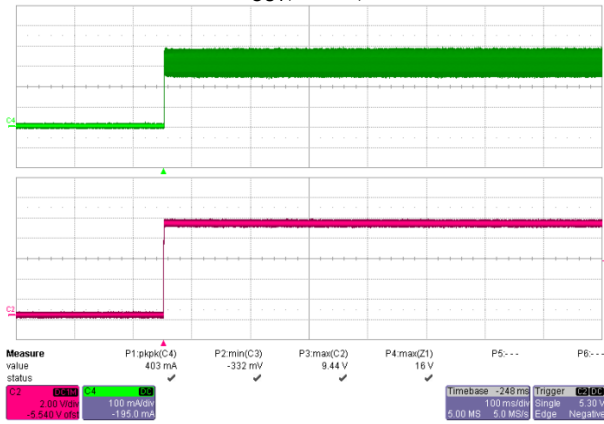


Figure 24 – 265 VAC, 50 Hz Output Rise.
 Upper: I_{OUT} , 100 mA / div.
 Lower: V_{OUT} , 20 V, 100 ms / div.

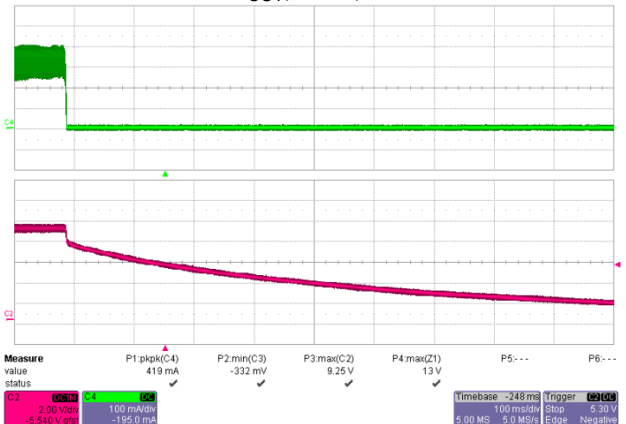


Figure 25 – 265 VAC, 50 Hz Output Fall.
 Upper: I_{OUT} , 100 mA / div.
 Lower: V_{OUT} , 20 V, 100 ms / div.

11.4 스타트업 시 입력 전압 및 출력 전류 파형

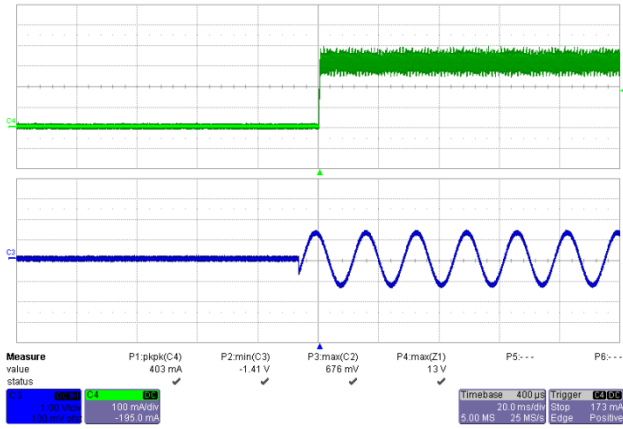


Figure 26 – 90 VAC, 60 Hz.
 Upper: I_{OUT} , 100 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 100 V, 20 ms / div.

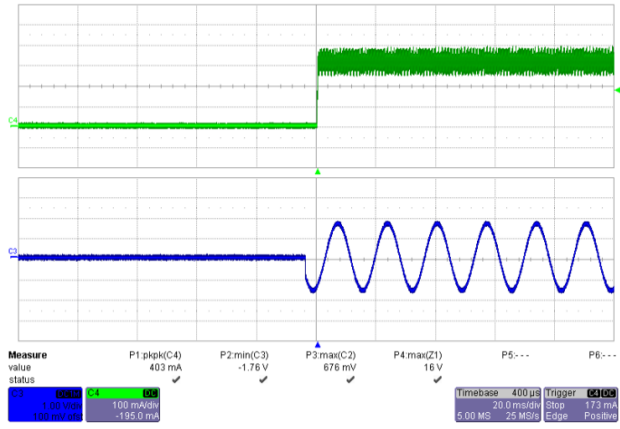


Figure 27 – 115 VAC, 60 Hz.
 Upper: I_{OUT} , 100 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 100 V, 20 ms / div.

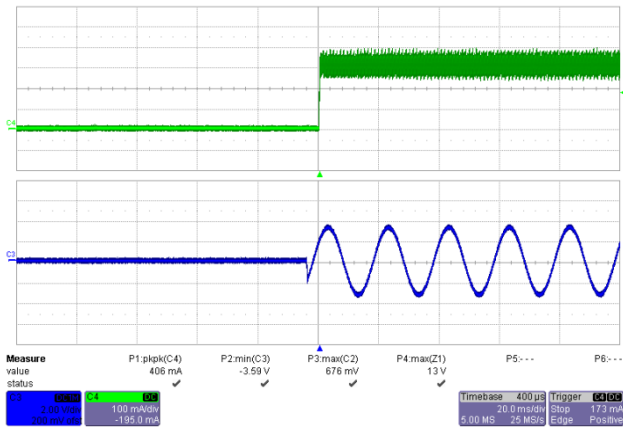


Figure 28 – 230 VAC, 50 Hz.
 Upper: I_{OUT} , 100 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 200 V, 20 ms / div.

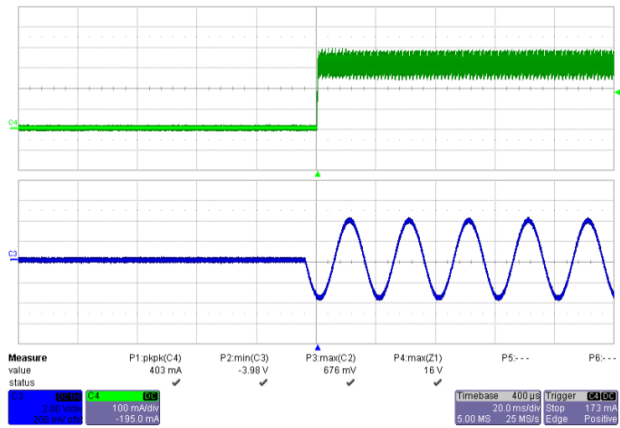


Figure 29 – 265 VAC, 50 Hz.
 Upper: I_{OUT} , 100 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 200 V, 20 ms / div.



11.5 정상 작동 시 드레인 파형

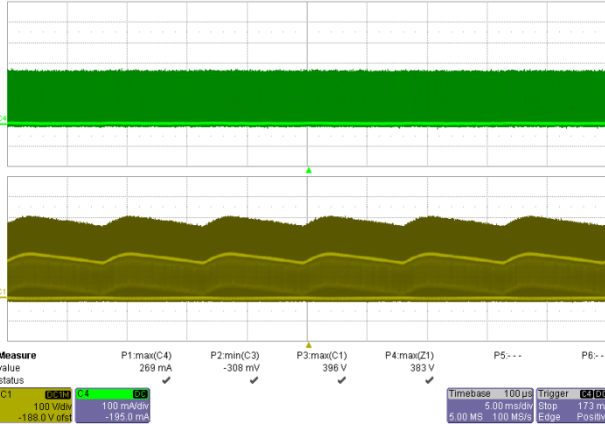


Figure 30 – 90 VAC, 60 Hz.
 Upper: I_{DRAIN} , 100 mA / div.
 Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 5 ms / div.

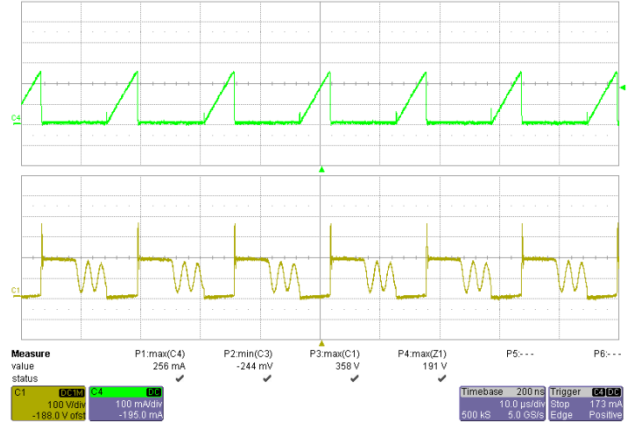


Figure 31 – 90 VAC, 60 Hz.
 Upper: I_{DRAIN} , 100 mA / div.
 Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 10 μ s / div.

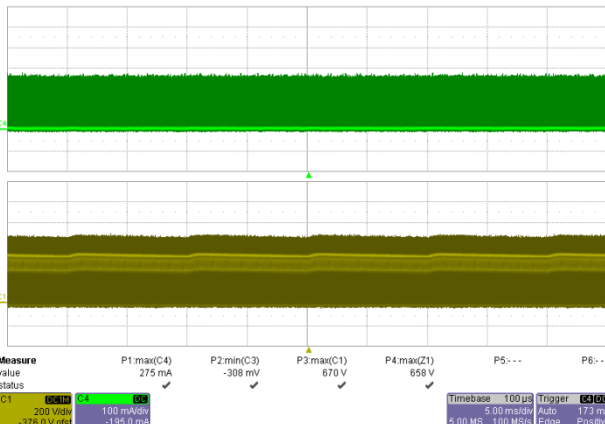


Figure 32 – 265 VAC, 50 Hz.
 Upper: I_{DRAIN} , 100 A / div.
 Lower: V_{DRAIN} , 200 V, 5 ms / div.

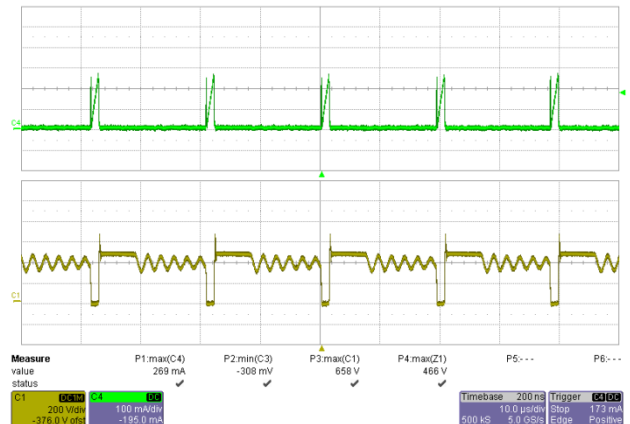


Figure 33 – 265 VAC, 50 Hz.
 Upper: I_{DRAIN} , 100 A / div.
 Lower: V_{DRAIN} , 200 V, 10 μ s / div.

11.6 정상 작동 시 출력 다이오드 파형

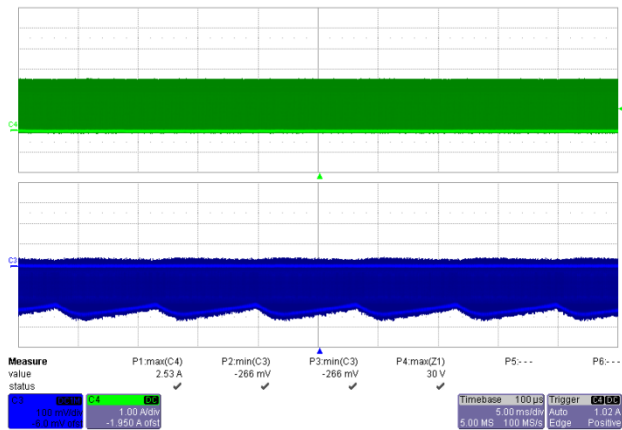


Figure 34 – 90 VAC, 60 Hz.
 Upper: I_{DRAIN} , 1 A / div.
 Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 5 ms / div.

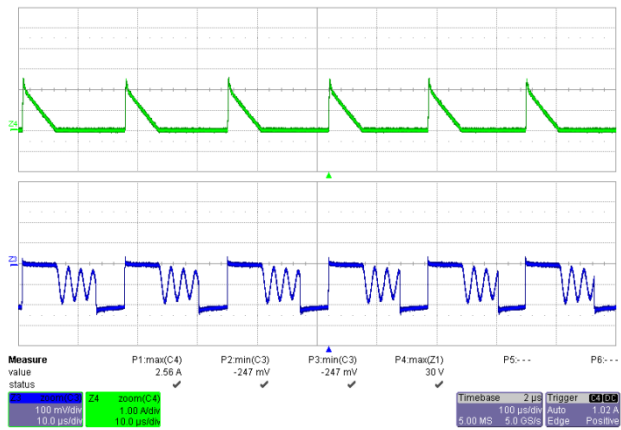


Figure 35 – 90 VAC, 60 Hz.
 Upper: I_{DRAIN} , 1 A / div.
 Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 10 μ s / div.

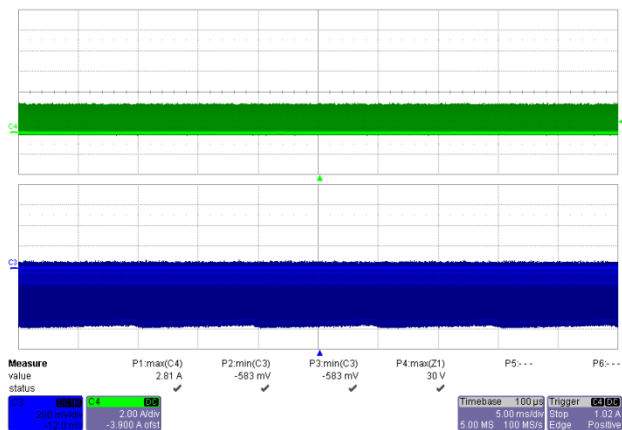


Figure 36 – 265 VAC, 50 Hz.
 Upper: I_{DRAIN} , 2 A / div.
 Lower: V_{DRAIN} , 200 V, 5 ms / div.

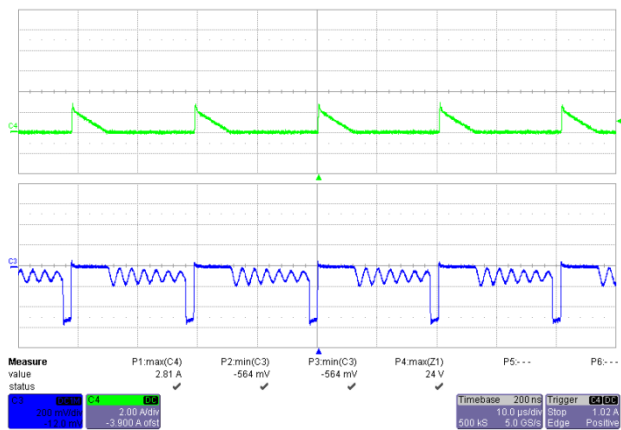


Figure 37 – 265 VAC, 50 Hz.
 Upper: I_{DRAIN} , 2 A / div.
 Lower: V_{DRAIN} , 200 V, 10 μ s / div.



11.7

11.7 스타트업 드레인 전압 및 전류

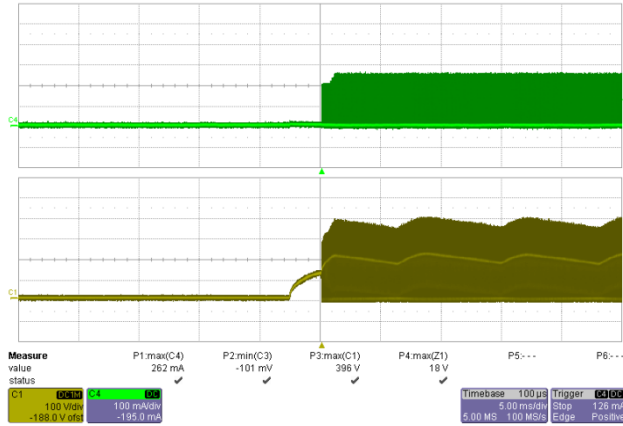


Figure 38 – 90 VAC, 60 Hz.
 Upper: I_{DRAIN} , 100 mA / div.
 Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 5 ms / div.

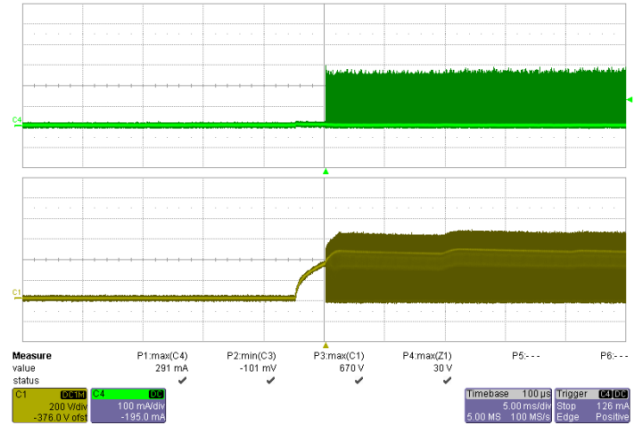


Figure 39 – 265 VAC, 50 Hz.
 Upper: I_{DRAIN} , 100 mA / div.
 Lower: V_{DRAIN} , 200 V, 5 ms / div.

11.8 출력 회로 단락 시 드레인 전류 및 드레인 전압

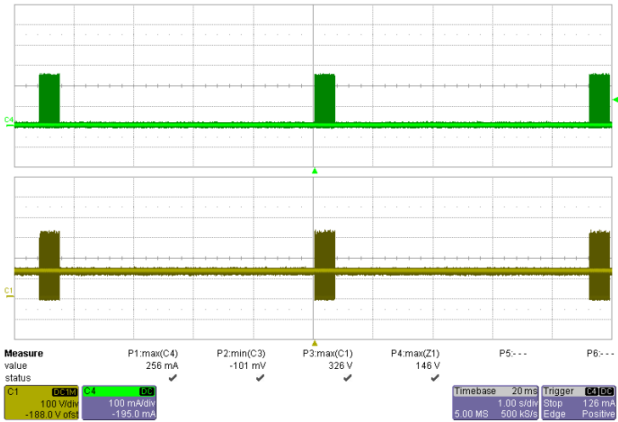


Figure 40 – 90 VAC, 60 Hz Output Short Condition.
Upper: I_{DRAIN} , 100 mA / div.
Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 1 s / div.

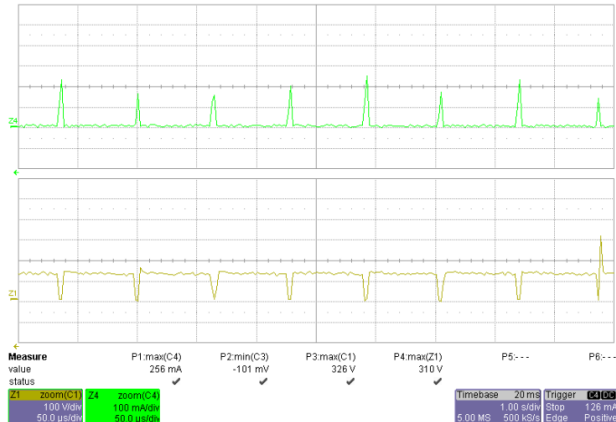


Figure 41 – 90 VAC, 60 Hz Output Short Condition.
Upper: I_{DRAIN} , 100 mA / div.
Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 10 μ s / div.

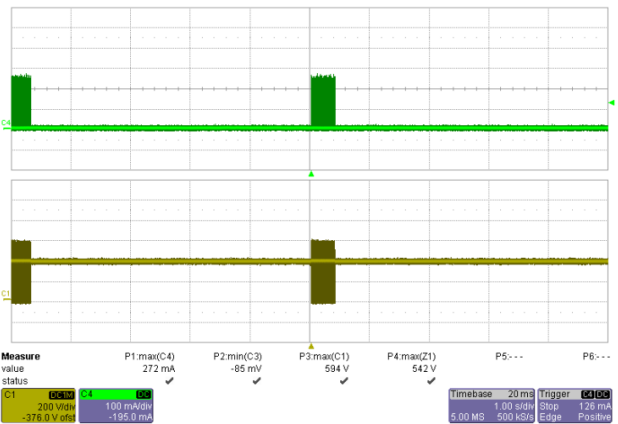


Figure 42 – 265 VAC, 50 Hz Output Short Condition.
Upper: I_{DRAIN} , 100 mA / div.
Lower: V_{DRAIN} , 200 V, 1 s / div.

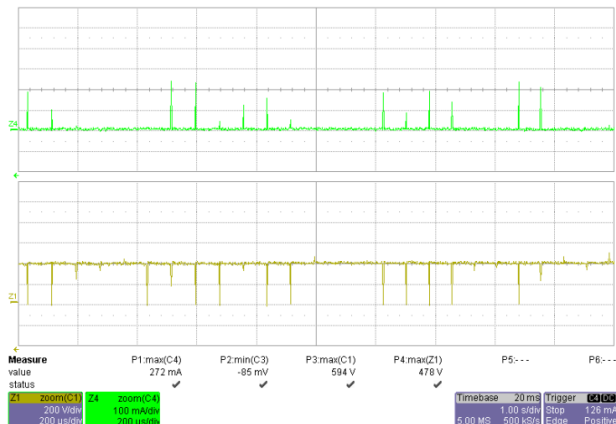


Figure 43 – 265 VAC, 50 Hz Output Short Condition.
Upper: I_{DRAIN} , 100 mA / div.
Lower: V_{DRAIN} , 200 V, 50 μ s / div.



11.9 무부하 출력 전압

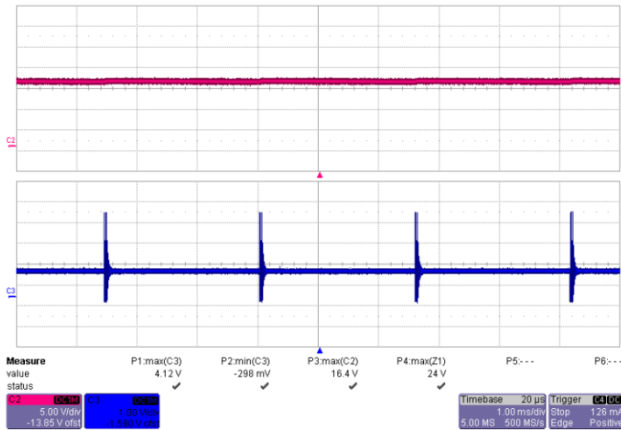


Figure 44 – 90 VAC, 60 Hz No-Load Characteristic.
Upper: V_{OUT} , 5 V / div.
Lower: V_{DRAIN} , 100 V / div., 1 ms / div.

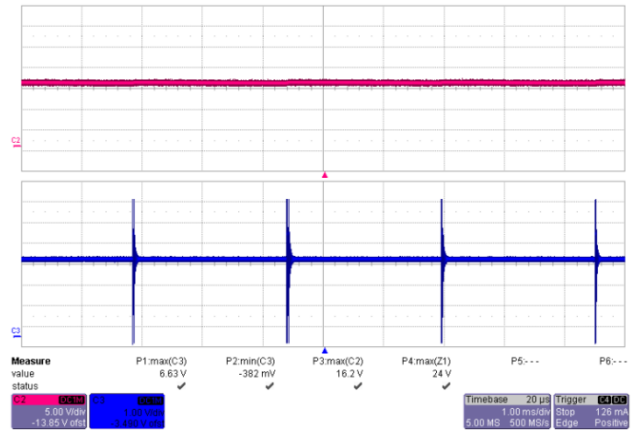


Figure 45 – 265 VAC, 50 Hz No-Load Characteristic.
Upper: V_{OUT} , 5 V / div.
Lower: V_{DRAIN} , 100 V / div., 1 ms / div.



12 전도성 EMI

The unit was tested using LED load (9 V) with input voltage of 115 VAC, 60 Hz at room temperature.

EDIT PEAK LIST (Final Measurement Results)				
TRACE		FREQUENCY	LEVEL dB μ V	DELTA LIMIT dB
Trace1:	EN55015Q			
Trace2:	EN55015A			
Trace3:	---			
2	Average	9.4590904509 kHz	23.49 N gnd	
2	Average	116.100896051 kHz	18.66 L1 gnd	
2	Average	126.977840157 kHz	26.15 N gnd	
1	Quasi Peak	167.350252 kHz	57.92 N gnd	-7.16
2	Average	170.713992065 kHz	45.34 N gnd	-9.57
1	Quasi Peak	225.562855639 kHz	53.90 N gnd	-8.70
2	Average	227.818484195 kHz	40.90 N gnd	-11.62
1	Quasi Peak	280.761663784 kHz	48.87 N gnd	-11.92
2	Average	283.569280422 kHz	36.24 L1 gnd	-14.46
2	Average	500.008614528 kHz	32.42 N gnd	-13.57
1	Quasi Peak	1.1883298484 MHz	40.38 N gnd	-15.61
2	Average	1.87810643122 MHz	28.98 N gnd	-17.01
1	Quasi Peak	3.1196815376 MHz	44.07 N gnd	-11.92
2	Average	3.1196815376 MHz	31.28 N gnd	-14.71
2	Average	30 MHz	14.73 N gnd	-35.26



Figure 46 – Conducted EMI 9 V / 330 mA Load, 115 VAC, 60 Hz, and EN55015 Limits.



EDIT PEAK LIST (Final Measurement Results)						
Trace1:	EN55015Q					
Trace2:	EN55015A					
Trace3:	---					
TRACE		FREQUENCY	LEVEL		DELTA	LIMIT
			dBµV			dB
2	Average	9.272709 kHz	22.48	L1 gnd		
2	Average	159.22802259 kHz	41.21	N gnd	-14.29	
1	Quasi Peak	162.428505844 kHz	55.77	L1 gnd	-9.56	
1	Quasi Peak	214.615317539 kHz	53.17	L1 gnd	-9.85	
2	Average	214.615317539 kHz	39.34	N gnd	-13.68	
2	Average	267.135089486 kHz	36.42	N gnd	-14.77	
1	Quasi Peak	269.806440381 kHz	50.46	L1 gnd	-10.65	
1	Quasi Peak	322.728292586 kHz	46.70	L1 gnd	-12.93	
2	Average	322.728292586 kHz	33.94	N gnd	-15.69	
2	Average	378.424303998 kHz	32.73	N gnd	-15.58	
1	Quasi Peak	485.30343514 kHz	47.29	L1 gnd	-8.95	
2	Average	485.30343514 kHz	35.30	N gnd	-10.94	
1	Quasi Peak	1.02356729084 MHz	43.34	N gnd	-12.65	
1	Quasi Peak	1.6177059882 MHz	43.31	N gnd	-12.68	
2	Average	1.66672409735 MHz	31.94	N gnd	-14.05	
1	Quasi Peak	2.18042326152 MHz	44.39	L1 gnd	-11.60	
2	Average	2.18042326152 MHz	31.30	N gnd	-14.69	
1	Quasi Peak	2.82420699879 MHz	46.15	L1 gnd	-9.84	
2	Average	3.44606925067 MHz	32.96	N gnd	-13.03	

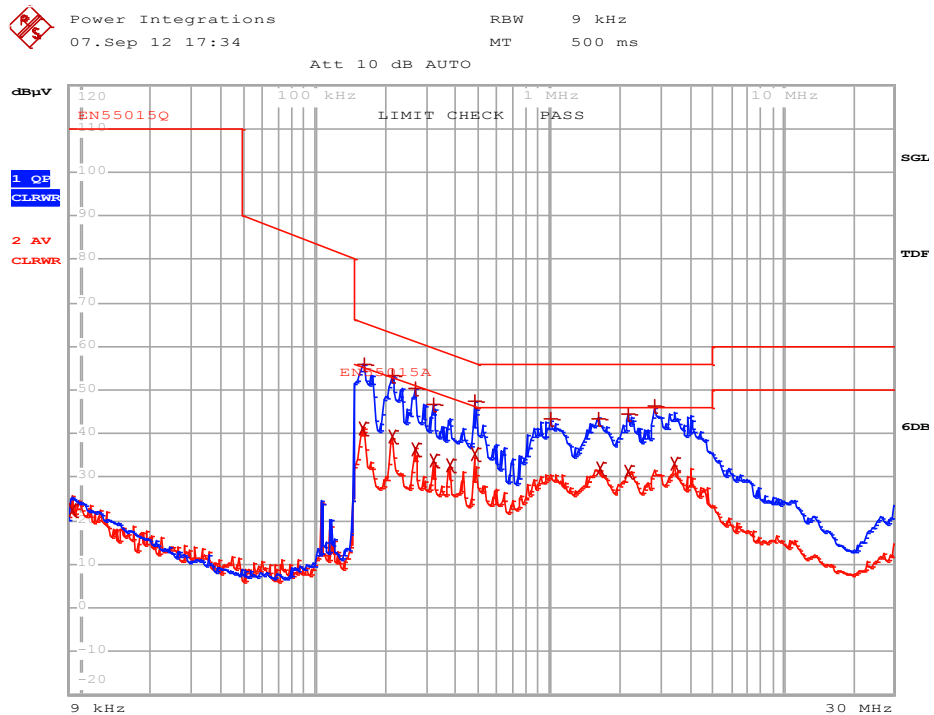


Figure 47 – Conducted EMI 9 V / 330 mA Load, 230 VAC, 60 Hz, and EN55015 Limits.



13 라인 서지

Input voltage was set at 230 VAC / 60 Hz. Output was loaded with 9 V LED string. Differential input line 1.2 / 50 μ s surge testing

13.1 500V 서지(클램프 회로 없음)

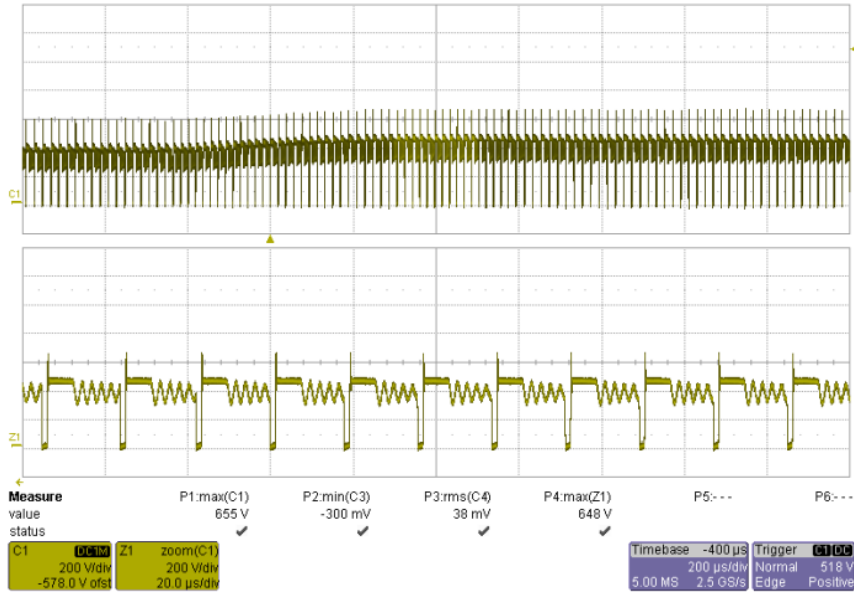


Figure 48 – Drain Voltage Waveform at 500 V Fast Surge.

13.2 1kV 서지(클램프 회로 사용)

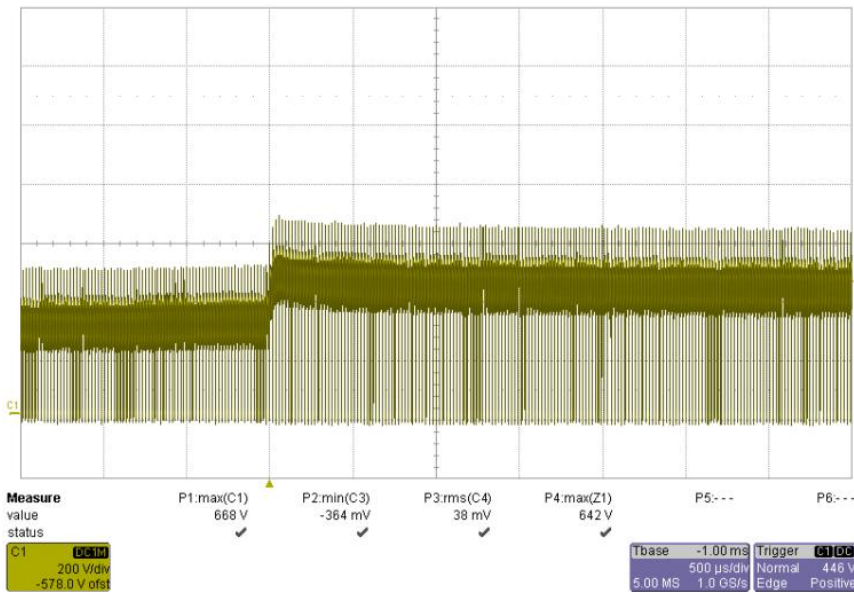


Figure 49 – Drain Voltage Waveform at 1 kV Fast Surge.



14 개정 내역

Date	Author	Revision	Description and Changes	Reviewed
22-Oct-12	DK	2.0	Initial Release	Apps & Mktg
14-Nov-12	DK	2.1	Updated Schematic 3A and BOM	



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 소유의 자산입니다. ©Copyright 2013 Power Integrations, Inc.

파워 인테그레이션스(Power Integrations) 전 세계 판매 지원 지역

<p>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</p>	<p>독일 Lindwurmstrasse 114 80337, Munich Germany 전화: +49-895-527-39110 팩스: +49-895-527-39200 전자 메일: eurosales@powerint.com</p>	<p>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</p>	<p>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</p>
<p>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</p>	<p>인도 #1, 14th Main Road Vasanthanagar Bangalore-560052 India 전화: +91-80-4113-8020 팩스: +91-80-4113-8023 전자 메일: indiasales@powerint.com</p>	<p>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</p>	<p>유럽 본사 1st Floor, St. James's House East Street, Farnham Surrey GU9 7TJ United Kingdom 전화: +44 (0) 1252-730-141 팩스: +44 (0) 1252-727-689 전자 메일: eurosales@powerint.com</p>
<p>중국(셴젠) 3rd Floor, Block A, Zhongtuo International Business Center, No. 1061, Xiang Mei Rd, FuTian District, ShenZhen, China, 518040 전화: +86-755-8379-3243 팩스: +86-755-8379-5828 전자 메일: chinasales@powerint.com</p>	<p>이탈리아 Via Milanese 20, 3rd. Fl. 20099 Sesto San Giovanni (MI) Italy 전화: +39-024-550-8701 팩스: +39-028-928-6009 전자 메일: eurosales@powerint.com</p>	<p>싱가포르 51 Newton Road, #19-01/05 Goldhill Plaza Singapore, 308900 전화: +65-6358-2160 팩스: +65-6358-2015 전자 메일: singaporesales@powerint.com</p>	<p>애플리케이션 문의 전화 전 세계 통합 번호 +1-408-414-9660</p> <p>애플리케이션 문의 팩스 전 세계 통합 번호 +1-408-414-9760</p>