

제목	<b>InnoSwitch™-CH INN2023K 를 사용하는 10W CV/CC USB 충전기용 레퍼런스 디자인 보고서</b>
사양	85VAC – 264VAC 입력, 5V, 2A 출력(USB 케이블의 끝)
애플리케이션	휴대 전화 / USB 충전기
작성자	애플리케이션 엔지니어링 부서
문서 번호	RDR-420
날짜	2014 년 11 월 11 일
개정	1.0

#### 요약 및 기능

- InnoSwitch-CH – 업계 최초의 절연형 안전 정격 피드백 통합 AC/DC IC
- 1 차측 레귤레이션의 간편함에 더해진 2 차측 컨트롤의 모든 이점
  - $\pm 3\%$  CV,  $\pm 5\%$  CC 레귤레이션
  - 트랜스포머 종류 변경에 민감하지 않음
  - 부하 타이밍에 무관한 과도 응답
  - 더 작고 저렴한 출력 커패시터
  - 10mW 미만의 무부하 입력 전력
  - 케이블 전압 강하 보상
- 고효율을 위한 동기 정류 방식 내장

#### 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.

## 목차

1	소개.....	4
2	파워 서플라이 사양 .....	5
3	회로도 .....	6
4	회로 설명 .....	7
4.1	입력 EMI 필터링.....	7
4.1	InnoSwitch-CH IC 1 차측.....	7
4.2	InnoSwitch-CH IC 2 차측.....	8
5	PCB 레이아웃 .....	9
6	BOM.....	11
7	트랜스포머 사양 .....	12
7.1	전기적 구성도 .....	12
7.2	전기적 사양 .....	12
7.3	재료 .....	12
7.4	트랜스포머 제작 구성도 .....	13
7.5	트랜스포머 지침.....	13
7.6	트랜스포머 그림.....	14
8	트랜스포머 디자인 스프레드시트 .....	18
9	성능 데이터.....	21
9.1	활성 모드 효율(USB 소켓)과 라인 비교.....	21
9.2	활성 모드 효율(USB 소켓)과 부하 비교.....	22
9.2.1	Q1, SR FET 와 병렬 상태에서 쇼트키 다이오드가 없을 때의 효율 .....	22
9.2.2	Q1, SR FET 와 병렬 상태에서 쇼트키 다이오드 SS16 이 있을 때의 효율..	24
9.3	무부하 시의 입력 전력 .....	25
9.4	평균 효율(USB 소켓) .....	26
9.4.1	효율 기준 .....	26
9.4.2	115VAC 입력 시의 평균 효율 .....	26
9.4.3	230VAC 입력 시의 평균 효율 .....	27
9.5	케이블 끝에서 측정된 CV/CC 레귤레이션 .....	28
10	오픈 케이스 써멀 성능.....	29
11	파형 .....	31
11.1	부하 과도 응답(케이블 끝).....	31
11.2	부하 과도 응답(USB 소켓) .....	32
11.3	스위칭 파형 .....	33
11.3.1	InnoSwitch-CH 파형 .....	33
11.3.2	SR FET 파형 .....	33
11.4	출력 리플 측정 .....	34
11.4.1	리플 측정 기술.....	34
11.4.2	측정 결과 .....	35
12	전도성 EMI .....	36



12.1	2A 저항 부하, 플로우팅 출력(PK / AV).....	36
12.2	2A 저항 부하, 인공 핸드 접지(PK / AV).....	38
12.3	모니터 설정(HDMI)이 있는 스마트폰(QP / AV).....	40
13	방사 EMI.....	42
14	가청 노이즈.....	44
15	조명 서지 및 ESD 테스트 .....	49
15.1	디퍼렌셜 모드 테스트 .....	49
15.2	커먼 모드 테스트.....	49
15.3	ESD 테스트 .....	49
16	개정 내역 .....	50

**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

본 문서는 IC InnoSwitch-CH 제품군의 디바이스를 사용한 2A, 5.0V USB 충전기에 관한 엔지니어링 보고서입니다. 이 설계는 뛰어난 성능을 발휘하면서 높은 수준의 집적도를 통해 높은 전력 밀도 및 효율을 선사할 수 있도록 고안되었습니다.

이 문서에는 파워 서플라이 사양, 회로도, 부품 목록(BOM), 트랜스포머 규격서, 인쇄 회로 기판 레이아웃 및 성능 데이터가 들어 있습니다.

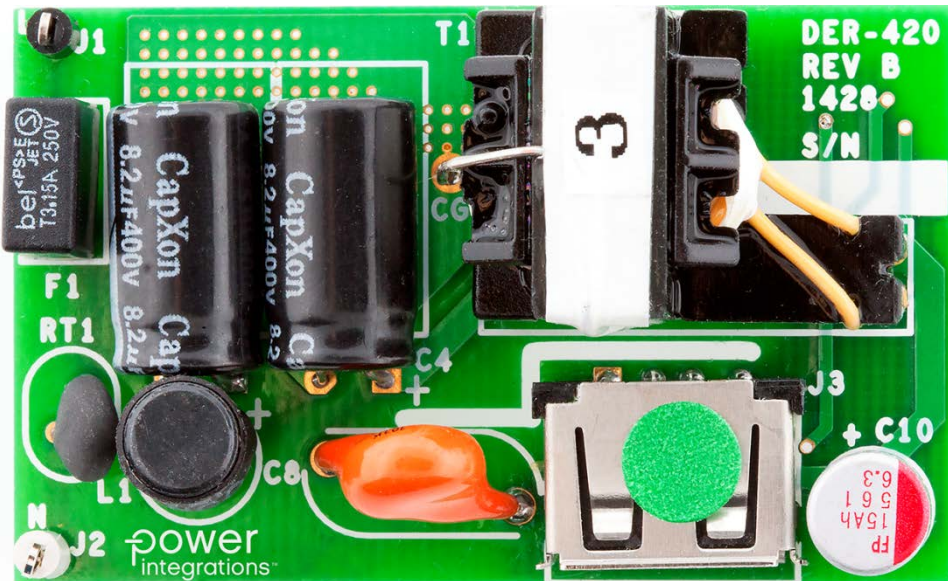


Figure 1 – Populated Circuit Board Photograph, Top.

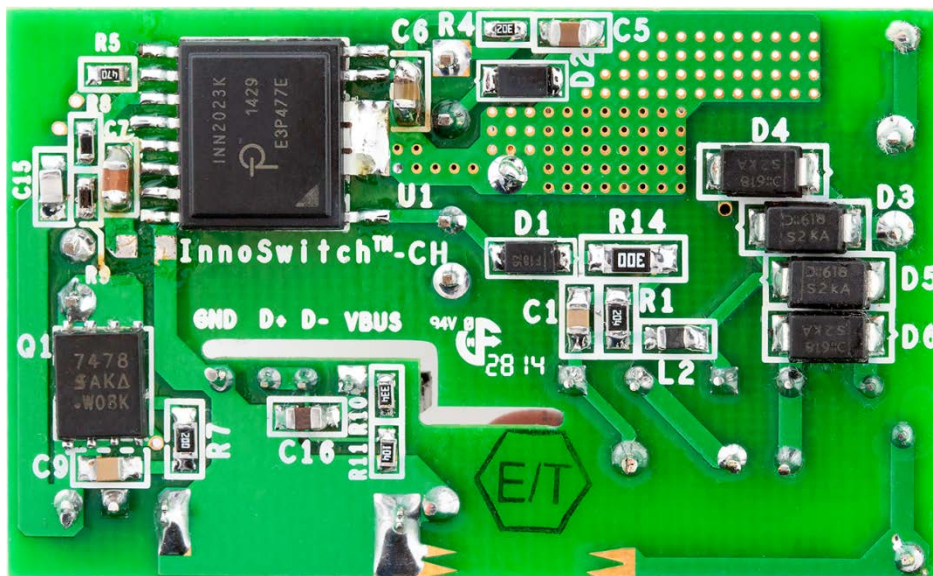


Figure 2 – Populated Circuit Board Photograph, Bottom.

## 2 파워 서플라이 사양

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

설명	기호	최소	일반	최대	단위	설명
<b>입력</b> 전압 주파수 무부하 시의 입력 전력	$V_{IN}$ $f_{LINE}$	85 50	50/60	265 64 10	VAC Hz mW	2 선식 - P.E. 없음  230 VAC
<b>출력</b> 출력 전압 과도 출력 전압 출력 리플 전압 출력 케이블 보상 출력 전류 CC 지점 오토-리스타트 전압 상승 시간 턴 온 정격 출력 전력	$V_{OUT}$ $V_{OUT(T)}$ $V_{RIPPLE}$ $V_{CBL}$ $I_{OUT}$ $V_{AR}$ $t_R$ $P_{OUT}$	4.75 4.2  250 2 2	5.0  300 10	5.25 5.5 150 350 2.5 3.5 20	V V mV mV A V ms W	0.35V 케이블 저항 강화 0A - 2A - 0A 부하 변동 케이블 끝 출력 케이블 끝 출력 케이블 끝 2A 출력 전류 시  케이블 끝
<b>효율</b> 평균 25%, 50%, 75%, 100% 10%	$\eta_{AVE[BRD]}$ $\eta_{AVE[CBL]}$ $\eta_{10\%}$	84 80 79			% % %	USB 소켓에서 측정  0.38V 케이블 저항 강화
<b>환경</b> 출력 케이블 임피던스 전도성 EMI 안정성 가청 노이즈 라인 서지 커먼 모드(L1/L2-PE) ESD 주변 온도	$R_{CBL}$       $T_{AMB}$	       0	190  CISPR22B / EN55022B 인공 핸드를 통해 부하 플로우팅 또는 그라운드 휴대 전화 및 TV 에 연결됨(MHL 연결 사용)  IEC950 / UL1950 클래스 II	    25 6  40	m $\Omega$    dB kV kV kV °C	저항 부하, 6dB 마진  6dB 마진 충족하도록 설계 3cm 지점에서 측정  링 웨이브, 커먼 모드: 12 $\Omega$  접촉 공중 방전 성능 저하 없음  밀폐형 인클로저에서 자유대류, 임해고도



### 3 회로도

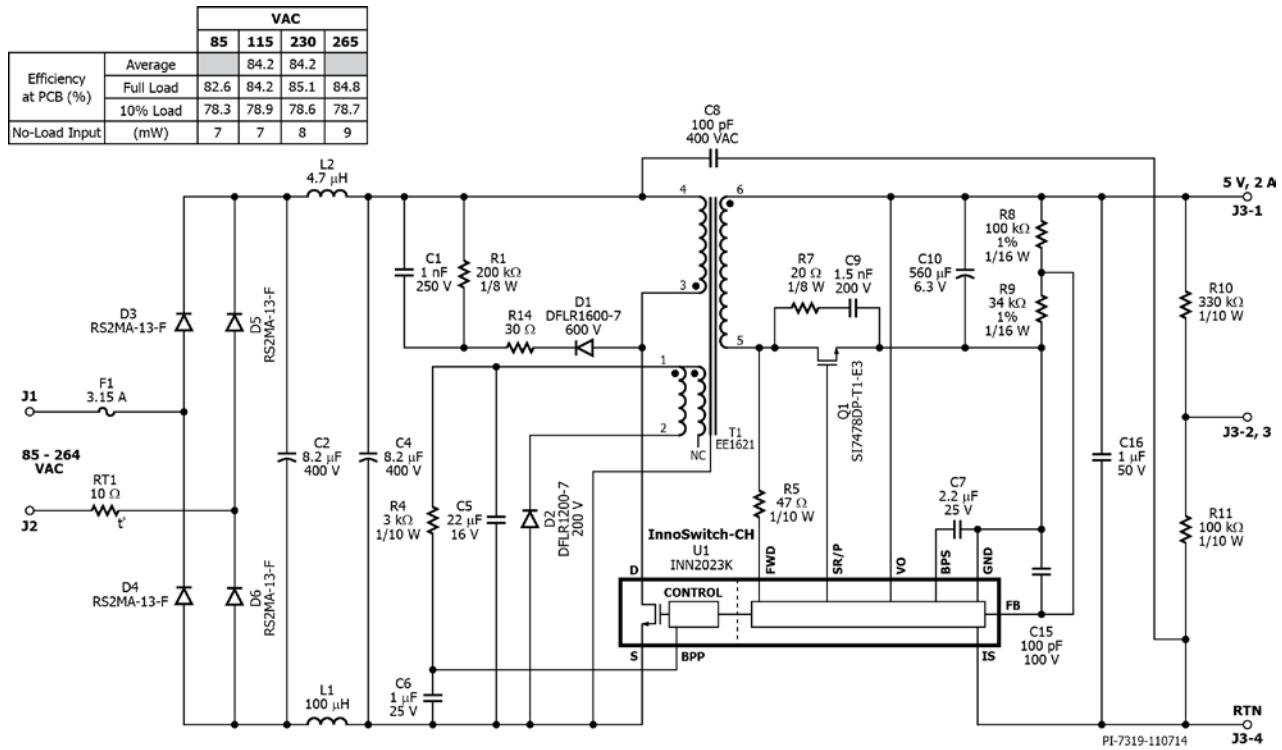


Figure 3 – Schematic.

## 4 회로 설명

### 4.1 입력 EMI 필터링

퓨즈 F1 은 1 차측에서 부품의 치명적인 결함 발생 시 보호 기능을 제공합니다.

정류 다이오드(D1-D4)의 낮은 정격 서지 전류, 그리고 벌크 스토리지 커패시터 C2 및 C4 의 상대적으로 큰 용량으로 인한 낮은 임피던스 때문에 돌입 제한 써미스터(RT1)가 필요했습니다.

특히 PCB 에서 케이스까지의 높이 면에서 제한된 공간으로 인해 물리적으로 작은 다이오드가 D1-D4 용으로 선택되었습니다.

커패시터 C2 와 C4 는 정류된 AC 입력의 필터링을 제공하고 L1 및 L2 와 함께  $\pi$ (파이) 필터를 구성하여 디퍼렌셜 모드 EMI 를 감소시킵니다. 낮은 값의 Y 커패시터(C8)는 커먼 모드 EMI 를 줄여줍니다.

### 4.1 InnoSwitch-CH IC 1 차측

트랜스포머 1 차측의 한쪽은 정류된 DC 버스에 연결되어 있고 다른쪽은 InnoSwitch-CH IC(U1)의 650V 파워 MOSFET 에 연결됩니다.

D1, R1, R14 및 C1 으로 구성된 저가의 RCD 클램프는 트랜스포머 및 출력 패턴 인덕턴스의 효과를 통해 피크 드레인 전압을 제한합니다.

IC 는 AC 가 처음 인가될 때 내부 고전압 전류 소스를 사용하여 BPP 핀 커패시터(C6)를 충전함으로써 자체적으로 가동됩니다. 정상 동작 시 1 차측 블록은 트랜스포머의 보조 권선으로부터 전력을 공급받습니다. 여기서 나온 출력은 플라이백 권선으로 구성되고 정류 및 필터링된 후(D2 및 C5) Current Limit 저항 R4 를 통해 BPP 핀에 공급됩니다.

ON/OFF 컨트롤을 사용하여 출력 레귤레이션이 이루어지고 활성화된 스위칭 사이클의 수는 출력 부하에 따라 조정됩니다. 고부하시에는 대부분의 스위칭 사이클이 활성화되고 경부하나 무부하시에는 대부분의 사이클이 비활성화되거나 스킵됩니다. 사이클이 활성화되면 파워 MOSFET 은 1 차측 전류가 특정 작동 상태의 디바이스 Current Limit 에 이를 때까지 ON 으로 유지됩니다. 4 개의 작동 상태(Current Limit) 범위가 있으며, 1 차측 전류 스위칭 패턴의 주파수 컨텐츠는 트랜스포머 자속 밀도와 가청 노이즈 생성이 매우 낮은 레벨에 있는 경부하 상태가 될 때까지 가청 범위 밖에 있게 됩니다.

## 4.2 InnoSwitch-CH IC 2 차측

InnoSwitch-CH 의 2 차측은 출력 전압과 출력 전류를 감지하고 동기 정류를 제공하는 MOSFET 을 구동합니다.

트랜스포머 2 차측은 Q1 에서 정류되고 C10 으로 필터링됩니다. 스위칭 과도 상태 동안 고주파 링잉은 Q1 양단에 높은 전압을 발생시키고 스너버 R7 및 C9 를 통해 방사 EMI 가 줄어듭니다.

손실을 줄이기 위해 Q1 에서 SR(동기 정류)을 제공합니다. Q1 의 게이트는 R5 및 IC 의 FWD 핀을 통해 감지되는 권선 전압을 기반으로 ON 상태가 됩니다. Continuous Conduction Mode 작동 중 파워 MOSFET 은 2 차측에서 1 차측의 새 스위칭 사이클을 명령하기 직전에 OFF 상태가 됩니다. 불연속 모드에서 MOSFET 은 MOSFET 의 전압 강하가 기준값 아래로 떨어지면 OFF 상태가 됩니다. 1 차측 MOSFET 의 2 차측 컨트롤은 동기 정류 MOSFET 과 동시에 ON 상태가 되지 않도록 합니다. MOSFET 구동 신호는 SR/P 핀에서 출력됩니다.

IC 는 2 차 권선 순방향 전압이나 출력 전압을 통해 자체 전원을 공급받습니다. CV 동작 동안 출력 전압은 디바이스에 전원을 공급하고 VO 핀으로 공급됩니다.

CC 동작 동안 출력 전압이 떨어지면 디바이스에서 2 차 권선을 통해 직접 자체 전원을 공급하게 됩니다. 1 차측 MOSFET 의 온-타임 동안, 2 차 권선에서 나타나는 순방향 전압이 R5 와 내부 레귤레이터를 통해 디커플링 커패시터 C7 을 충전하는 데 사용됩니다. 감지된 출력 전압이 3V 아래로 떨어지면 오토-리스타트 상태가 됩니다.

출력 전류는 손실을 최소화하기 위해 35mV 의 기준값으로 IS 와 GND 핀 사이에서 내부적으로 감지됩니다. 내부 전류 센싱 기준값이 초과되면 디바이스에서 활성화된 스위칭 사이클의 수를 조정하여 고정된 출력 전류를 유지합니다.

CC 기준값 이하에서 디바이스는 정전압 모드로 작동됩니다. 레귤레이션 출력 전압의 경우, 출력 전압은 저항 분배기 R8 및 R9 의 작동을 통해 감지됩니다(FB 핀의 레퍼런스 전압은 1.265V).





### 5 PCB 레이아웃

특별히 지정하지 않은 경우 PCB 구리 두께는 2oz(2.8mils / 70μm)임

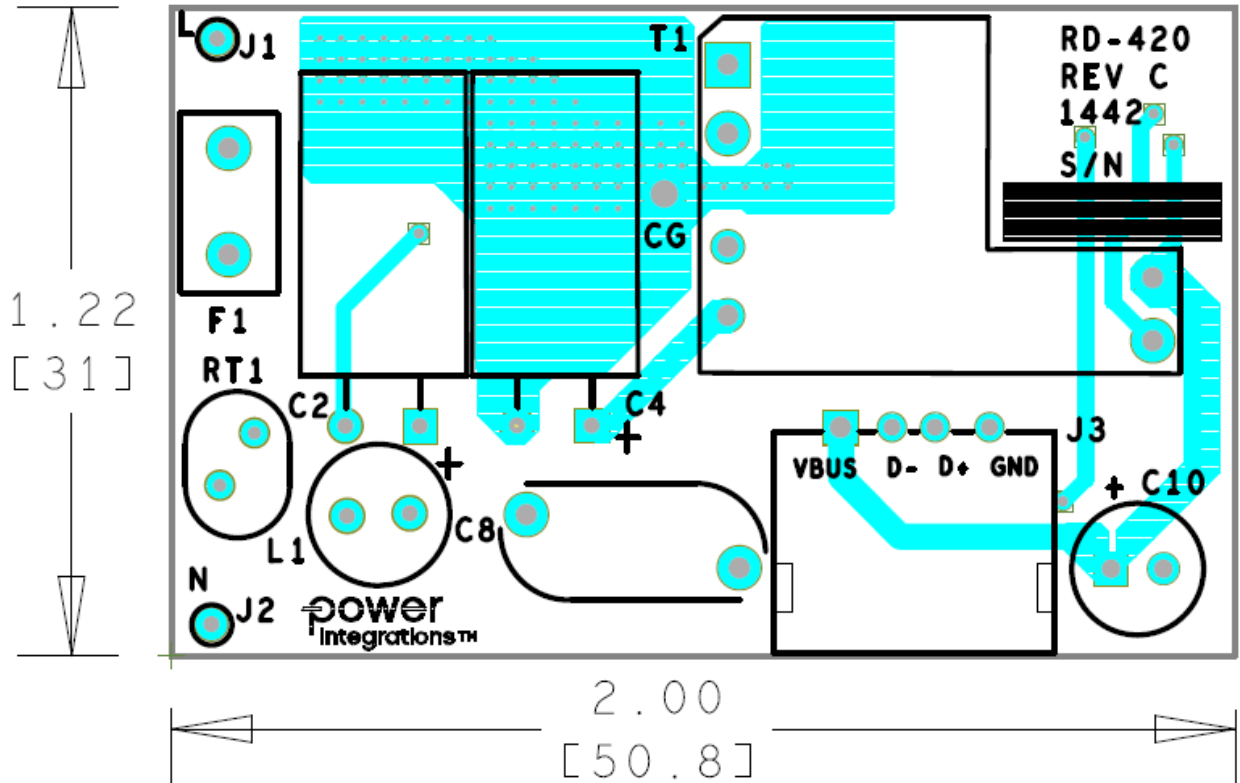


Figure 4 – Printed Circuit Layout, Top.



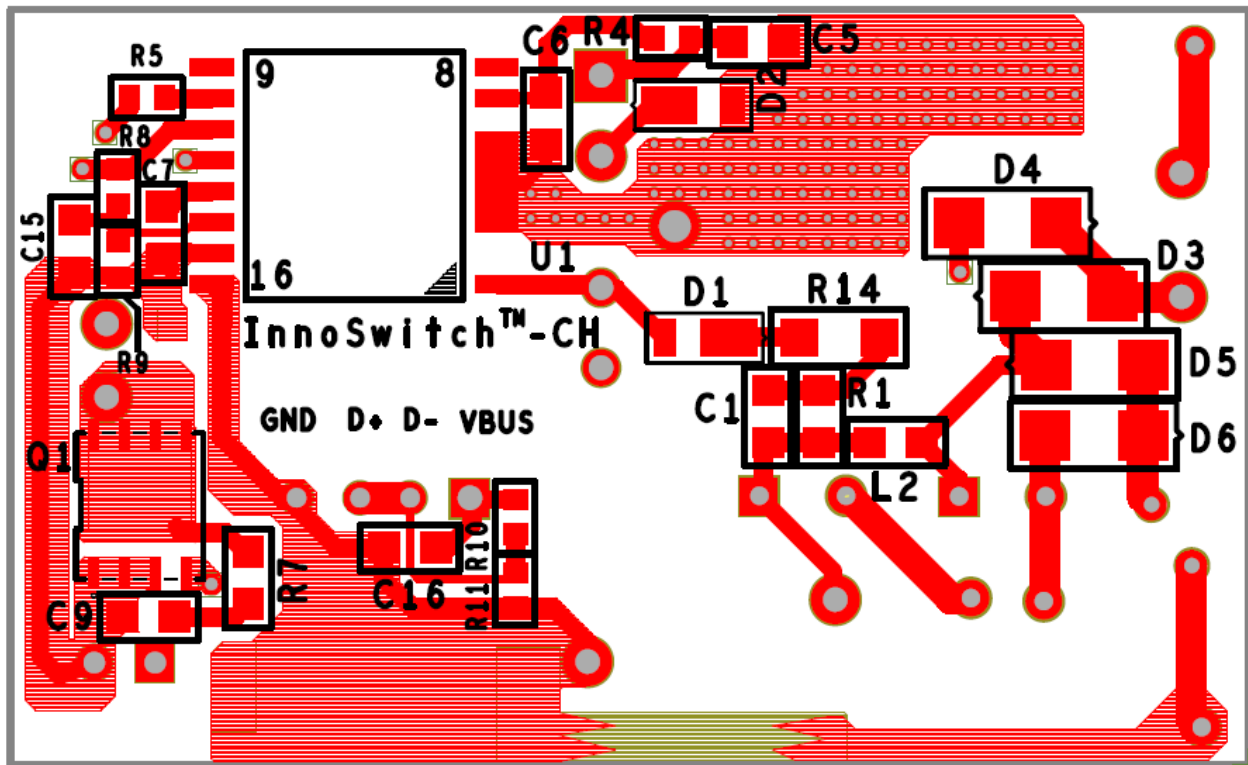


Figure 5 – Printed Circuit Layout, Bottom.

## 6 BOM

Item	Qty	Ref Des	Description	Mfg Part Number	Mfg
1	1	C1	1 nF, 250 V, Ceramic, X7R, 0805	GRM21AR72E102KW01D	Murata
2	2	C2 C4	8.2 $\mu$ F, 400 V, Electrolytic, (8 x 14) 8.2 $\mu$ F, 400 V, Electrolytic, (8 x 14), Alternate part	400AX8.2M8X16	Capxon Rubycon
3	1	C5	22 $\mu$ F, 16 V, Ceramic, X5R, 0805	C2012X5R1C226K	TDK
4	1	C6	1 $\mu$ F, 25 V, Ceramic, X5R, 0805	C2012X5R1E105K	TDK
5	1	C7	2.2 $\mu$ F, 25 V, Ceramic, X7R, 0805	C2012X7R1E225M	TDK
6	1	C8	100 pF, Ceramic, Y1	440LT10-R	Vishay
7	1	C9	1.5 nF, 200 V, 10%, Ceramic, X7R, 0805	08052C152KAT2A	AVX
8	1	C10	560 $\mu$ F, 6.3 V, Al Organic Polymer, Gen. Purpose, 20%	RS80J561MDN1JT	Nichicon
9	1	C15	100 pF 100 V 10 % X7R 0805	08051C101JAT2A	AVX
10	1	C16	1 $\mu$ F, 50 V, Ceramic, X5R, 0805	08055D105KAT2A	AVX
11	1	D1	600 V, 1 A, Rectifier, Glass Passivated, POWERDI123	DFLR1600-7	Diodes, Inc.
12	1	D2	200 V, 1 A, Rectifier, Glass Passivated, POWERDI123	DFLR1200-7	Diodes, Inc.
13	4	D3 D4 D5 D6	800 V, 1.5 A, Gen Purpose, SMA 800 V, 1.5 A, Gen Purpose, SMA, Alternate part	S2KA-13-F RS2MA-13-F	Diodes, Inc. Diodes, Inc.
14	1	F1	3.15 A, 250 V, Slow, RST	507-1181	Belfuse
15	1	J1	Test Point, BLK, Miniature THRU-HOLE MOUNT	5001	Keystone
16	1	J2	Test Point, WHT, Miniature THRU-HOLE MOUNT	5002	Keystone
17	1	J3	Connector USB Female Type A	USB-AF-DIP-094-H	GOLDCONN
18	1	L1	100 $\mu$ H, 0.490 A, 20%	RL-5480-2-100	Renco
19	1	L2	4.7 $\mu$ H, 600 mA SMD INDUCTOR, MULTILAYER	MLZ2012N4R7LT000	TDK
20	1	Q1	60 V, 15 A, N-Channel, PowerPAK SO-8	SI7478DP-T1-E3	Vishay
21	1	R1	200 k $\Omega$ , 5%, 1/8 W, Thick Film, 0805	ERJ-6GEYJ204V	Panasonic
22	1	R4	3 k $\Omega$ , 5%, 1/10 W, Thick Film, 0603	ERJ-3GEYJ302V	Panasonic
23	1	R5	47 $\Omega$ , 5%, 1/10 W, Thick Film, 0603	ERJ-3GEYJ470V	Panasonic
24	1	R7	20 $\Omega$ , 5%, 1/8 W, Thick Film, 0805	ERJ-6GEYJ200V	Panasonic
25	1	R8	100 k $\Omega$ , 1%, 1/16 W, Thick Film, 0603	ERJ-3EKF1003V	Panasonic
26	1	R9	34 k $\Omega$ , 1%, 1/16 W, Thick Film, 0603	ERJ-3EKF3402V	Panasonic
27	1	R10	330 k $\Omega$ , 5%, 1/10 W, Thick Film, 0603	ERJ-3GEYJ334V	Panasonic
28	1	R11	100 k $\Omega$ , 5%, 1/10 W, Thick Film, 0603	ERJ-3GEYJ104V	Panasonic
29	1	R14	30 $\Omega$ , 5%, 1/4 W, Thick Film, 1206	ERJ-8GEYJ300V	Panasonic
30	1	RT1	NTC Thermistor, 10 Ohms, 0.7 A	MF72-010D5	Cantherm
31	1	T1	Custom (see transformer section for material set)	SNX-R1776	Santronics
32	1	U1	InnoSwitch-CH IC eSOP-R16B	INN2023K	Power Integrations

## 7 트랜스포머 사양

### 7.1 전기적 구성도

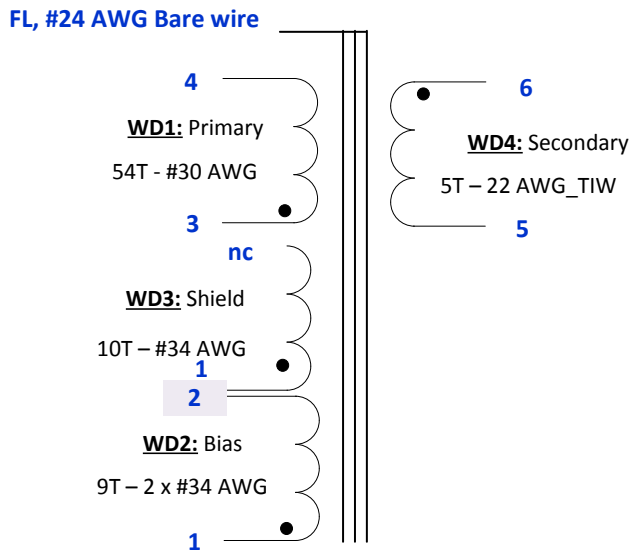


Figure 6 – Transformer Electrical Diagram.

### 7.2 전기적 사양

<b>Primary Inductance</b>	Pins 3-4, all other windings open, measured at 100 kHz, 0.4 V <sub>RMS</sub> .	546 μH ±5%
<b>Resonant Frequency</b>	Pins 3-4, all other windings open.	1500 kHz (min)
<b>Primary Leakage Inductance</b>	Pins 3-4, with pins 5-6 shorted, measured at 100 kHz, 0.4 V <sub>RMS</sub> .	25 μH (max)

### 7.3 재료

Item	Description
[1]	Core: EE1621; PC-40 or equivalent.
[2]	Bobbin: EE1621-Vertical – 8 pins (4/4) Shen Zhen Xin Yu Jia Technology Ltd.
[3]	Magnet Wire: #30 AWG, double coated.
[4]	Magnet Wire: #34 AWG, double coated.
[5]	Magnet Wire: #22 AWG, Triple Insulated Wire.
[6]	Tape: 3M 1298 Polyester Film, 2 mil thick, 5.5 mm wide.
[7]	Epoxy: Devcon, 5 Minute Epoxy, No. 14210; or equivalent.
[8]	Bus wire: #24 AWG, Belden Electronics Div; or equivalent.
[9]	Varnish: Dolph BC-359.

7.4 트랜스포머 제작 구성도

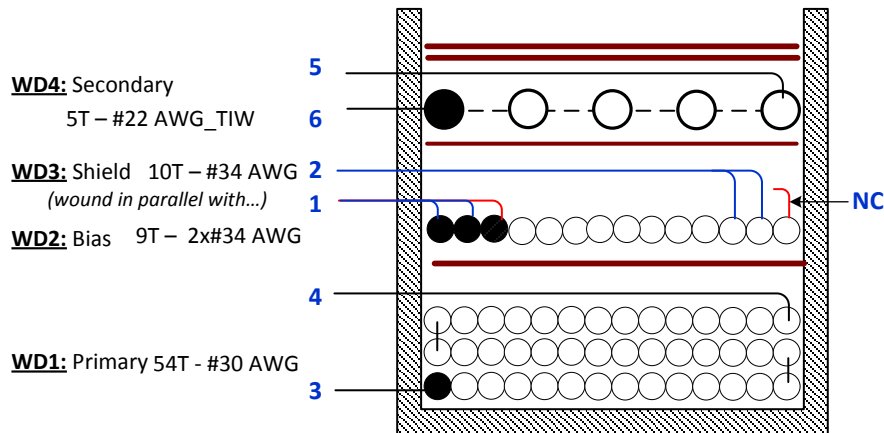
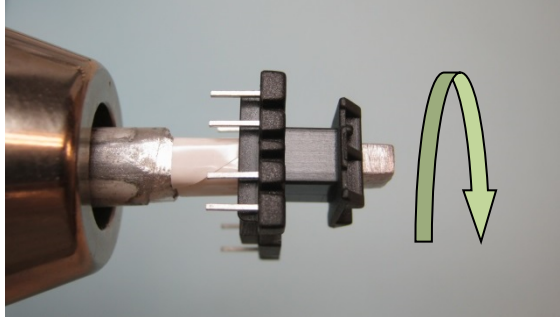
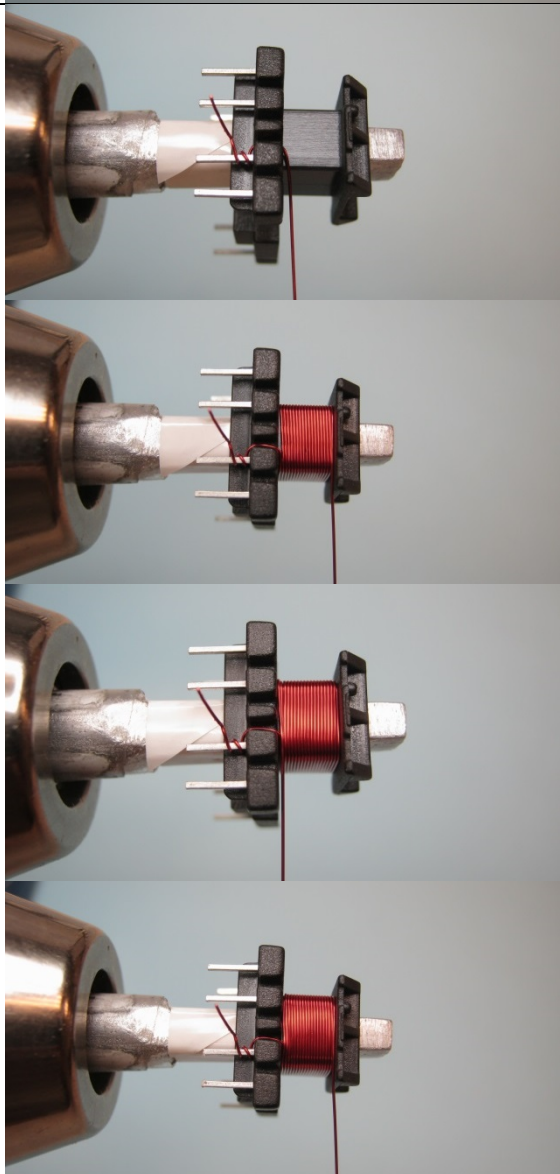


Figure 7 – Transformer Build Diagram.

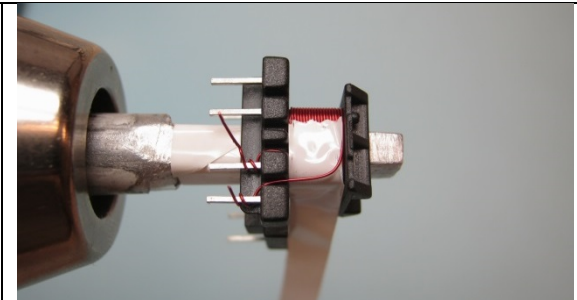
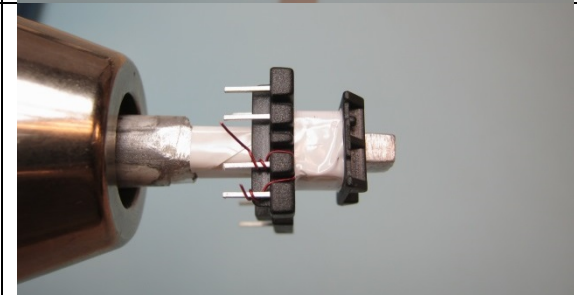
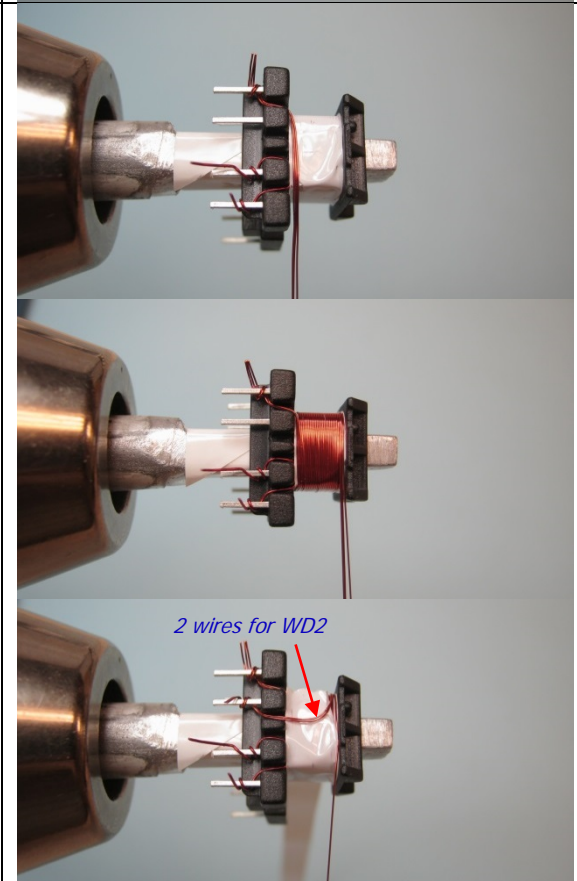
7.5 트랜스포머 지침

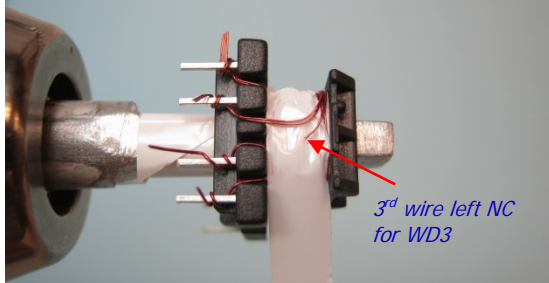
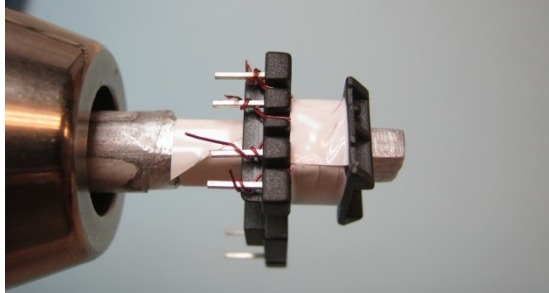
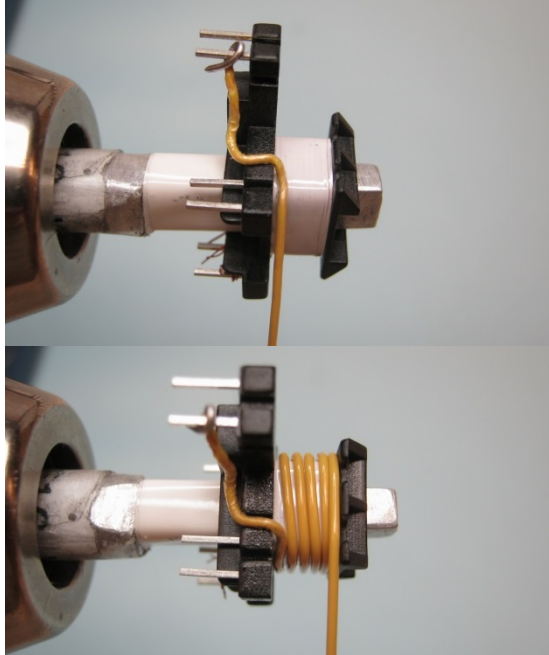
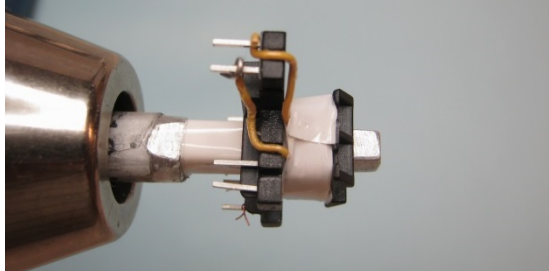
<b>Winding Preparation</b>	For the purpose of these instructions, bobbin is oriented on winder such that pin side is on the left side. Winding direction is clockwise direction.
<b>WD1 Primary</b>	Start at pin 3, wind 54 turns wire item [2] in 3 layers (18T/layer) with tight tension. At the last turn bring the wire back to the left and finish at pin 4.
<b>Insulation</b>	1 layer of tape [6] for insulation.
<b>WD2 &amp; WD3 Bias &amp; Shield</b>	Use 3 wires item [4], start at pin 1, and wind 9 turns from left to right. At the last turn, bring 2 wires to the left to terminate at pin 2 for WD2. Then continue winding on the 3 <sup>rd</sup> wire 1 more turn and left no-connect for WD3.
<b>Insulation</b>	1 layer of tape [6] for insulation.
<b>WD4 Secondary</b>	Start at pin 6, wind 5 turns wire item [5], spread wire evenly. At the last turn bring the wire back to the left and finish at pin 5.
<b>Insulation</b>	2 Layer of tape [6] to secure the windings.
<b>Finish</b>	Gap core halves for 546 μH inductance. Place epoxy item [7] onto both center legs of core halves, (see illustration below). Wrap core halves and bus wire item [8] with tape, (see illustration below). Varnish with item [9].

7.6 트랜스포머 그림

<p><b>Winding Preparation</b></p>		<p>For the purpose of these instructions, bobbin is oriented on winder such that pin side is on the left side. Winding direction is clockwise direction.</p>
<p><b>WD1 Primary</b></p>		<p>Start at pin 3, wind 54 turns wire item [2] in 3 layers (18T/layer) with tight tension. At the last turn bring the wire back to the left and finish at pin 4.</p>

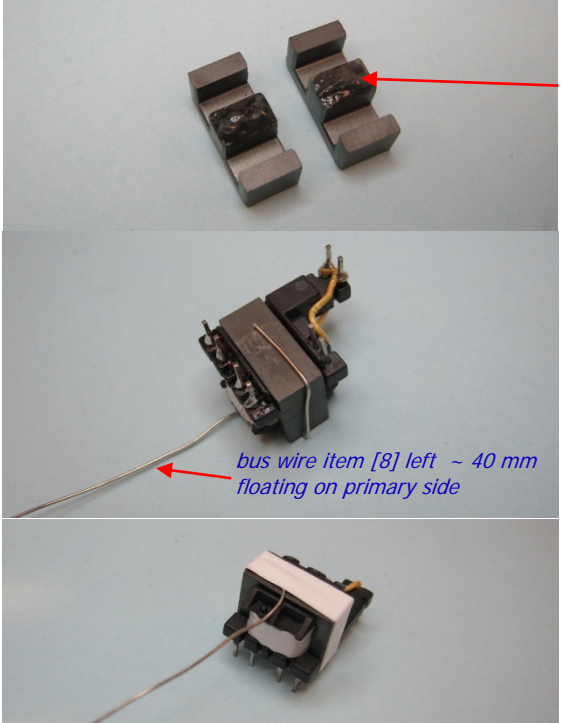


		
<p><b>Insulation</b></p>		<p>1 layer of tape [6] for insulation.</p>
<p><b>WD2 &amp; WD3 Bias &amp; Shield</b></p>		<p>Use 3 wires item [4], start at pin 1, and wind 9 turns from left to right. At the last turn, bring 2 wires to the left to terminate at pin 2 for WD2. Then continue winding on the 3<sup>rd</sup> wire 1 more turn and left no-connect for WD3.</p>

	 <p><i>3<sup>rd</sup> wire left NC for WD3</i></p>	
<p><b>Insulation</b></p>		<p>1 layer of tape [6] for insulation.</p>
<p><b>WD4 Secondary</b></p>		<p>Start at pin 6, wind 5 turns wire item [5], spread wire evenly. At the last turn bring the wire back to the left and finish at pin 5.</p>
<p><b>Insulation</b></p>		<p>2 layer of tape [6] to secure the windings.</p>





<p><b>Finish</b></p>		<p>Gap core halves for 546 <math>\mu</math>H inductance. <u>Place epoxy item [7] onto both center legs of core halves</u>, (see illustration beside).</p> <p>Wrap core halves and bus wire item [8] with tape, (see illustration below). Varnish with item [9].</p>
----------------------	--	---

## 8 트랜스포머 디자인 스프레드시트

ACDC_InnoSwitch-CH_101614; Rev.2.0; Copyright Power Integrations 2014	INPUT	INFO	OUTPUT	UNIT	ACDC_InnoSwitch_101614_Rev2-0; InnoSwitch-CH Continuous/Discontinuous Flyback Transformer Design Spreadsheet
<b>ENTER APPLICATION VARIABLES</b>					
VACMIN			85	V	Minimum AC Input Voltage
VACMAX			265	V	Maximum AC Input Voltage
fL			50	Hz	AC Mains Frequency
VO	5.00		5.00	V	Output Voltage (continuous power at the end of the cable)
IO	2.00		2.00	A	Power Supply Output Current (corresponding to peak power)
Power			10.6	W	Continuous Output Power, including cable drop compensation
n	0.82		0.82		Efficiency Estimate at output terminals. Use 0.8 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	mSeconds	Bridge Rectifier Conduction Time Estimate
CIN	16.40	Info	16.40	uFarad	!!! Input capacitor is too small. Recommended to increase CIN above 19.05 uF to ensure VMIN>70 V
<b>ENTER InnoSwitch VARIABLES</b>					
InnoSwitch-CH	INN20x3		INN20x3		User defined InnoSwitch
Cable drop compensation	6%		6%		Select Cable Drop Compensation option
Complete Part Number			INN2023K		Final part number including package
Chose Configuration	INC		Increased Current Limit		Enter "RED" for reduced current limit (sealed adapters), "STD" for standard current limit or "INC" for increased current limit (peak or higher power applications)
ILIMITMIN			0.682	A	Minimum Current Limit
ILIMITTYP			0.75	A	Typical Current Limit
ILIMITMAX			0.818	A	Maximum Current Limit
fSmin			93000	Hz	Minimum Device Switching Frequency
I <sup>2</sup> fmin			47.25	A <sup>2</sup> kHz	Worst case I <sup>2</sup> F parameter across the temperature range
VOR	58		58	V	Reflected Output Voltage (VOR <= 100 V Recommended)
VDS			5.00	V	InnoSwitch on-state Drain to Source Voltage
KP			0.80		Ripple to Peak Current Ratio at Vmin, assuming ILIMITMIN, and I <sup>2</sup> FMIN (KP < 6)
KP_TRANSIENT			0.46		Worst case transient Ripple to Peak Current Ratio. Ensure KP_TRANSIENT > 0.25
<b>ENTER BIAS WINDING VARIABLES</b>					
VB			10.00	V	Bias Winding Voltage
VDB			0.70	V	Bias Winding Diode Forward Voltage Drop
NB			9.32	V	Bias Winding Number of Turns
PIVB			102.59	V	Bias winding peak reverse voltage at VACmax and assuming VB*1.2
<b>ENTER TRANSFORMER CORE/CONSTRUCTION VARIABLES</b>					
Core Type	Custom		Custom		Enter Transformer Core
Core	EE1621		EE1621		Enter core part number, if necessary
Bobbin			0		Enter bobbin part number, if necessary
AE	0.325		0.325	cm <sup>2</sup>	Core Effective Cross Sectional Area
LE	3.93		3.93	cm	Core Effective Path Length
AL	2800		2800	nH/T <sup>2</sup>	Ungapped Core Effective Inductance
BW	5.40		5.40	mm	Bobbin Physical Winding Width



M			0.00	mm	Safety Margin Width (Half the Primary to Secondary Creepage Distance)
L	3		3		Number of Primary Layers
NS	5		5		Number of Secondary Turns
<b>DC INPUT VOLTAGE PARAMETERS</b>					
VMIN	62	Warning	62	V	!!! Minimum DC Input Voltage < 70 Volts. Increase VACMIN or increase CIN
VMAX			375	V	Maximum DC Input Voltage
<b>CURRENT WAVEFORM SHAPE PARAMETERS</b>					
DMAX			0.50		Duty Ratio at full load, minimum primary inductance and minimum input voltage
I AVG			0.21	A	Average Primary Current
IP			0.682	A	Peak Primary Current assuming I LIMITMIN
IR			0.546	A	Primary Ripple Current assuming I LIMITMIN, and LPMIN
IRMS			0.31	A	Primary RMS Current, assuming I LIMITMIN, and LPMIN
<b>TRANSFORMER PRIMARY DESIGN PARAMETERS</b>					
LP			546	uHenry	Typical Primary Inductance. +/- 5% to ensure a minimum primary inductance of 518 uH
LP_TOLERANCE	5.0		5.0	%	Primary inductance tolerance
NP			54		Primary Winding Number of Turns
ALG			187	nH/T^2	Gapped Core Effective Inductance
BM			2868	Gauss	Maximum Operating Flux Density, BM<3000 is recommended
BAC			1147	Gauss	AC Flux Density for Core Loss Curves (0.5 X Peak to Peak)
ur			2694		Relative Permeability of Ungapped Core
LG			0.20	mm	Gap Length (Lg > 0.1 mm)
BWE			16.2	mm	Effective Bobbin Width
OD			0.30	mm	Maximum Primary Wire Diameter including insulation
INS			0.05	mm	Estimated Total Insulation Thickness (= 2 * film thickness)
DIA			0.25	mm	Bare conductor diameter
AWG			31	AWG	Primary Wire Gauge (Rounded to next smaller standard AWG value)
CM			81	Cmils	Bare conductor effective area in circular mils
CMA			259	Cmils/Amp	Primary Winding Current Capacity (200 < CMA < 500)
<b>TRANSFORMER SECONDARY DESIGN PARAMETERS</b>					
<b>Lumped parameters</b>					
ISP			7.37	A	Peak Secondary Current, assuming I LIMITMIN
ISRMS			3.33	A	Secondary RMS Current
IRIPPLE			2.67	A	Output Capacitor RMS Ripple Current
CMS			667	Cmils	Secondary Bare Conductor minimum circular mils
AWGS			21	AWG	Secondary Wire Gauge (Rounded up to next larger standard AWG value)
<b>VOLTAGE STRESS PARAMETERS</b>					
VDRAIN			517	V	Maximum Drain Voltage Estimate
PIVS			54	V	Output Rectifier Maximum Peak Inverse Voltage, assuming the primary has a Voltage spike 40% above VMAX and VO*1.05
<b>TRANSFORMER SECONDARY DESIGN PARAMETERS</b>					
<b>1st output</b>					
VO1			5.30	V	Main Output Voltage directly after output rectifier
IO1			2.00	A	Output DC Current
PO1			10.60	W	Output Power
VD1			0.06	V	Output Synchronous Rectification FET Forward Voltage Drop

NS1			5.00	Turns	Output Winding Number of Turns
ISRMS1			3.33	A	Output Winding RMS Current
IRIPPLE1			2.67	A	Output Capacitor RMS Ripple Current
PIVS1			54	V	Output Rectifier Maximum Peak Inverse Voltage, assuming the primary has a Voltage spike 40% above VMAX and VO*1.05
Recommended MOSFET			QM6006		Recommended SR FET for this output
RDSON_HOT			0.027	Ohm	RDSon at 100C
VRATED			60	V	Rated voltage of selected SR FET
CMS1			667	Cmils	Output Winding Bare Conductor minimum circular mils
AWGS1			21	AWG	Wire Gauge (Rounded up to next larger standard AWG value)
DIAS1			0.73	mm	Minimum Bare Conductor Diameter
ODS1			1.08	mm	Maximum Outside Diameter for Triple Insulated Wire



## 9 성능 데이터

All measurements performed with external room ambient temperature and 60 Hz input for 115 VAC range and 50 Hz for 230 VAC input range.

### 9.1 활성 모드 효율(USB 소켓)과 라인 비교

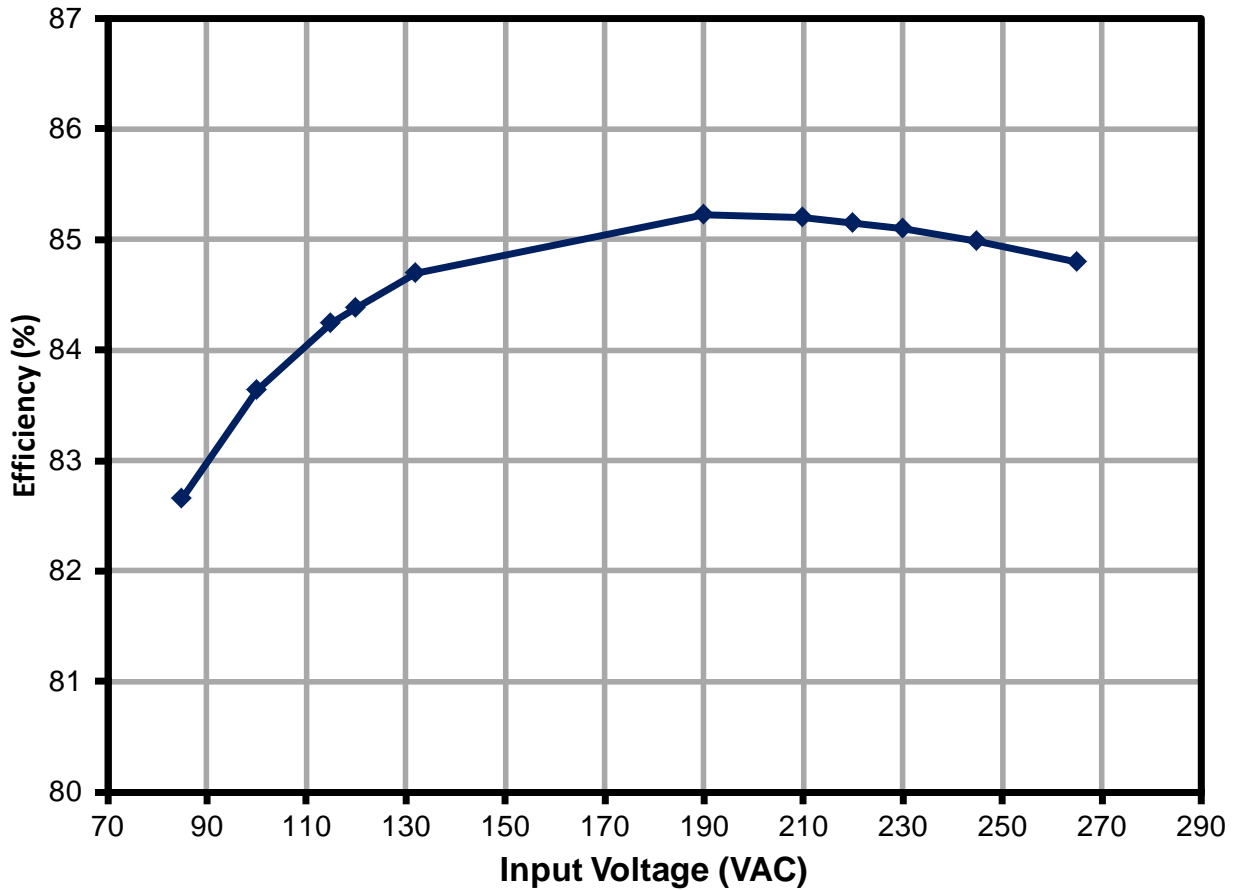


Figure 8 – Efficiency vs Line Voltage, Room Temperature

## 9.2 활성 모드 효율(USB 소켓)과 부하 비교

### 9.2.1 Q1, SR FET 와 병렬 상태에서 쇼트키 다이오드가 없을 때의 효율

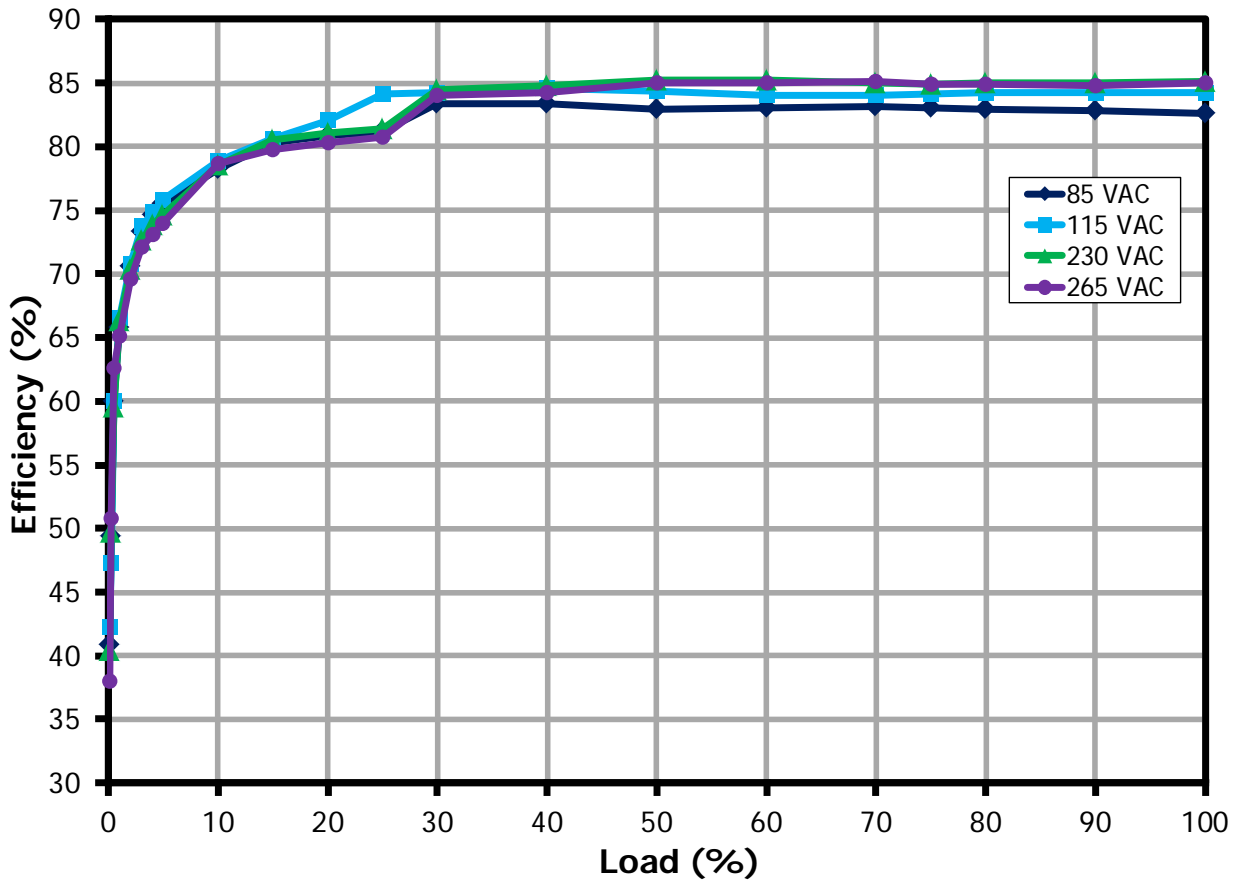


Figure 9 – Efficiency vs Load, Room Ambient

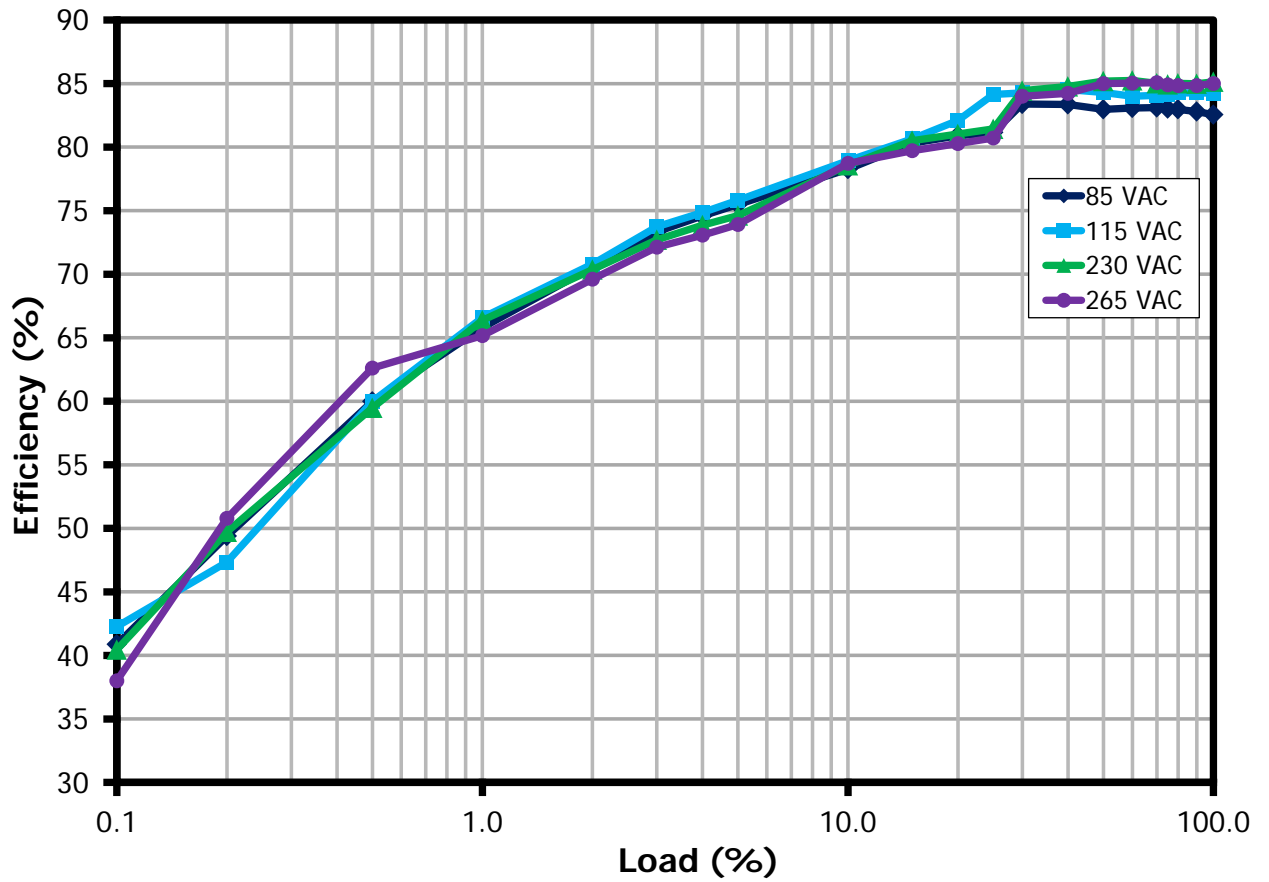


Figure 10 - Efficiency vs Load (log scale to demonstrate light load performance)



9.2.2 Q1, SR FET 와 병렬 상태에서 쇼트키 다이오드 SS16 이 있을 때의 효율

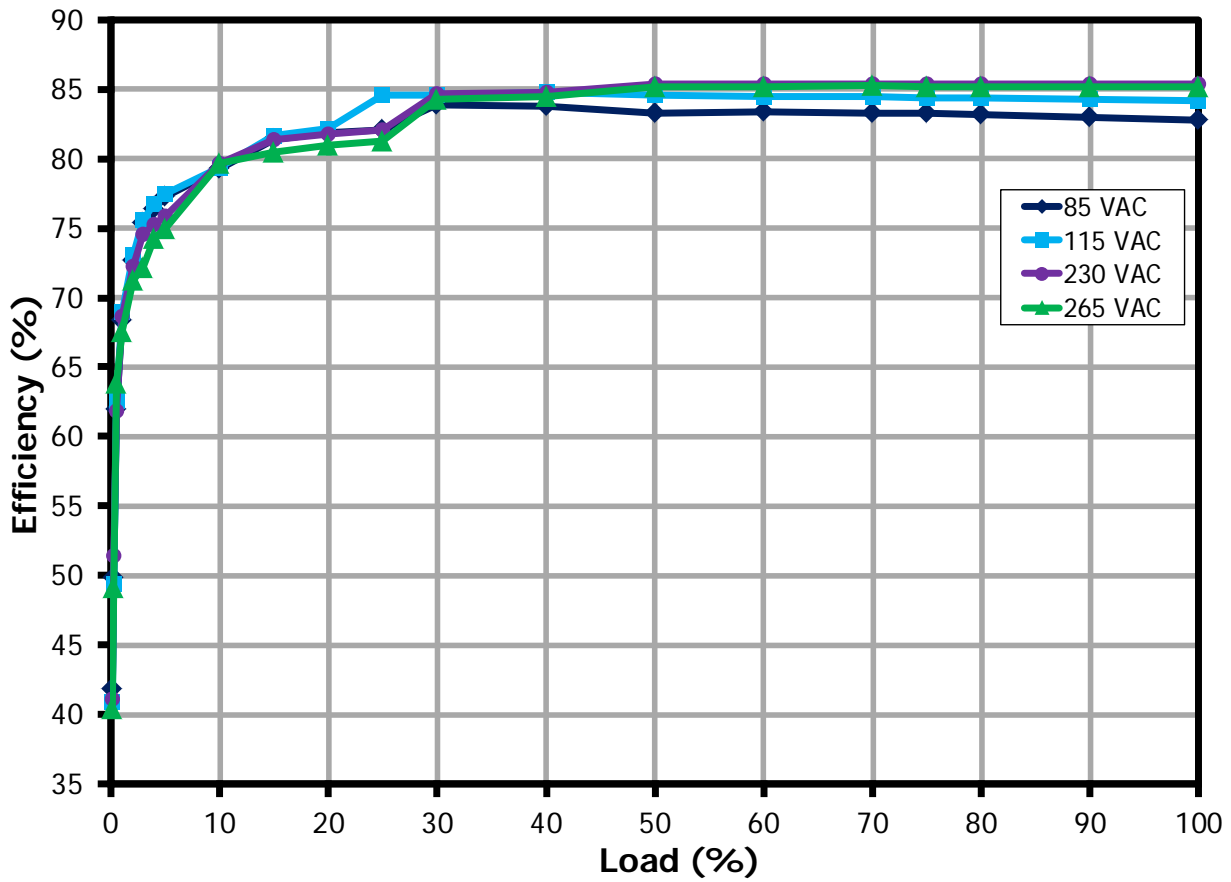


Figure 11 – Efficiency vs Load, Room Temperature, 60 Hz.



9.3 무부하 시의 입력 전력

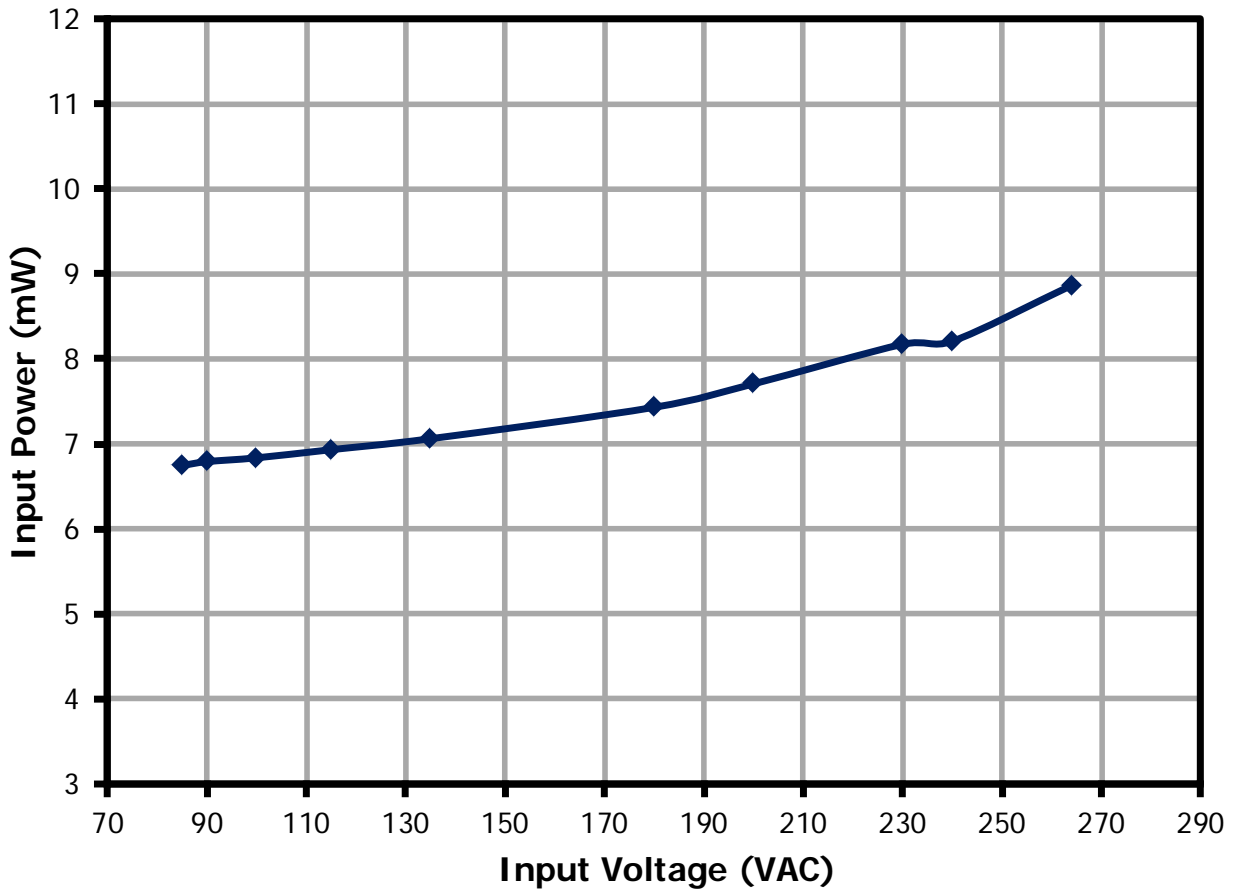


Figure 12 – No Load Input Power vs. Input Line Voltage, Room Temperature.



## 9.4 평균 효율(USB 소켓)

### 9.4.1 효율 기준

Test	Average	Average	Average	Average	10% Load	10% Load
Model	<6 V Voltage	<6 V Voltage	<6 V Voltage	<6 V Voltage	<6 V Voltage	<6 V Voltage
Effective	Now	2016	Now	2016	Now	2016
Power [W]	Energy Star 2	New IESA2007	CoC v5 Tier 1	CoC v5 Tier 2	CoC v5 Tier 1	CoC v5 Tier 2
10%	74.2%	78.7%	76.0%	79.0%	66.6%	69.7%

### 9.4.2 115VAC 입력 시의 평균 효율

#### 9.4.2.1 Q1, SR FET 와 병렬 상태에서 쇼트키 다이오드 없음

Load (%)	V <sub>IN</sub> (V <sub>RMS</sub> )	I <sub>IN</sub> (A <sub>RMS</sub> )	P <sub>IN</sub> (W)	PF	%ATHD	V <sub>OUT</sub> (V <sub>DC</sub> )	I <sub>OUT</sub> (A <sub>DC</sub> )	P <sub>OUT</sub> (W)	Efficiency (%)	Average Efficiency (%)
100	114.98	0.19	12.473	0.566	131	5.2575	1.999	10.509	84.26	
75	114.98	0.15	9.255	0.542	144.4	5.1950	1.499	7.789	84.16	
50	114.99	0.10	6.078	0.505	163.5	5.1300	0.999	5.124	84.30	
25	114.99	0.06	3.001	0.449	194.8	5.0550	0.500	2.525	84.14	84.21
10	114.99	0.03	1.266	0.392	231.7	5.0100	0.199	0.999	78.94	

#### 9.4.2.2 Q1, SR FET 와 병렬 상태에서 쇼트키 다이오드 SS16

Load (%)	V <sub>IN</sub> (V <sub>RMS</sub> )	I <sub>IN</sub> (A <sub>RMS</sub> )	P <sub>IN</sub> (W)	PF	%ATHD	V <sub>OUT</sub> (V <sub>DC</sub> )	I <sub>OUT</sub> (A <sub>DC</sub> )	P <sub>OUT</sub> (W)	Efficiency (%)	Average Efficiency (%)
100	114.98	0.19	12.492	0.572	129.4	5.2588	1.999	10.511	84.15	
75	114.99	0.15	9.230	0.544	143.5	5.1963	1.499	7.791	84.41	
50	114.99	0.10	6.060	0.508	162.6	5.1325	0.999	5.125	84.58	
25	114.99	0.06	2.987	0.452	193.4	5.0563	0.500	2.526	84.55	84.42
10	114.99	0.03	1.259	0.392	231.1	5.0113	0.199	0.999	79.36	

## 9.4.3 230VAC 입력 시의 평균 효율

## 9.4.3.1 Q1, SR FET 와 병렬 상태에서 쇼트키 다이오드 없음

Load (%)	V <sub>IN</sub> (V <sub>RMS</sub> )	I <sub>IN</sub> (A <sub>RMS</sub> )	P <sub>IN</sub> (W)	PF	%ATHD	V <sub>OUT</sub> (V <sub>DC</sub> )	I <sub>OUT</sub> (A <sub>DC</sub> )	P <sub>OUT</sub> (W)	Efficiency (%)	Average Efficiency (%)
100	230.04	0.12	12.364	0.450	195.1	5.2663	1.999	10.527	85.14	
75	230.04	0.09	9.179	0.426	209.4	5.2000	1.499	7.797	84.94	
50	230.04	0.07	6.021	0.397	228.4	5.1363	0.999	5.130	85.20	
25	230.04	0.04	3.097	0.358	258.7	5.0488	0.500	2.522	81.43	<b>84.18</b>
<b>10</b>	230.04	0.02	1.273	0.312	300.9	5.0150	0.199	1.000	<b>78.56</b>	

## 9.4.3.2 Q1, SR FET 와 병렬 상태에서 쇼트키 다이오드 SS16

Load (%)	V <sub>IN</sub> (V <sub>RMS</sub> )	I <sub>IN</sub> (A <sub>RMS</sub> )	P <sub>IN</sub> (W)	PF	%ATHD	V <sub>OUT</sub> (V <sub>DC</sub> )	I <sub>OUT</sub> (A <sub>DC</sub> )	P <sub>OUT</sub> (W)	Efficiency (%)	Average Efficiency (%)
100	230.04	0.12	12.329	0.449	195.6	5.2663	1.999	10.527	85.38	
75	230.04	0.09	9.133	0.425	210	5.2000	1.499	7.796	85.36	
50	230.04	0.07	6.007	0.397	229.2	5.1363	0.999	5.129	85.39	
25	230.04	0.04	3.073	0.357	259.5	5.0488	0.500	2.522	82.06	<b>84.55</b>
<b>10</b>	230.04	0.02	1.255	0.312	301.7	5.0150	0.199	1.000	<b>79.68</b>	

9.5 케이블 끝에서 측정된 CV/CC 레귤레이션

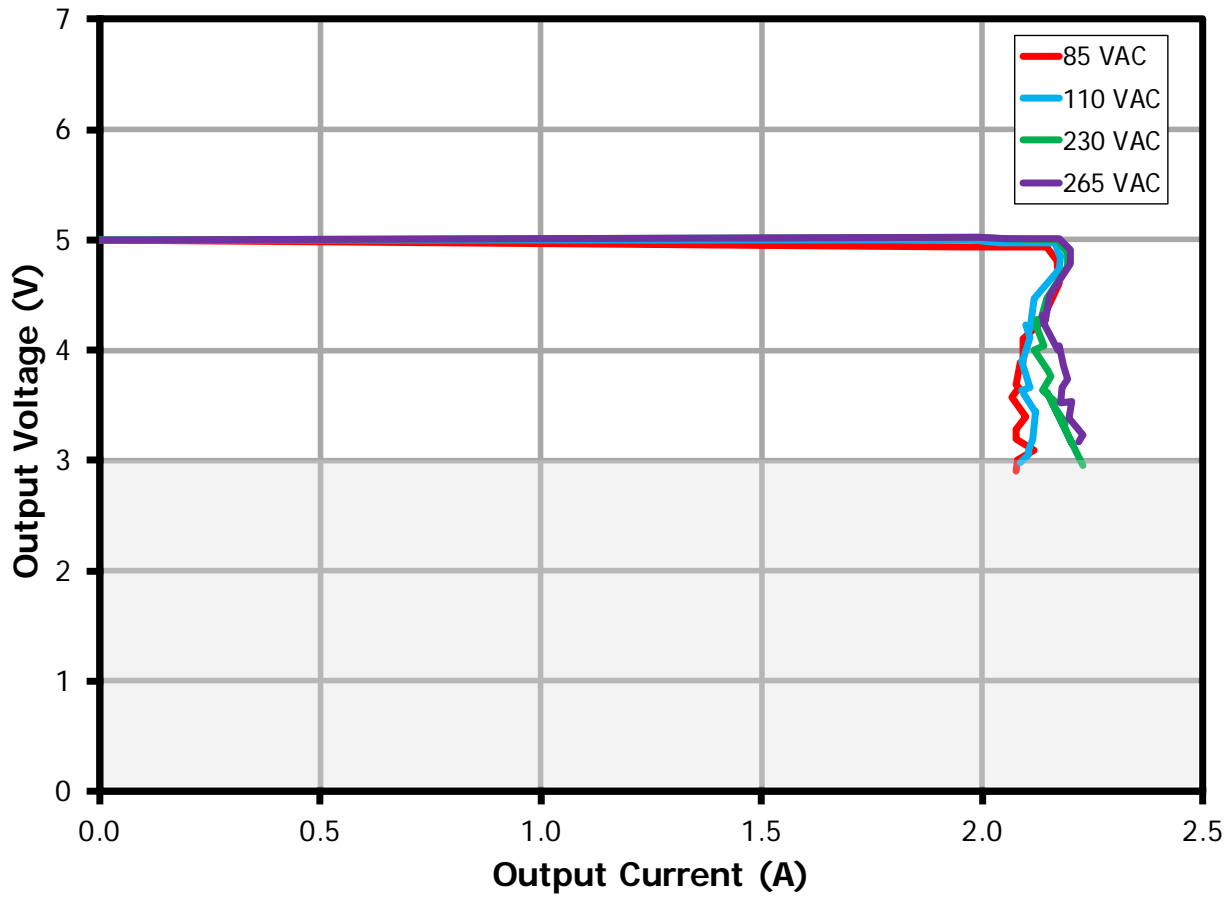
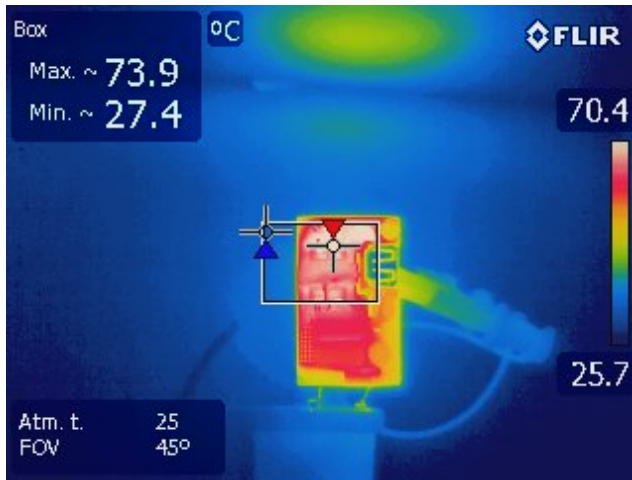
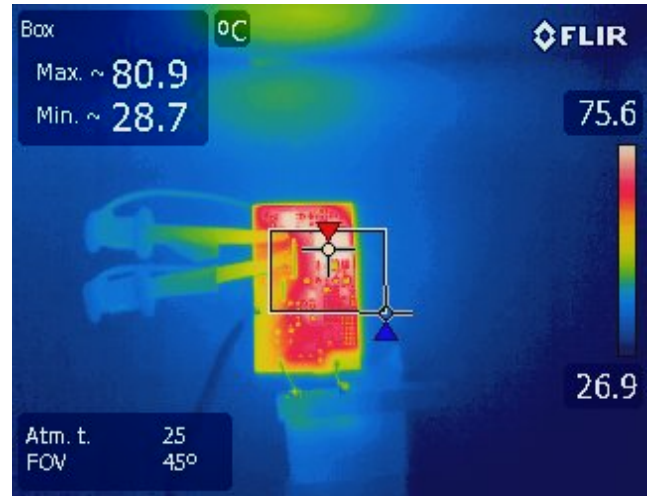


Figure 13 – Output Voltage vs, Output current, Room Temperature.

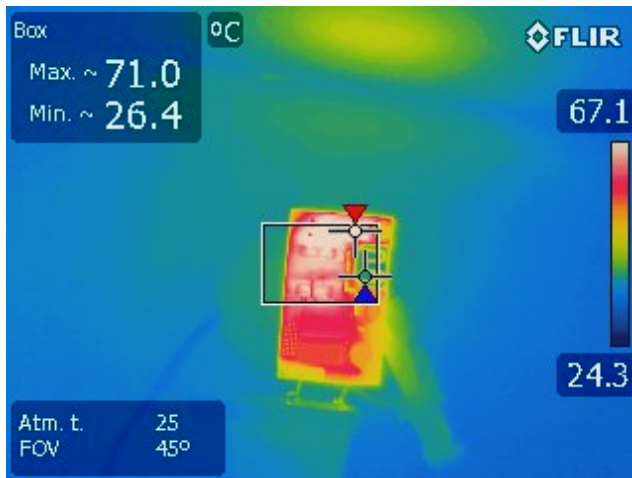
**10** 오픈 케이스 써멀 성능  
Room ambient.



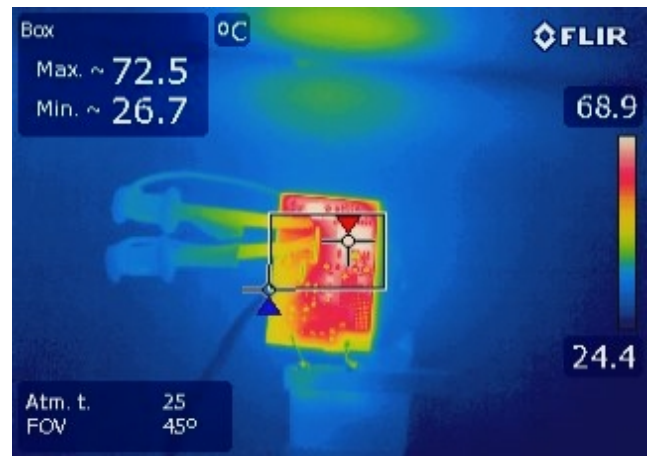
**Figure 14** – Transformer Side.  
85 VAC, 2 A Load.  
Ambient = 26.3 °C.



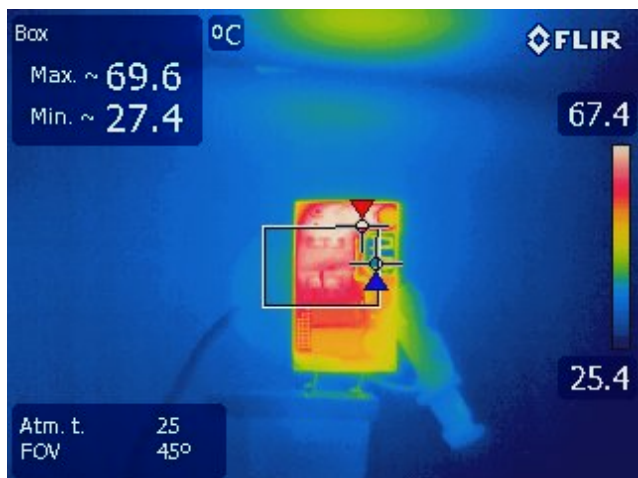
**Figure 15** – InnoSwitch-CH Side.  
85 VAC, 2 A Load.  
Ambient = 27 °C.



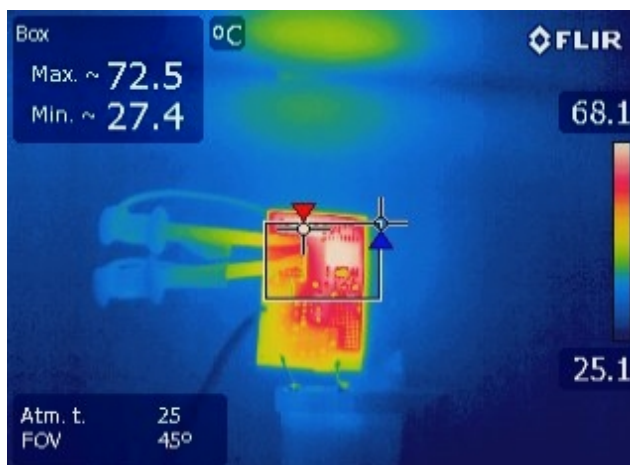
**Figure 16** – Transformer Side.  
110 VAC, 2 A Load.  
Ambient = 26.2 °C.



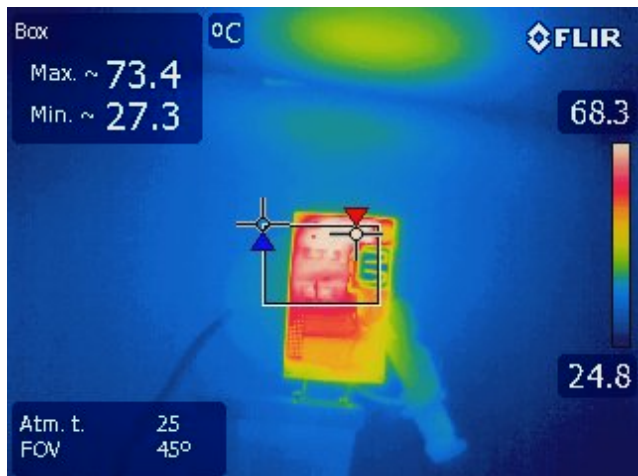
**Figure 17** – InnoSwitch-CH Side.  
110 VAC, 2 A Load.  
Ambient = 25 °C.



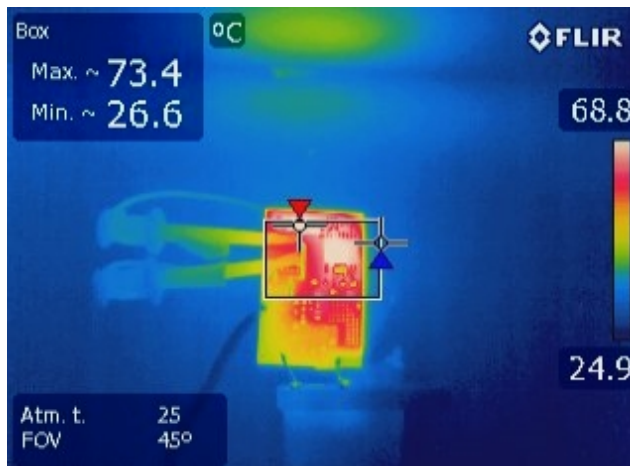
**Figure 18** – Transformer Side.  
230 VAC, 2 A Load.  
Ambient = 26.5 °C.



**Figure 19** – InnoSwitch-CH Side.  
230 VAC, 2 A Load.  
Ambient = 25.4 °C.



**Figure 20** – Transformer Side.  
265 VAC, 2 A Load.  
Ambient = 26.5 °C.

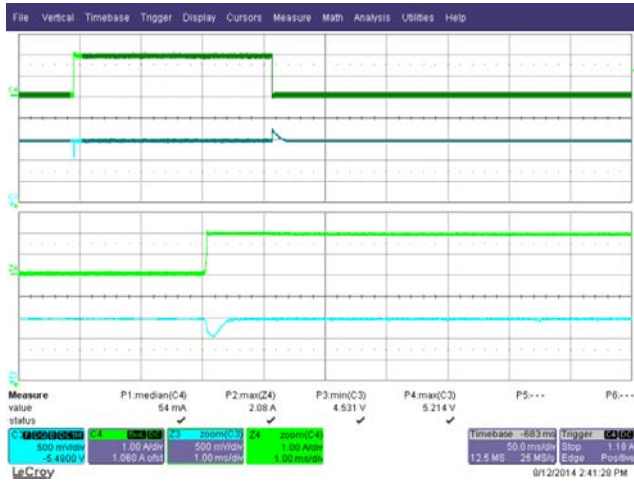


**Figure 21** – InnoSwitch-CH Side.  
265 VAC, 2 A Load.  
Ambient = 25.3 °C.

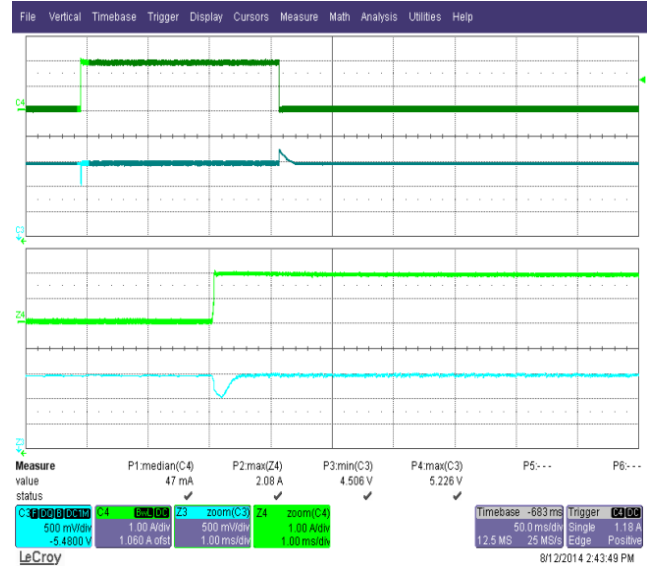
## 11 파형

### 11.1 부하 과도 응답(케이블 끝)

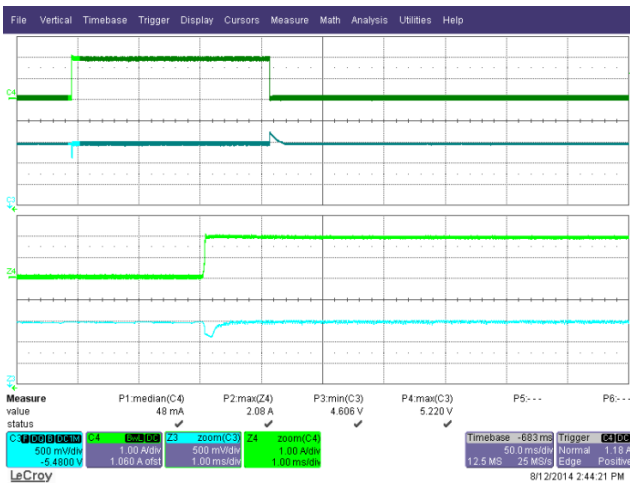
Results were measured with 47  $\mu$ F at end of cable which is the typical specified measurement condition for mobile phone chargers.



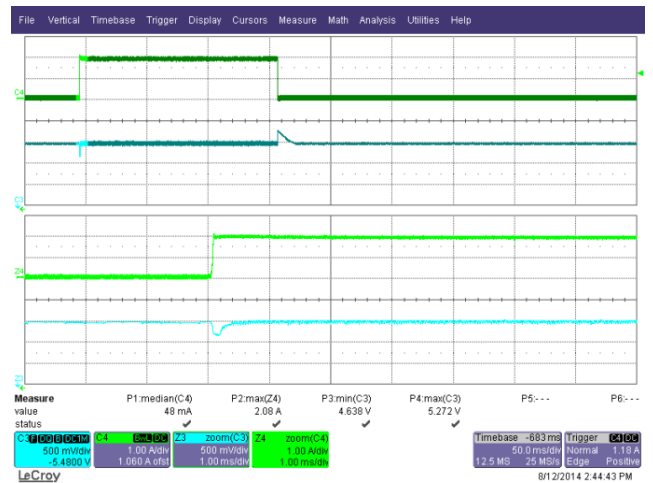
**Figure 22** – Transient Response (4.5 V<sub>MIN</sub>).  
85 VAC, 0-2 A Load Step.  
Upper: I<sub>LOAD</sub>, 1 A / div.  
Lower: V<sub>OUT</sub>, 500 mV, 50 ms / div.



**Figure 23** – Transient Response (4.5 V<sub>MIN</sub>).  
110 VAC, 0-2 A Load Step.  
Upper: I<sub>LOAD</sub>, 1 A / div.  
Lower: V<sub>OUT</sub>, 500 mV, 50 ms / div.



**Figure 24** – Transient Response (4.6 V<sub>MIN</sub>).  
230 VAC, 0-2 A Load Step.  
Upper: I<sub>LOAD</sub>, 1 A / div.  
Lower: V<sub>OUT</sub>, 500 mV, 50 ms / div.



**Figure 25** – Transient Response (4.6 V<sub>MIN</sub>).  
265 VAC, 0-2 A Load Step.  
Upper: I<sub>LOAD</sub>, 1 A / div.  
Lower: V<sub>OUT</sub>, 500 mV, 50 ms / div.

11.2 부하 과도 응답(USB 소켓)

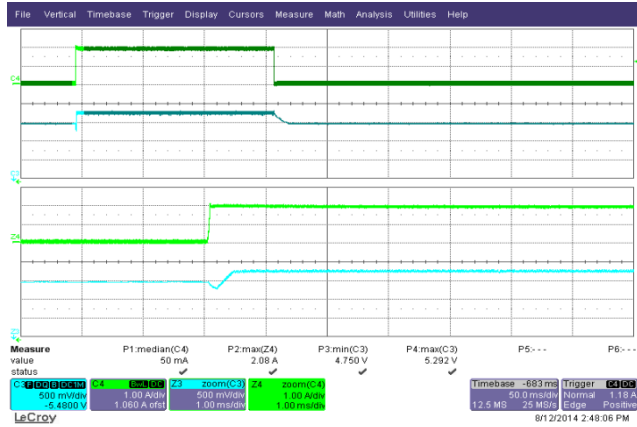


Figure 26 – Transient Response (4.75 V<sub>MIN</sub>).  
85 VAC, 0-2 A Load Step.  
Upper: I<sub>LOAD</sub>, 1 A / div.  
Lower: V<sub>OUT</sub>, 500 mV, 50 ms / div.

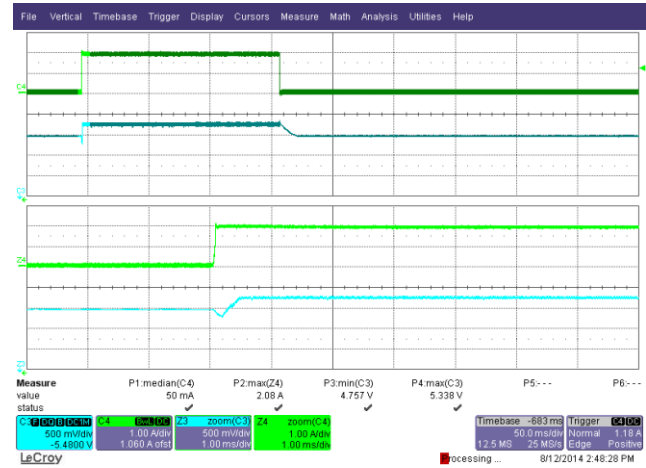


Figure 27 – Transient Response (4.75 V<sub>MIN</sub>).  
110 VAC, 0-2 A Load Step.  
Upper: I<sub>LOAD</sub>, 1 A / div.  
Lower: V<sub>OUT</sub>, 500 mV, 50 ms / div.

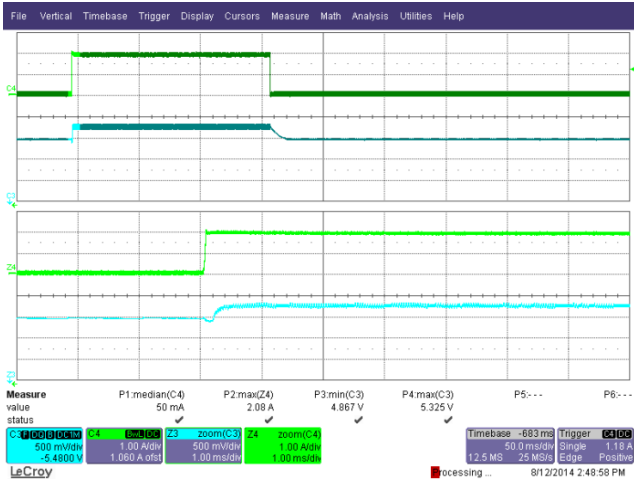


Figure 28 – Transient Response (4.85 V<sub>MIN</sub>).  
230 VAC, 0-2 A Load Step.  
Upper: I<sub>LOAD</sub>, 1 A / div.  
Lower: V<sub>OUT</sub>, 500 mV, 50 ms / div.

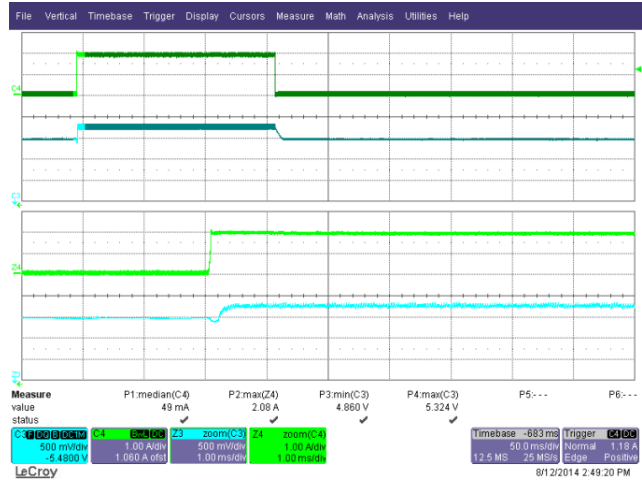


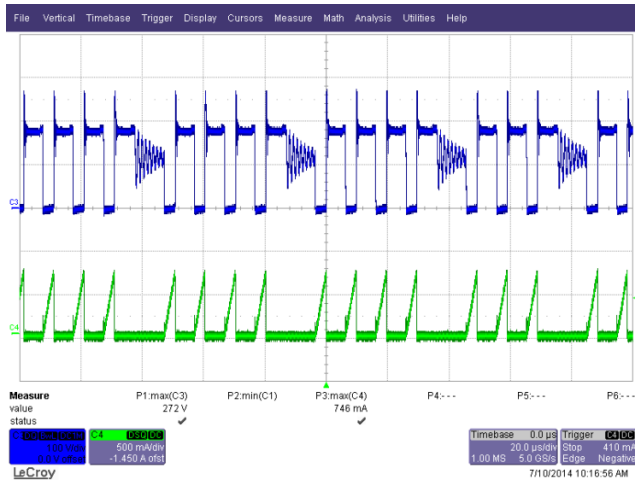
Figure 29 – Transient Response (4.86 V<sub>MIN</sub>).  
265 VAC, 0-2 A Load Step.  
Upper: I<sub>LOAD</sub>, 1 A / div.  
Lower: V<sub>OUT</sub>, 500 mV, 50 ms / div.



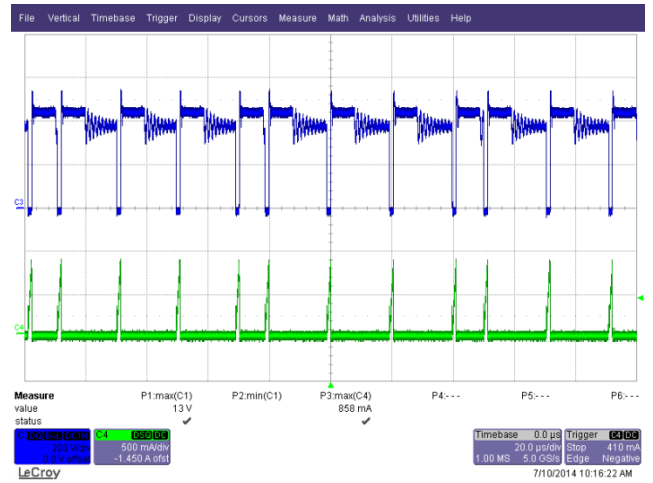


### 11.3 스위칭 파형

#### 11.3.1 InnoSwitch-CH 파형

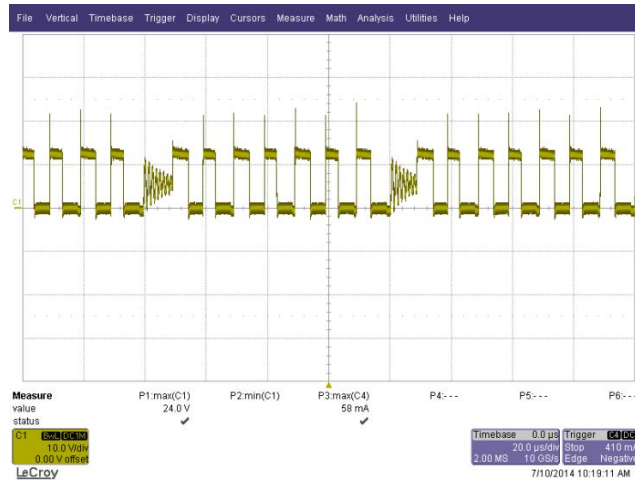


**Figure 30** – Drain Voltage and Current Waveforms.  
 85 VAC, 2 A load,  
 Lower:  $I_{DRAIN}$ , 500 mA / div.  
 Upper:  $V_{DRAIN}$ , 100 V, 20  $\mu$ s / div.

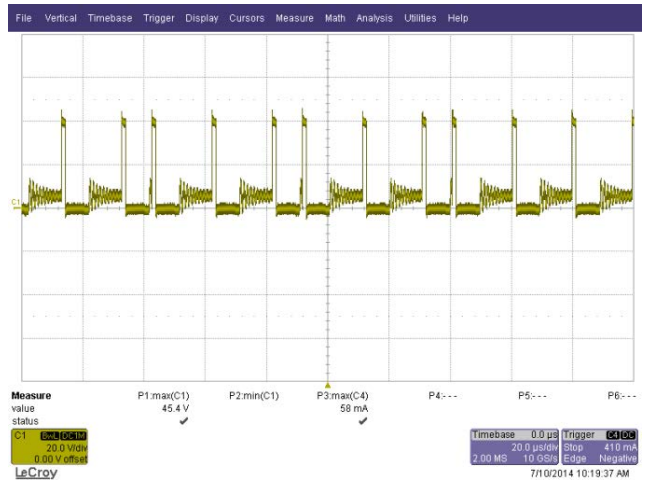


**Figure 31** – Drain Voltage and Current Waveforms.  
 265 VAC, 2 A Load, 545  $V_{MAX}$ .  
 Lower:  $I_{DRAIN}$ , 500 mA / div.  
 Upper:  $V_{DRAIN}$ , 200 V, 20  $\mu$ s / div.

#### 11.3.2 SR FET 파형



**Figure 32** – SR FET Voltage Waveforms.  
 85 VAC Input, 2 A Load.  
 $V_{DRAIN}$ , 10 V, 20  $\mu$ s / div.



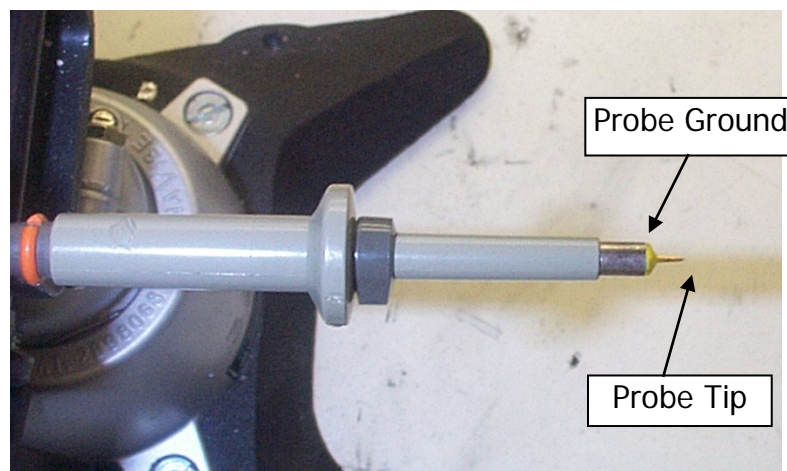
**Figure 33** – SR FET Voltage Waveforms.  
 265 VAC Input, 2 A Load.  
 $V_{DRAIN}$ , 20 V, 20  $\mu$ s / div. (45.4  $V_{MAX}$ ).

## 11.4 출력 리플 측정

### 11.4.1 리플 측정 기술

For DC output ripple measurements, a modified oscilloscope test probe must be utilized in order to reduce spurious signals due to pick-up. Details of the probe modification are provided in the Figures below.

The 4987BA probe adapter is affixed with two capacitors tied in parallel across the probe tip. The capacitors include one (1) 0.1  $\mu\text{F}/50\text{ V}$  ceramic type and one (1) 47  $\mu\text{F}/50\text{ V}$  aluminum electrolytic. The aluminum electrolytic type capacitor is polarized, so proper polarity across DC outputs must be maintained (see below).



**Figure 34** – Oscilloscope Probe Prepared for Ripple Measurement. (End Cap and Ground Lead Removed)



**Figure 35** – Oscilloscope Probe with Probe Master ([www.probemaster.com](http://www.probemaster.com)) 4987A BNC Adapter. (Modified with wires for ripple measurement, and two parallel decoupling capacitors added)

11.4.2 측정 결과

Measured at the end of cable.

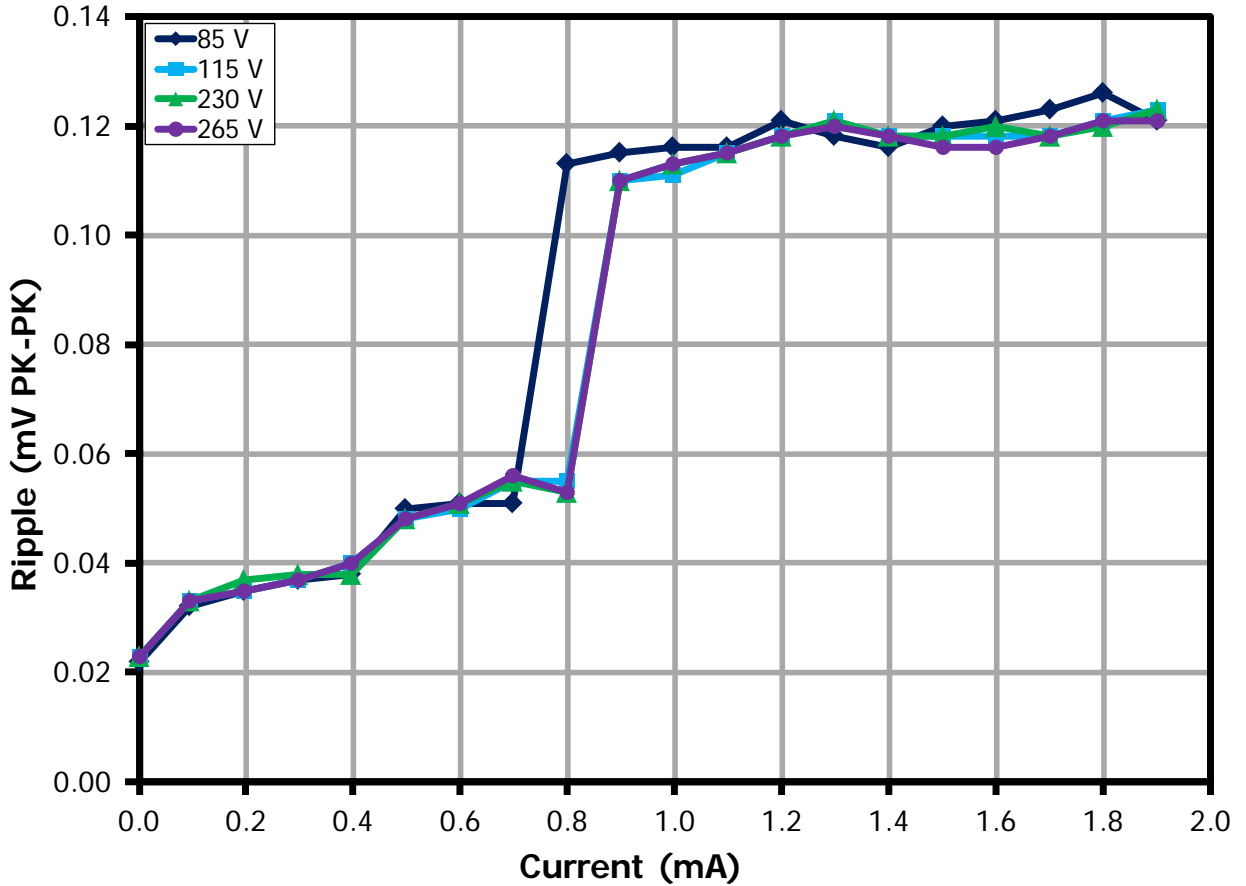


Figure 36 – Output Ripple Voltage.

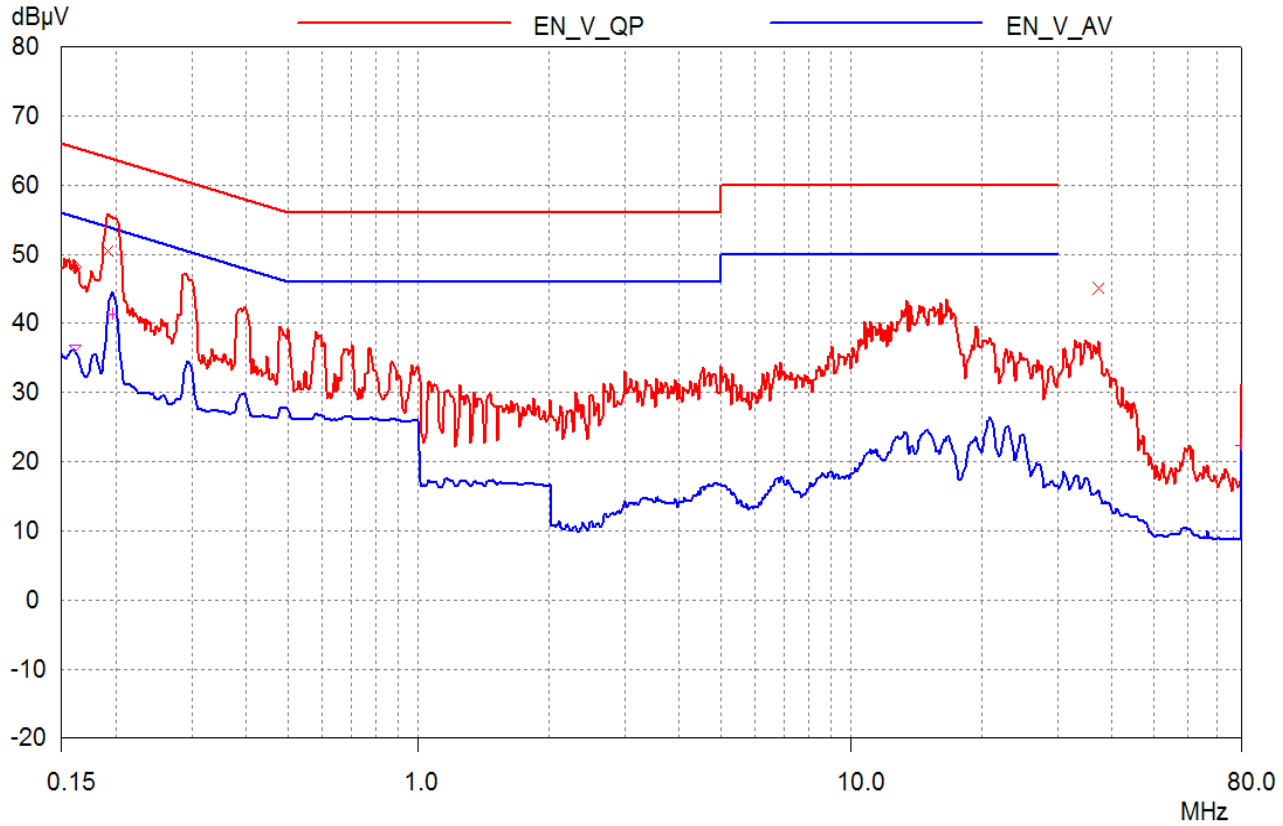
RIPPLE (mV PK-PK) 85 V	RIPPLE (mV PK-PK) 115 V	RIPPLE (mV PK-PK) 230 V	RIPPLE (mV PK-PK) 265 V
0.126	0.123	0.123	0.121



## 12 전도성 EMI

### 12.1 2A 저항 부하, 플로우팅 출력(PK / AV)

After running 5 minutes.



Freq (MHz)	QP	Limit	Margin
0.19	50.48	63.95	13.47

Figure 37 – Floating Ground EMI at 115 VAC.

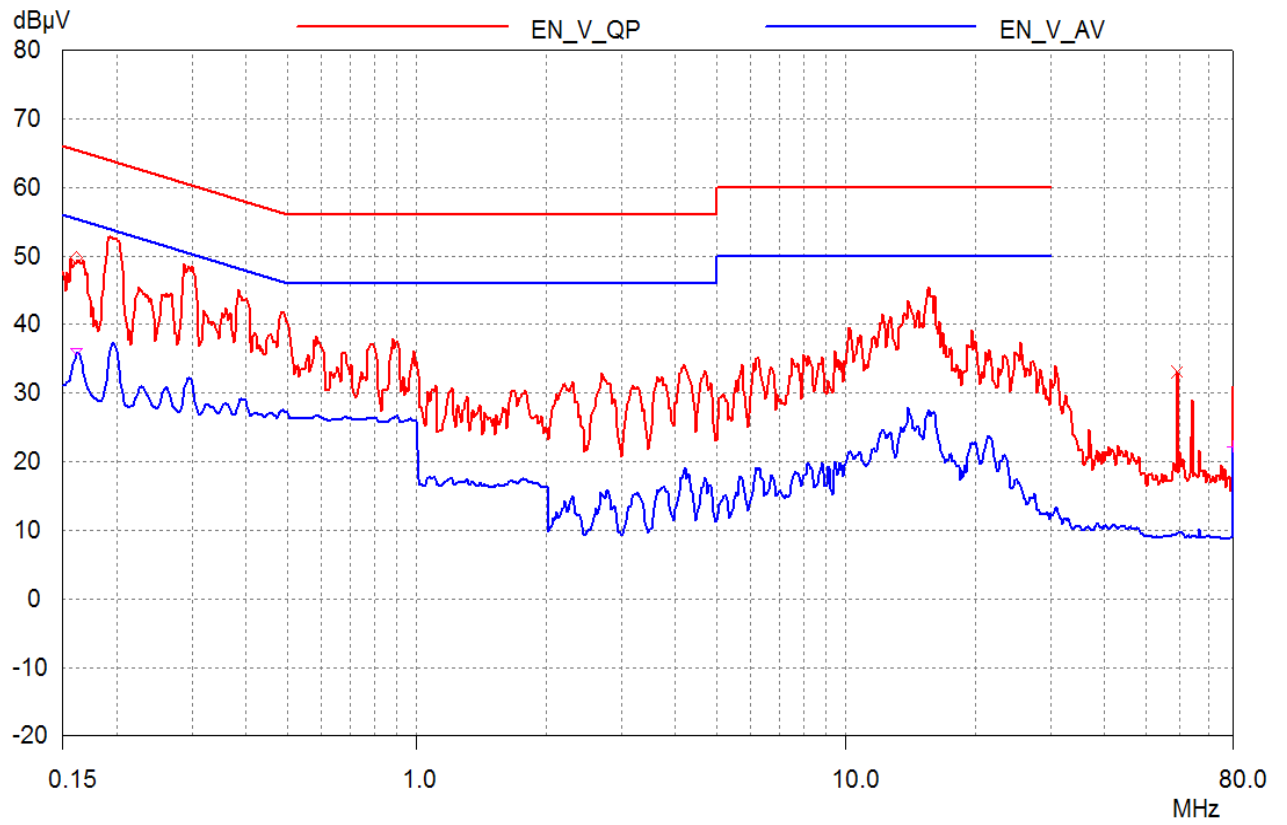
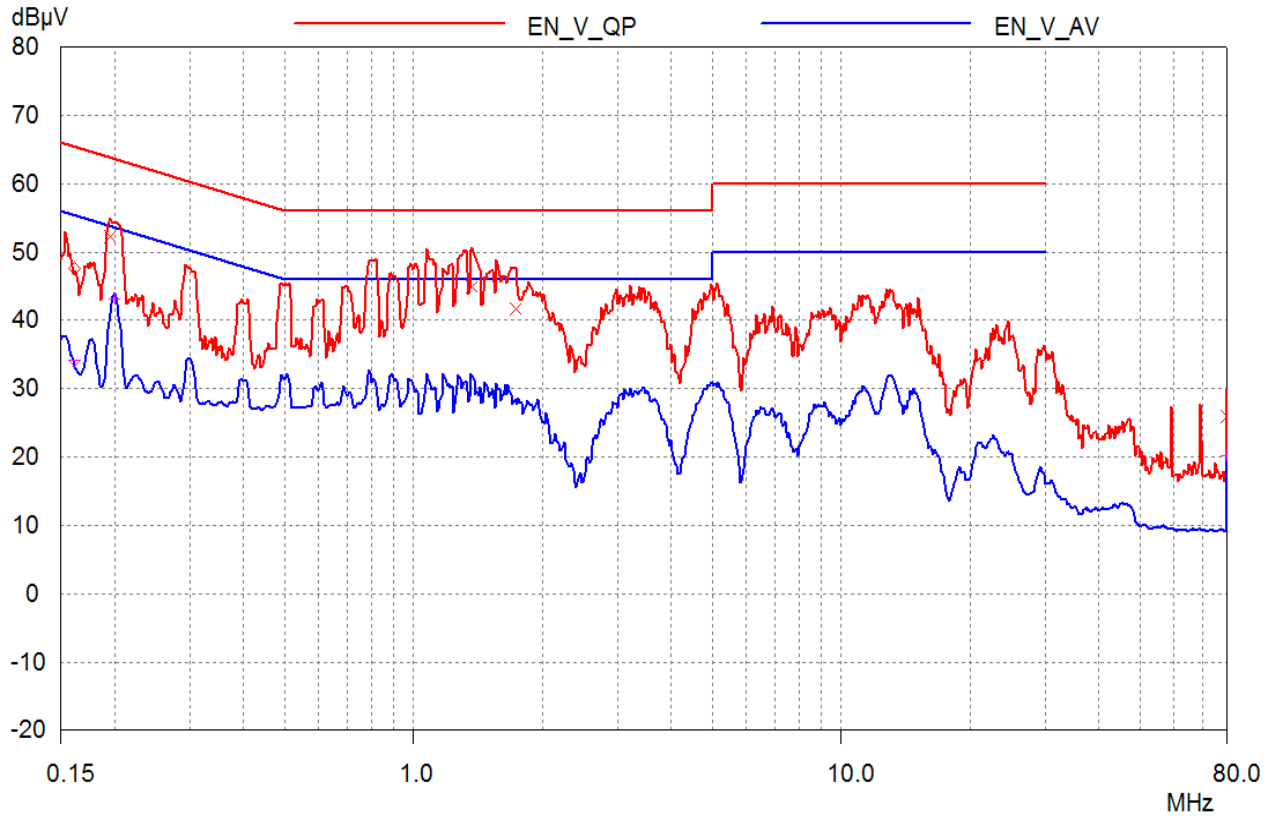


Figure 38 – Floating Ground at 230 VAC.

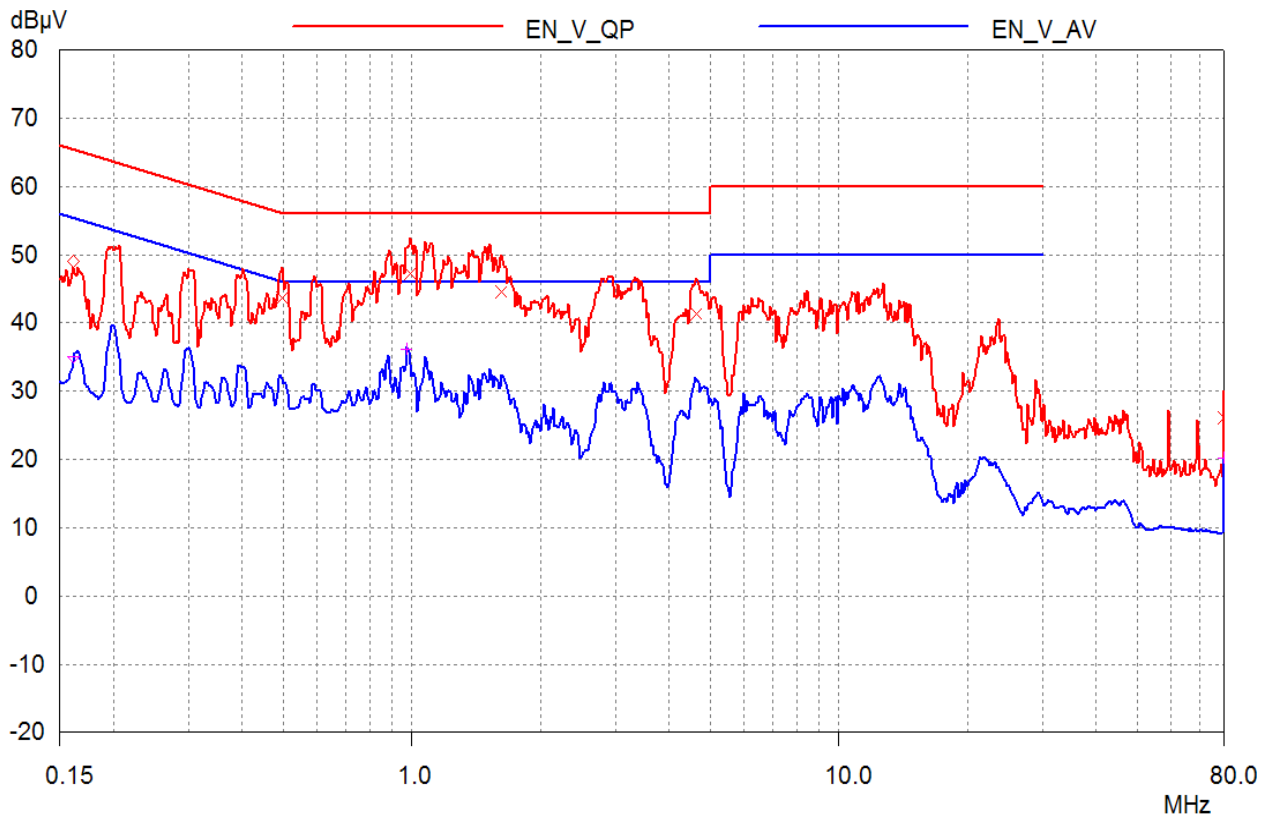


12.2 2A 저항 부하, 인공 핸드 접지(PK / AV)



FREQ (MHZ)	QP	LIMIT	MARGIN
0.20	52.26	63.82	11.56
1.37	44.97	56	11.03
1.73	41.65	56	14.35

Figure 39 – Artificial Ground at 115 VAC.



FREQ (MHZ)	QP	LIMIT	MARGIN
0.50	43.6	56.07	12.47
0.99	47.3	56	8.7
1.62	44.51	56	11.49
4.65	41.37	56	14.63

Figure 40 – Artificial Ground at 230 VAC.



### 12.3 모니터 설정(HDMI)이 있는 스마트폰(QP / AV)

Phone is connected to charger and LCD monitor. The monitor connection increases capacitance to earth ground.

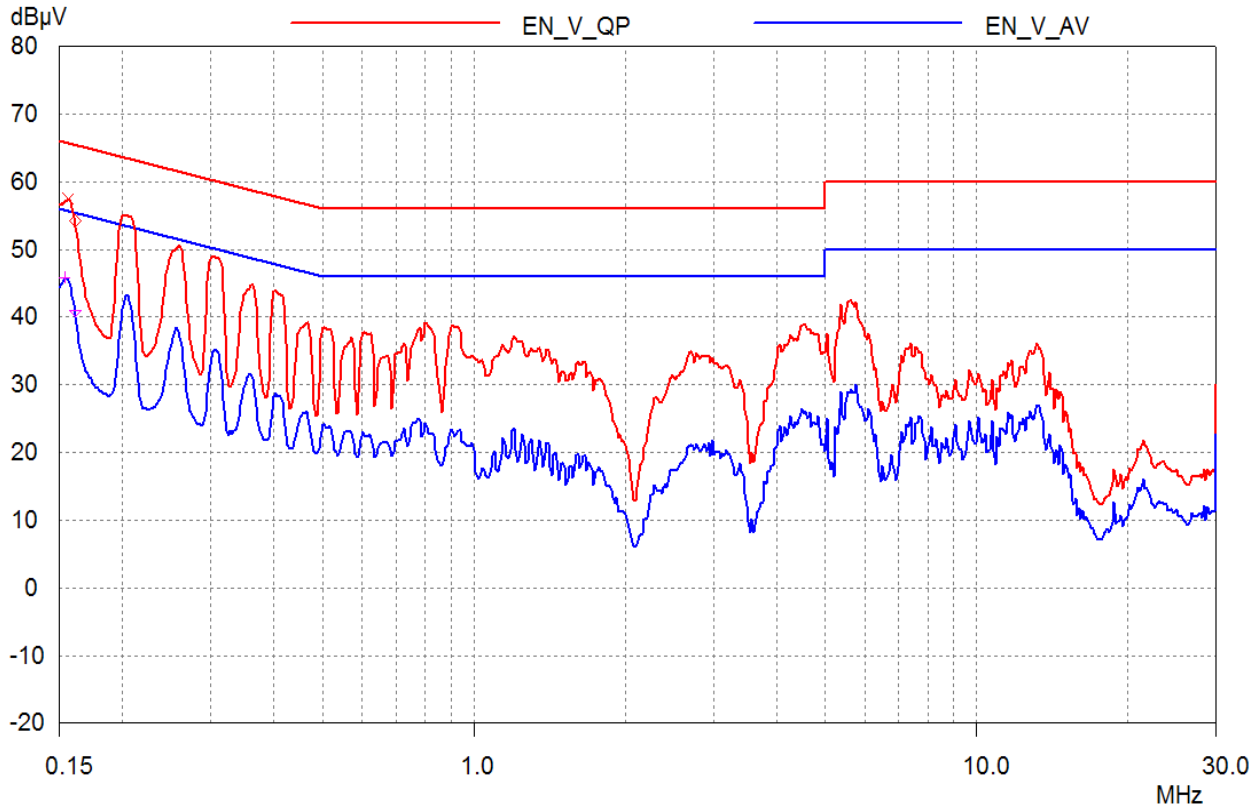


Figure 41 – HDMI at 115 VAC.



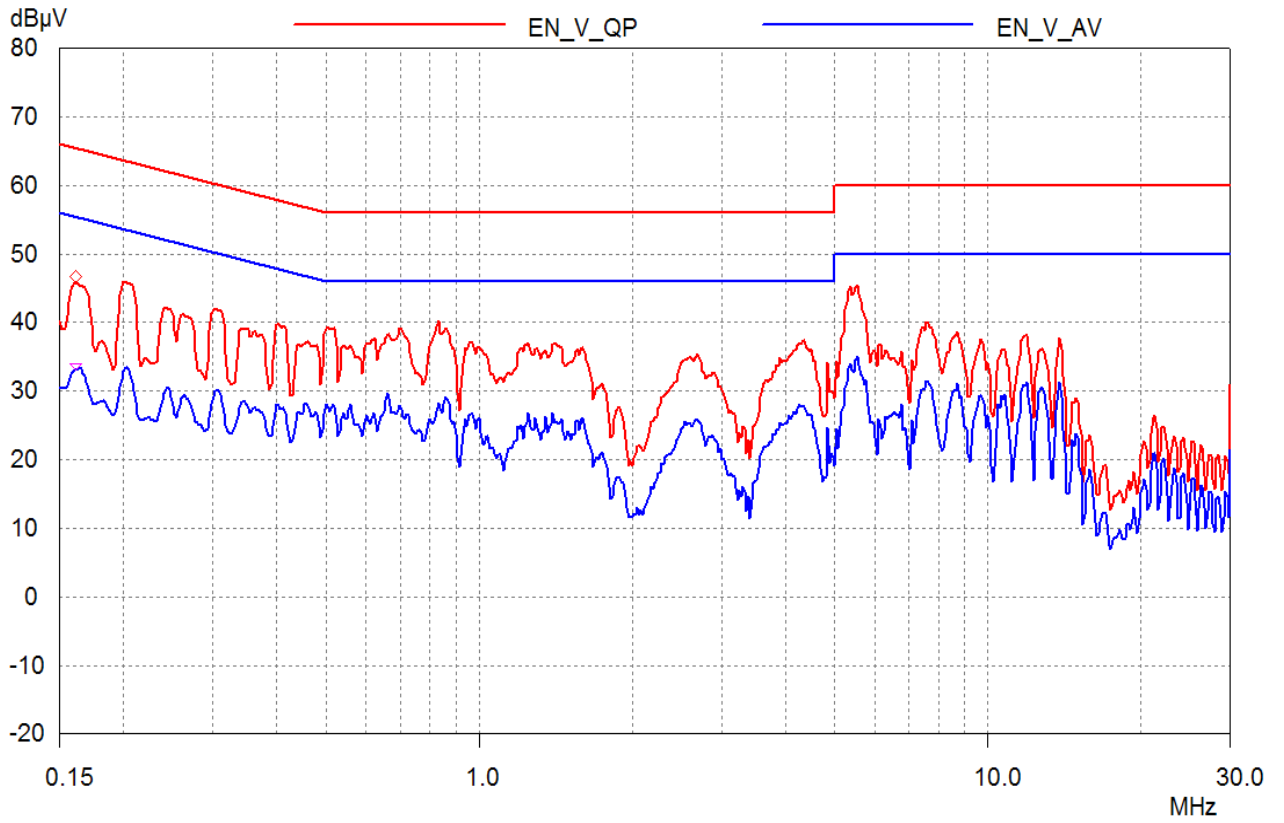


Figure 42 – HDMI at 230 VAC.



### 13 방사 EMI

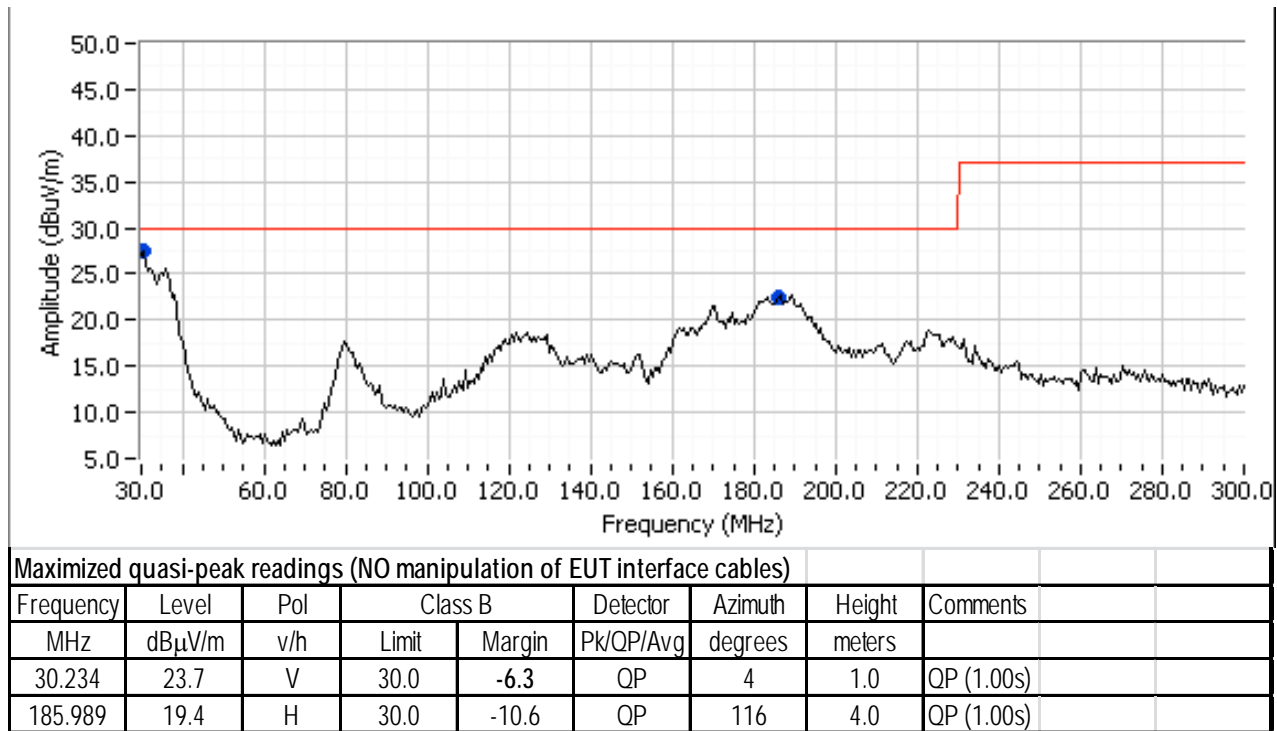


Figure 43 – Radiation at 110 VAC.



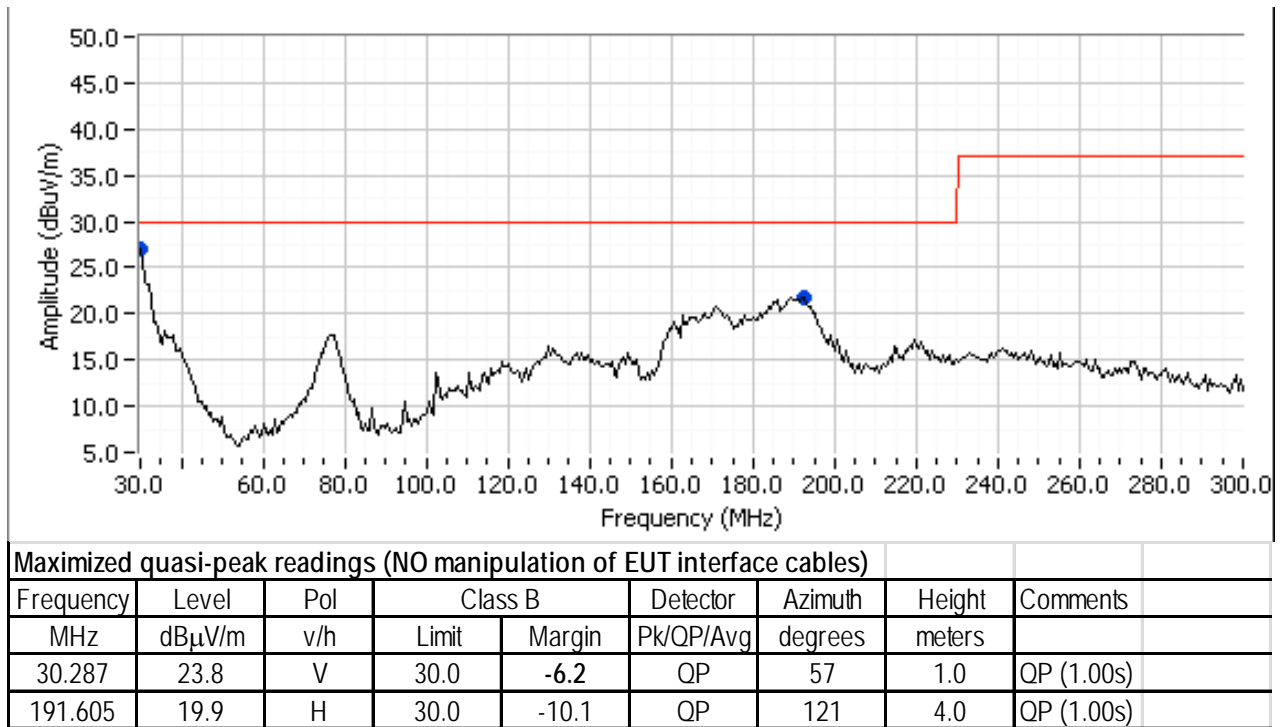


Figure 44 – Radiation at 230 VAC.



## 14 가청 노이즈

Test performed inside case with microphone placed 3 mm from case surface on long side of case, transformer facing towards microphone.

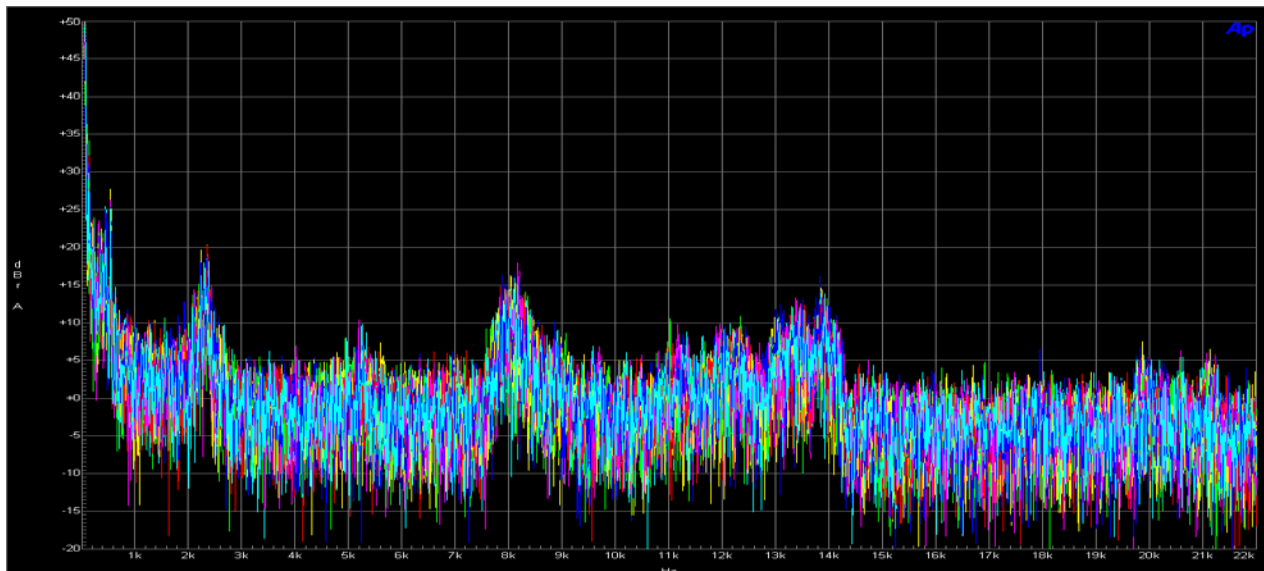


Figure 45 – Audible Noise Spectrum: No-load,  $V_{IN}$  Swept from 85 VAC to 264 VAC.

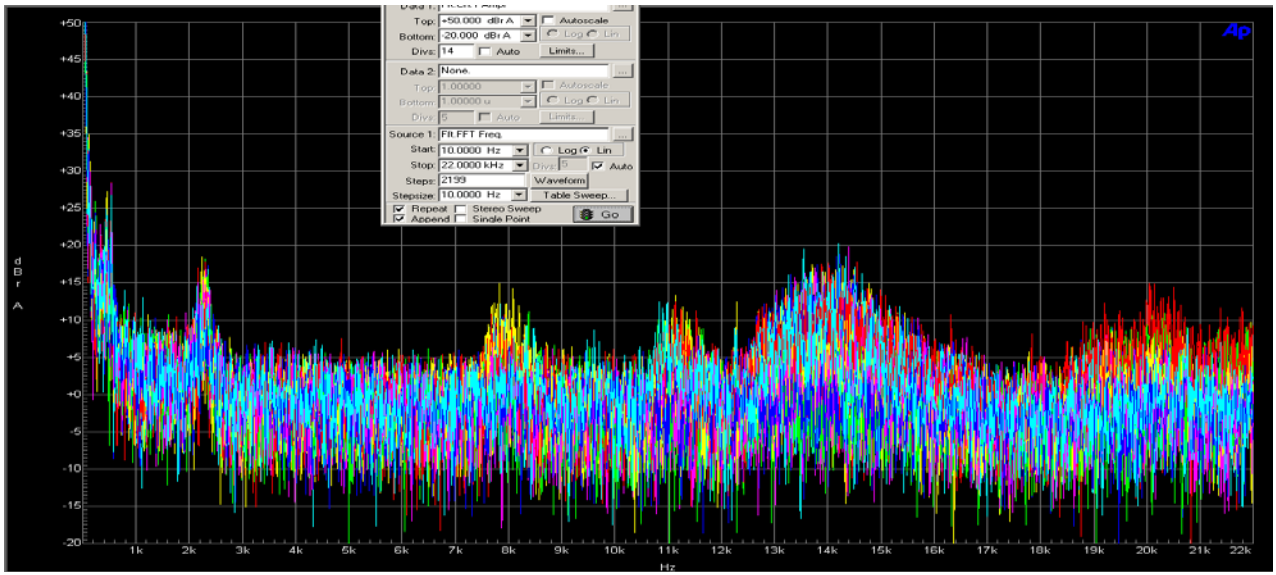


Figure 46 – Audible Noise Spectrum: 85 VAC, I<sub>OUT</sub> Swept from 0 A to 2.0 A.

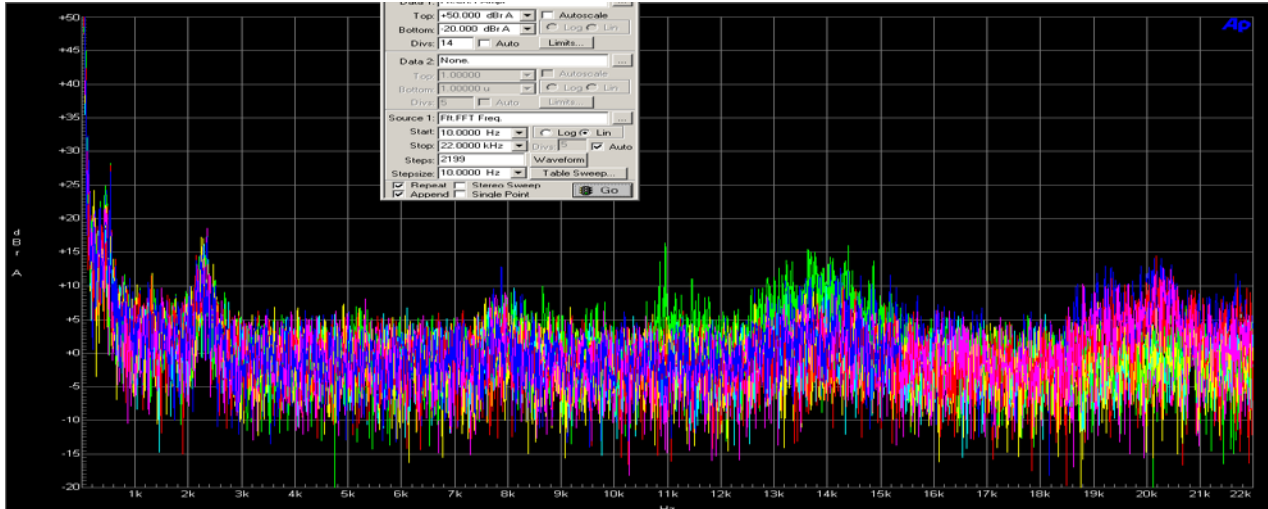


Figure 47 – Audible Noise Spectrum: 110 VAC,  $I_{OUT}$  Swept from 0 A to 2.0 A.

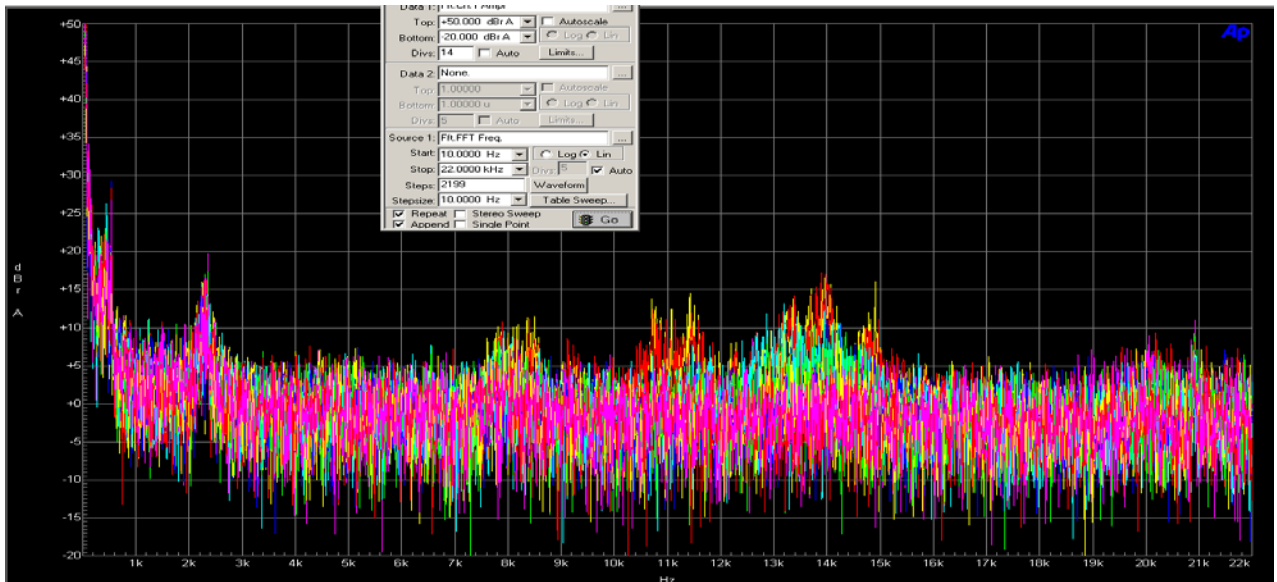
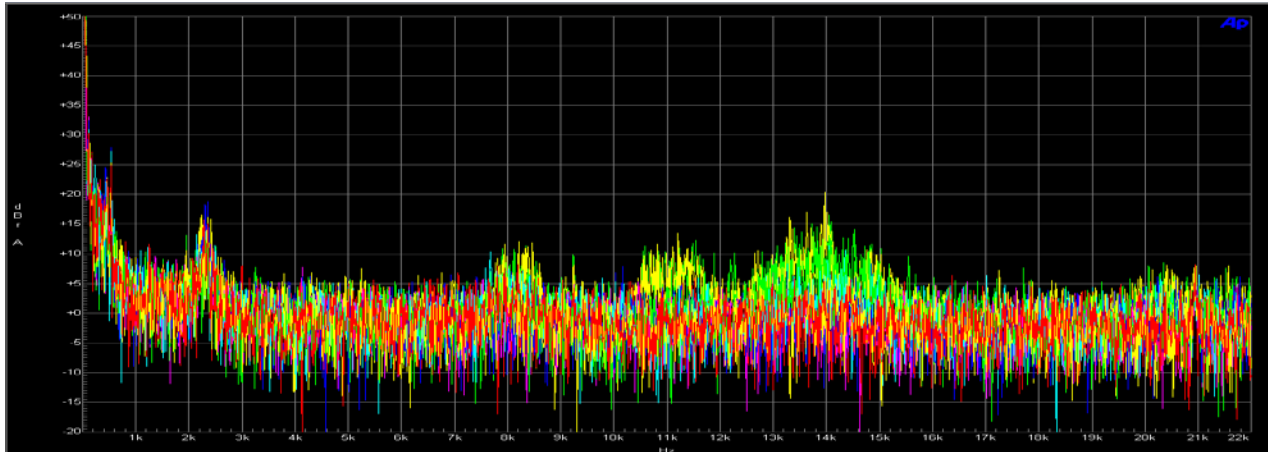


Figure 48 – Audible Noise Spectrum: 220 VAC,  $I_{OUT}$  Swept from 0 A to 2.0A.



**Figure 49** – Audible Noise Spectrum: 265 VAC,  $I_{OUT}$  Swept from 0 A to 2.0 A.



## 15 조명 서지 및 ESD 테스트

### 15.1 디퍼렌셜 모드 테스트

Passed  $\pm 1$  kV, 500 A surge test

### 15.2 커먼 모드 테스트

Passed  $\pm 6$  KV, 500 A ring wave test.

Need to install plastic barrier for  $>5$  kV ring wave common mode surge test.

### 15.3 ESD 테스트

Passed  $\pm 16.5$  kV air, 8 kV contact.

Need to install plastic barrier to pass ESD test.

**16 개정 내역**

날짜	작성자	개정	설명 및 변경 사항	검토 대상
2014년 11월 11일	DK	1.0	최초 출시	Mktg & Apps



## 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, 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 2014 Power Integrations, Inc.

## Power Integrations 전 세계 판매 지원 지역

### 세계 본사

5245 Hellyer Avenue  
San Jose, CA 95138, USA.  
Main: +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:  
[eurosales@powerint.com](mailto:eurosales@powerint.com)

### 일본

Kosei Dai-3 Building  
2-12-11, Shin-Yokohama,  
Kohoku-ku, Yokohama-shi,  
Kanagawa 222-0033  
Japan  
전화: +81-45-471-1021  
팩스: +81-45-471-3717  
전자 메일:  
[japansales@powerint.com](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 2410, Charity Plaza, No. 88  
North Caoxi Road,  
Shanghai, PRC 200030  
전화: +86-21-6354-6323  
팩스: +86-21-6354-6325  
전자 메일:  
[chinasales@powerint.com](mailto:chinasales@powerint.com)

### 인도

#1, 14<sup>th</sup> Main Road  
Vasanthanagar  
Bangalore-560052  
인도  
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)

### 영국

First Floor, Unit 15, Meadway  
Court, Rutherford Close,  
Stevenage, Herts. SG1 2EF  
United Kingdom  
전화: +44 (0) 1252-730-141  
팩스: +44 (0) 1252-727-689  
전자 메일:  
[eurosales@powerint.com](mailto:eurosales@powerint.com)

### 중국(선젠)

17/F, Hivac Building, No. 2, Keji  
Nan 8th Road, Nanshan District,  
Shenzhen, China, 518057  
전화: +86-755-8672-8689  
팩스: +86-755-8672-8690  
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:  
[eurosales@powerint.com](mailto:eurosales@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

