

## 설계 예제 보고서

제목	<b>LinkSwitch™-PH LNK417EG 를 사용하는 고전력, 높은 역률(&gt;0.9)의 15W LED 드라이버(3% 정전류 레귤레이션용 옵토커플러 피드백 포함)</b>
사양	90VAC - 265VAC 입력, 30V, 500mA 출력
애플리케이션	LED 드라이버
작성자	애플리케이션 엔지니어링 부서
문서 번호	DER-289
일자	31.08.11
개정	1.0

### 요약 및 기능

- 입력 및 부하에 대한 ≤3%의 출력 전류 레귤레이션
- 높은 에너지 효율성
  - 115VAC 및 230VAC 입력 시 ≥88% 이상의 효율
- 저가형, 적은 부품 수 및 소형 인쇄 회로 기판 풋프린트 솔루션
  - 더 작고 저렴한 EMI 필터 부품에 적합한 주파수 지터
- 집적 보호 및 안정성 기능
  - 자동 복구 기능으로 출력 오픈 회로/출력 회로 단락 보호
  - 라인 입력 과전압 섯다운으로 라인 고장 시 전압 내성 확대
  - 큰 히스테리시스(Hysteresis)를 갖는 자동 복구 썬멀 섯다운 기능으로 부품 및 인쇄 회로 기판 (PCB) 모두 보호
  - 브라운아웃/브라운인 상태에서 손상 없음
- IEC 61000-4-5 링 웨이브, IEC 61000-3-2 클래스 C 고조파 및 EN55015 B 전도성 EMI 충족
- 깨끗한 스타트업 - 출력 깜박임 현상 없음
- 빠른 스타트업(<100ms) - 인지되는 지연 시간 없음

### 특허 정보

여기에 설명한 제품 및 애플리케이션(제품의 외장 트랜스포머 구성 및 회로 포함)은 하나 이상의 미국 및 해외 특허의 대상이 되거나 Power Integrations에서 출원 중인 미국 및 해외 특허 신청의 대상이 될 수 있습니다. Power Integrations의 전체 특허 목록은 [www.powerint.com](http://www.powerint.com)에서 확인할 수 있습니다. Power Integrations는 고객에게 <http://www.powerint.com/ip.htm>에 명시된 특정 특허권에 따라 라이선스를 부여합니다.

### Power Integrations

5245 Hellyer Avenue, San Jose, CA 95138 USA.

전화: +1 408 414 9200 팩스: +1 408 414 9201

[www.powerint.com](http://www.powerint.com)

**내용**

1	소개.....	4
2	소자가 장착된 회로 기관.....	5
2.1	참조 보드 DER-284 및 정전류 레귤레이션 보드.....	5
3	파워 서플라이 사양.....	6
4	회로도.....	7
5	PCB 레이아웃.....	8
6	회로 설명.....	10
6.1	출력 피드백/2 차측 정전류 레귤레이션 회로.....	10
6.2	입력 필터링.....	10
6.3	LinkSwitch-PH 1 차측.....	11
6.4	바이어스 서플라이 및 출력 과전압 센싱.....	11
6.5	출력 정류 및 필터링.....	11
6.6	효율을 높이기 위한 고려 사항.....	12
7	부품 목록.....	13
7.1	메인 보드 부품 목록.....	13
7.2	서브 보드 부품 목록.....	14
8	트랜스포머 사양.....	15
8.1	전기적 구성도.....	15
8.2	전기적 사양.....	15
8.3	재료.....	15
8.4	트랜스포머 제작 구성도.....	16
8.5	트랜스포머 구성.....	16
9	트랜스포머 설계 스프레드시트.....	17
10	성능 데이터.....	20
10.1	효율.....	20
10.2	입력 및 부하 레귤레이션.....	21
10.3	역률.....	22
10.4	테스트 데이터.....	23
10.4.1	30 V (10 LED).....	23
10.4.2	24 V(8 LED).....	23
10.4.3	18 V (6 LED).....	23
10.4.4	12 V(4 LED).....	24
11	고조파 데이터.....	25
12	30V(10 LED)로 측정된 과형.....	27
12.1	입력 라인 전압 및 전류.....	27
12.2	드레인 전압 및 전류.....	27
12.3	출력 전압 및 전류 스타트업.....	28
12.4	출력 전압 및 리플 전류.....	28
12.5	출력 정류기 전압 및 전류.....	29



12.6	출력 쇼트 상태의 출력 전류 및 드레인 전압 .....	29
12.7	출력 쇼트 상태의 출력 전류 및 출력 전압 .....	29
12.8	오픈 부하 출력 전압 .....	30
13	라인 서지 .....	31
14	30V(10 LED)로 측정된 전도성 EMI .....	32
15	부록 A – 2 차측 피드백 회로도 .....	34
16	개정 내역 .....	35

**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 문서에서는 90~265VAC 의 입력 전압 범위에서 500mA(정격) 전류로 LED 스트링을 구동하도록 설계된 절연, 역률 보정, 고효율 LED 드라이버(비-디밍)에 대해 설명합니다. 이 설계에서는 2 차측 전류 피드백 회로를 도입하여 입력 및 부하에 대해 3% 미만의 출력 전류 레귤레이션을 달성합니다. 참조 보드 DER-284 는 이 기술이 사용되는 방식과 LinkSwitch-PH 플라이백 설계를 보여 주기 위해 추가된 2 차측 정전류 레귤레이션 서브 보드와 함께 사용되었습니다.

LED 드라이버는 IC LinkSwitch-PH 제품군의 LNK417EG 디바이스를 사용합니다. 이 집적 컨트롤러, 725V MOSFET 은 설계의 복잡성과 부품 수를 크게 줄여 줍니다.

이 문서에는 LED 드라이버 사양, 회로도, 부품 목록, 트랜스포머 규격서 및 일반 성능 특성이 설명되어 있습니다.



## 2 소자가 장착된 회로 기판

### 2.1 참조 보드 DER-284 및 정전류 레귤레이션 보드

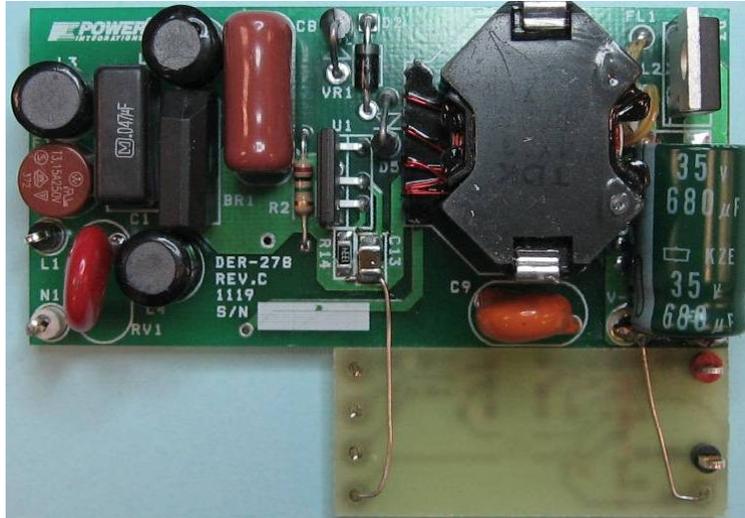


그림 1 - 참조 보드 DER-284 및 2 차측 정전류 레귤레이션 서브 보드 (Top 면)

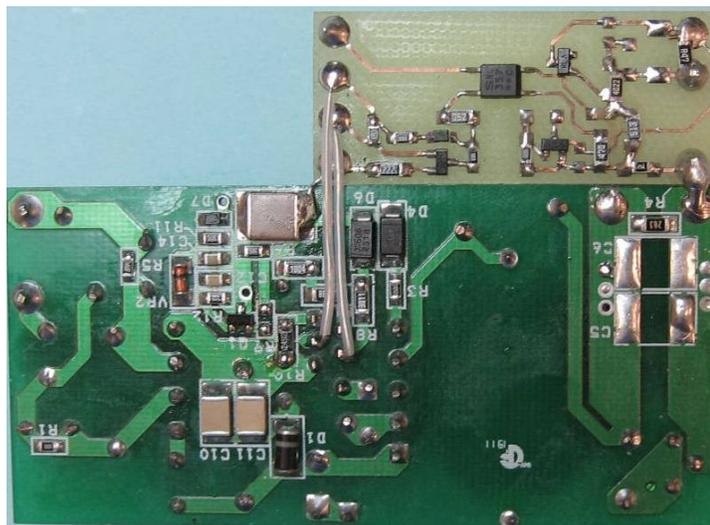


그림 2 - 참조 보드 DER-284 및 2 차측 정전류 레귤레이션 서브 보드 (Bottom 면)



### 3 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 47	115/230 50/60	265 64	VAC Hz	2 선 식 - P.E. 없음
출력 출력 전압 출력 전류 현재 리플 PK-PK 총 출력 전력 연속 출력 전력	$V_{OUT}$ $I_{OUT}$ $P_{OUT}$	12 0.485	30 0.50 50	33 0.515	V A %	±3% 평균 출력 전류 비율(%)
효율 풀 부하	$\eta_{(115)}$ $\eta_{(230)}$	87 87				$P_{OUT}$ , 25 °C, 115VAC 에서 측정 $P_{OUT}$ , 25 °C, 230VAC 에서 측정
환경 전도성 EMI 안정성 링 웨이브(100kHz) 디퍼렌셜 모드(L1-L2) 커먼 모드(L1/L2-PE)		CISPR 15B/EN55015B 충족 IEC950/UL1950 클래스 II 를 충족하도록 설계됨				IEC 61000-4-5, 200A
역률		0.9				$V_{OUT(TYP)}$ , $I_{OUT(TYP)}$ 및 115/230VAC 에서 측정
고조파 전류		EN 61000-3-2 클래스 C				
주변 온도 <sup>a</sup>	$T_{AMB}$		40		°C	자유대류, 임해고도

참고:

<sup>a</sup> 최대 주변 온도 사양은 작은 히트싱크를 LinkSwitch-PH 디바이스에 추가하면 증가될 수 있습니다.



#### 4 회로도

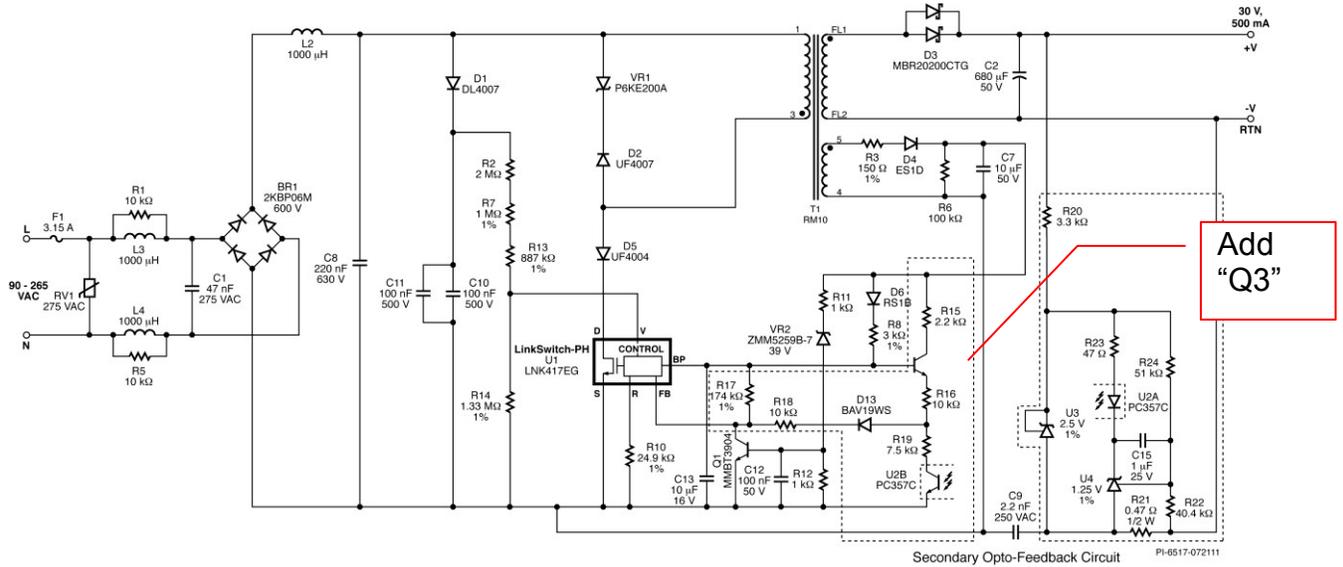


그림 3 - RD-284 및 2 차측 전류 피드백 회로의 회로도

참고: 기존의 세라믹 출력 커패시터들이 하나의 680µF 전해 커패시터로 변경되었습니다.



## 5 PCB 레이아웃

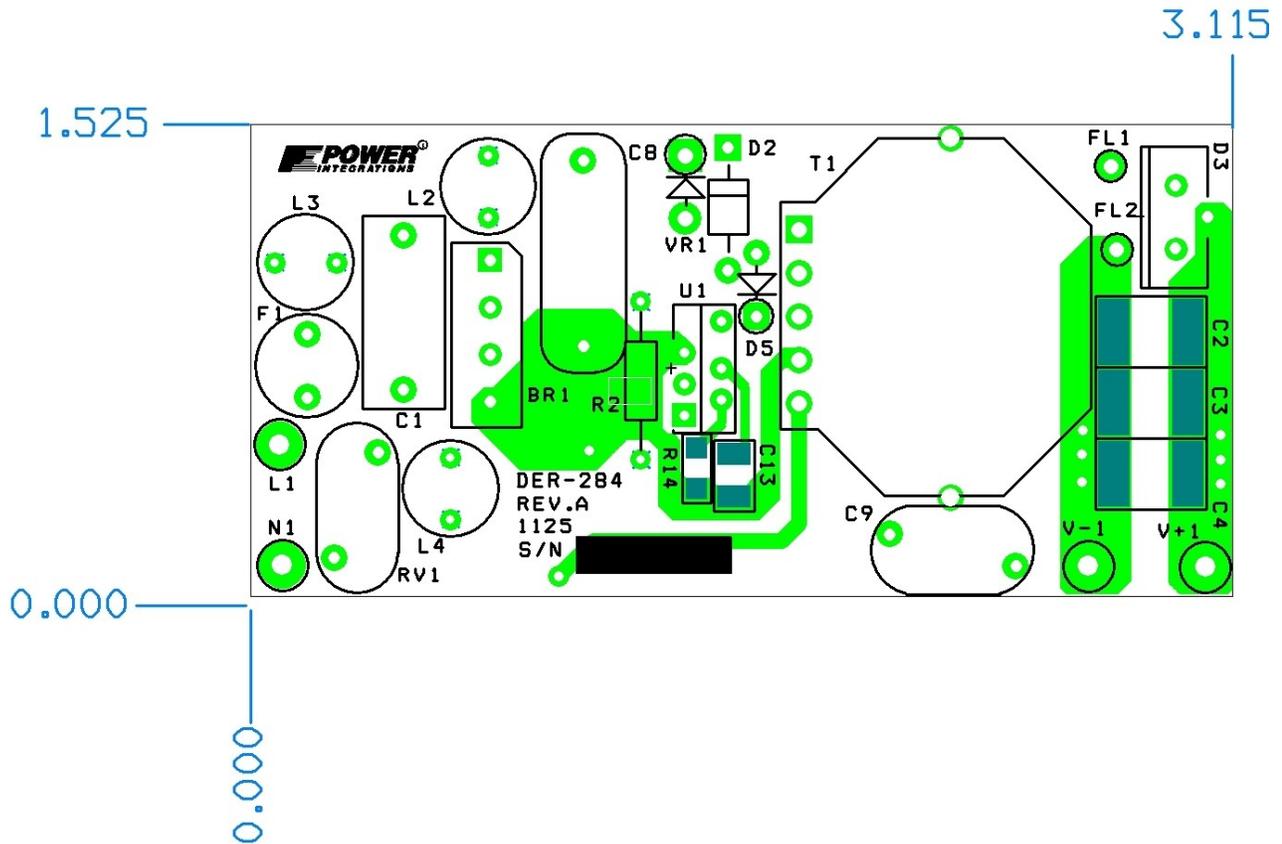


그림 4 – PCB DER-284 보드 레이아웃, Top 면

참고: 사용된 출력 커패시터 값이 680 $\mu$ F, 50V 전해 유형으로 변경되었습니다.



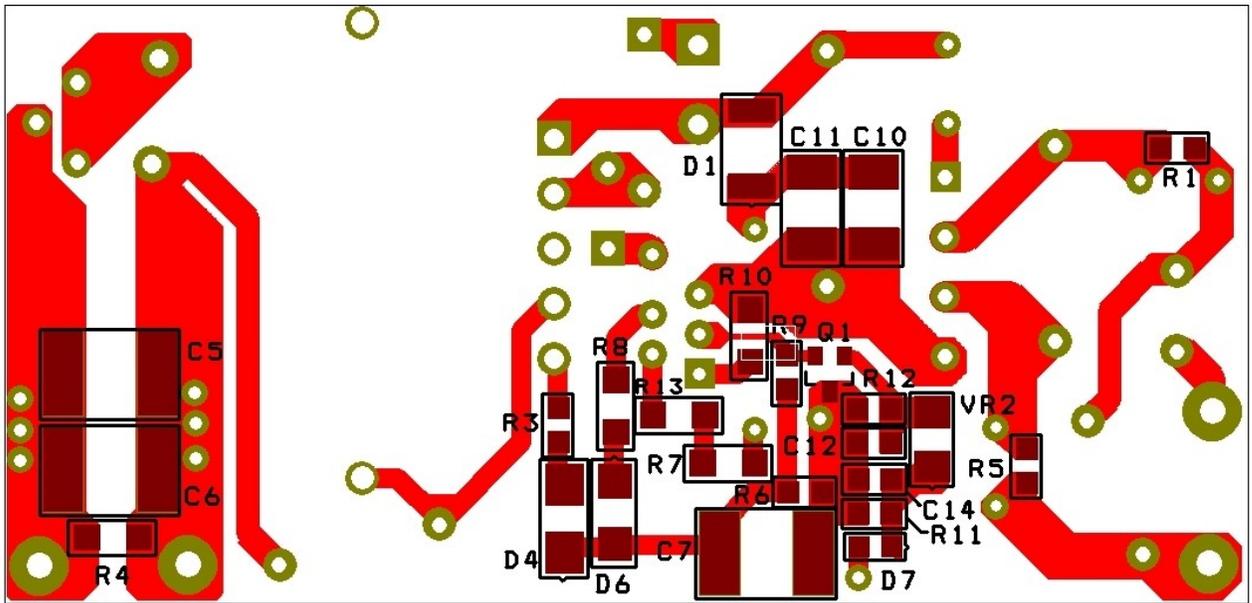


그림 5 - PCB DER-284 보드 레이아웃, Bottom 면

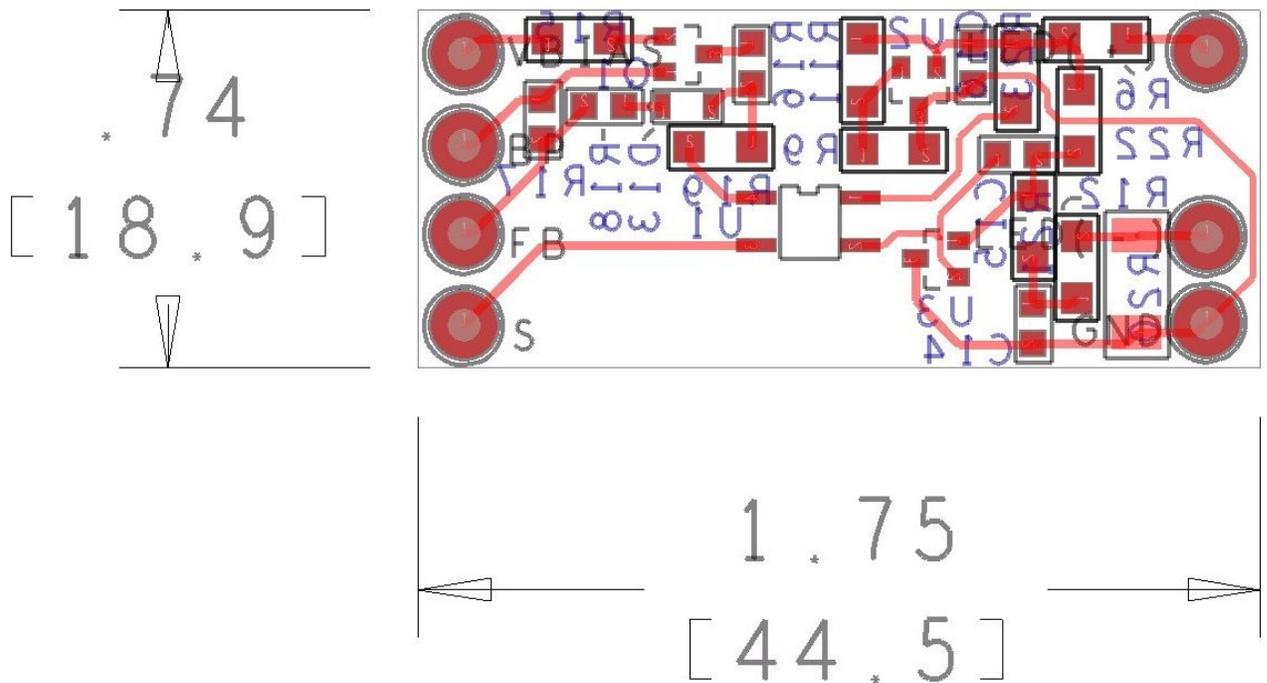


그림 6 - PCB 2 차측 정전류 레귤레이션 서브 보드 레이아웃(이 레이아웃과 일치하는 실제 회로도는 부록 A에 있음)



## 6 회로 설명

LinkSwitch-PH 디바이스는 LED 드라이버 애플리케이션에서 사용하도록 설계된 컨트롤러 및 집적 725V MOSFET입니다. LinkSwitch-PH는 단일 CCM(Continuous Conduction Mode) 플라이백 토폴로지에서 사용하도록 구성되어 있으며 AC 입력에서 높은 역률을 유지하면서 1차측에서 정전류 출력을 제어합니다. 이 설계에서는 출력 전류 레귤레이션 오차를  $\leq \pm 3\%$ 로 향상시키기 위해 다이렉트 출력 전류 센싱이 추가되었습니다.

### 6.1 출력 피드백/2 차측 정전류 레귤레이션 회로

저항 R21 은 출력(LED) 전류를 감지합니다. 결과로 얻어진 전압 강하는 U4 의 1.25V 레퍼런스 값과 비교됩니다. 1.25V 는 0.63W(1.25V x 0.5A)의 전력 소모를 야기하며 효율성을 4%까지 저하시킵니다. R21 에 필요한 전압 강하를 감소시키기 위해 U4 의 레퍼런스 입력에서 1.1V 의 오프셋 전압을 설정합니다. 2 차측 2.5V 레퍼런스 IC(U3)에서 생성되며 R24 + (R22 + R21)에 의해 1.1V 까지 나누어집니다. 그러면 정격 500mA 출력에서 R21 의 전압 강하가 15mV(1.25V-1.1V)로 줄어들며 전력 손실이 75mV 또는 0.25%(효율)로 감소됩니다.

레퍼런스 IC 를 사용하여 오차가 적은 오프셋 전압을 생성합니다. 이는 출력 전류 레귤레이션 오차에 직접 영향을 주어 정확도를 향상시킵니다.

전류 기준값을 초과한 경우, 오프토퍼 LED 를 통해 전류가 흘러 1 차측으로 피드백을 제공합니다. 저항 R23 은 DC 게인을 설정하고 C15 는 U4 의 대역폭을 제한합니다(DC 에서 롤오프 게인 시작).

피드백 전류용으로 안정적인 풀업 서플라이를 제공하기 위해 트랜지스터 Q3 을 사용하고, 바이어스 권선 전압 변동에 독립적으로 레귤레이션을 만듭니다. 이렇게 하면 낮은 LED(출력) 전압에서도 레귤레이션을 유지할 수 있습니다. 풀 부하에서 저항 R16 및 R18 이 선택되었으며 IC 에서 최대 전력을 제공할 수 있습니다(예: U2 는 최소 전류가 흐름). 최소 LED 부하에서 오토-리스타트를 방지하기 위해 저항 R17 을 사용했습니다. 최소 전력에서 저항 R19 이 선택되었으며 D13 이 순방향으로 바이어스되지 않고 최소 전력(최소  $I_{FB}$  에 해당)은 R17 값에 의해 결정됩니다.

### 6.2 입력 필터링

퓨즈 F1은 입력을 보호하며 BR1은 AC 입력 전압을 정류합니다. 인덕터 L2-L4, C1, R1 및 R5는 C9(Y1 안전 규격) 커패시터와 함께 EMI 필터를 구성하여 EN55015B 전도성 EMI 제한을 충족하도록 설계되었습니다. 커패시터 C8은 1차측 스위칭 전류를 위한 낮은 임피던스 경로를 제공합니다. 0.9보다 큰 역률을 유지하기 위해서는 작은 커패시터를 사용해야 합니다.



### 6.3 LinkSwitch-PH 1 차측

다이오드 D1 및 고전압 SMD 세라믹 커패시터 C11 과 C10 은 피크 AC 입력 전압을 감지합니다. 이 전압은 R2, R7 및 R13 를 통해 VOLTAGE MONITOR(V) 핀으로 흐르는 전류로 변환됩니다. 또한 본 디바이스는 입력 과전압 및 저전압 보호 기준값을 설정하기 위해 이 전류를 사용합니다. V 핀 전류와 FEEDBACK(FB) 핀 전류는 내부적으로 평균 출력 LED 전류를 제어하기 위해 IC 에서 사용됩니다. 이 경우 U1 에 의해 설정된 출력 전류가 원하는 출력 전류를 초과하므로 항상 2 차측 피드백 네트워크에 의해 컨트롤됩니다. 비-디밍 설계의 경우 REFERENCE(R) 핀(R10)에서는 24.9kΩ 저항을, V 핀(R2 + R7 + R13)에서는 3.9MΩ 저항을 필요로 합니다. 또한 저항 R10 에서는 입력 저전압 기준값을 선택하기 위한 내부 기준도 설정합니다. 저항 R14 는 지정된 입력 전압 범위에서 출력 정전류를 제공하면서 라인 레귤레이션을 더 향상시키기 위한 목적으로 추가되었습니다.

다이오드 D2 및 VR1은 U1에서 드레인 전압을 내부 파워 MOSFET의 BV<sub>DSS</sub> 정격(725V) 전력 이하로 클램핑합니다. 다이오드 D5는 LinkSwitch-PH 디바이스에 역방향 전류가 흐르는 것을 방지하기 위해 필요합니다(최소 커패시턴스로 인함).

### 6.4 바이어스 서플라이 및 출력 과전압 센싱

다이오드 D4, D6, C7, R3, R6, R8이 1차측 바이어스 서플라이를 형성합니다. 이 다이오드들은 정상 동작 중에 IC 동작 전류를 D6 및 R8을 통해 BYPASS(BP) 핀으로 공급합니다. 저항 R3는 R6이 최소 부하로서 동작하는 동안 출력 레귤레이션을 향상시키기 위한 필터링을 제공합니다.

커패시터 C13은 LinkSwitch-PH에 대한 디커플링을 제공합니다. 스타트업 동안에 C13는 디바이스 DRAIN(D) 핀에 연결된 내부 고전압 전류 소스로부터 약 6V로 충전됩니다. 충전이 완료되면 C13에 저장된 에너지는 출력 및 바이어스 권선 전압이 상승하고 전류가 R8을 통해 공급될 때까지 디바이스를 실행하는 데 사용됩니다.

R11, VR2, C12, R12 및 Q1에서는 부하 차단이나 과전압 셧다운 기능을 제공합니다. 출력 LED 부하가 차단된 경우 출력 전압이 상승하고 이로 인해 C7의 바이어스 권선 전압이 상승합니다. 이 전압이 VR2와 Q1의 V<sub>BE</sub> 정격 전압을 더한 값을 초과하면 Q1이 바이어스되어 FEEDBACK 핀을 풀다운 시킵니다. U1의 FEEDBACK 핀으로 흐르는 전류가 I<sub>FB(AR)</sub> 아래로 떨어지면 디바이스가 오토-리스타트 상태가 되어 출력 전압을 제한합니다. 저항 R11, C12는 필터 기능을 제공하며 R12는 Q1이 ON 상태가 되는 지점으로 제너 전류를 설정합니다.

### 6.5 출력 정류 및 필터링

다이오드 D3은 2차측을 정류하고 전해 커패시터 C2가 출력을 원활하게 진행합니다. 효율을 높일 수 있도록 20A, 200V 쇼트키 다이오드가 선택되었습니다.



## 6.6 효율을 높이기 위한 고려 사항

다음은 효율을 높이기 위해 표준 RD-195에서 변경된 사항입니다.

- 더 큰 LinkSwitch-PH 디바이스(LNK417EG와 LNK416EG 비교)
- 4A 대신 20A의 쇼트키 출력 다이오드 사용
- RM8보다 더 큰 RM10 코어를 사용하여 권선 전류 밀도를 낮추고 그에 따라 권선 손실 감소
- 낮은 드롭 전류 센싱 사용



### 추가 정보

스마트폰과 [www.neoreader.com](http://www.neoreader.com)에서 제공되는 무료 소프트웨어(또는 스마트폰의 앱 스토어에서 제공되는 다른 모든 무료 QR 코드 리더기)를 사용하면 당사 웹 사이트의 관련 콘텐츠에 연결할 수 있습니다.



## 7 부품 목록

### 7.1 메인 보드 부품 목록

항목	수량	레퍼런스 설계	설명	부품 제조 번호	제조
1	1	BR1	600V, 2A, 브리지 정류기, 유리 패시베이션	2KBP06M-E4/51	Vishay
2	1	C1	47nF, 275VAC, 필름, X2	ECQU2A473ML	Panasonic
3	5	C2	680µF, 35V		United Chemicon
4	1	C7	10µF, 50V, 세라믹, X7R, 2220	C5750X7R1H106M	TDK
5	1	C8	220nF, 630V, 필름	ECQ-E6224KF	Panasonic
6	1	C9	2.2nF, 세라믹, Y1	440LD22-R	Vishay
7	2	C10 C11	100nF, 500V, 세라믹, X7R, 1812	VJ1812Y104KXEAT	Vishay
8	1	C12	100nF, 50V, 세라믹, X7R, 0805	ECJ-2YB1H104K	Panasonic
9	1	C13	10µF, 16V, 세라믹, X5R, 1210	C1210C106K4PACTU	Kemet
10	1	C14	1µF, 50V, 세라믹, X7R, 0805	08055D105KAT2A	AVX
11	1	D1	1000V, 1A, 정류기, 유리 패시베이션, DO-213AA(MELF)	DL4007-13-F	Diodes, Inc.
12	1	D2	1,000V, 1A, 초고속 복구, 75ns, DO-41	UF4007-E3	Vishay
13	1	D3	200V, 10A, 듀얼 쇼트키, TO-220AB	MBR20200CTG	On Semi
14	1	D4	200V, 1A, 초고속 회복, 25ns, DO-214AC	ES1D	Vishay
15	1	D5	400V, 1A, 초고속 복구, 50ns, DO-41	UF4004-E3	Vishay
16	1	D6	100V, 1A, 고속 복구, 150ns, SMA	RS1B-13-F	Diodes, Inc.
17	1	D7	250V, 0.2A, 빠른 스위칭, 50ns, SOD-323	BAV21WS-7-F	Diodes, Inc.
18	1	F1	3.15A, 250V, 저속, TR5	37213150411	Wickman
19	3	L1 L2 L3	1000µH, 0.3A	RLB0914-102KL	Bourns
20	1	Q1	NPN, 소신호 BJT, 40V, 0.2A, SOT-23	MMBT3904LT1G	On Semi
21	3	R1 R5 R11	10kΩ, 5%, 1/8W, 두꺼운 필름, 0805	ERJ-6GEYJ103V	Panasonic
22	1	R2	2.0MΩ, 5%, 1/4W, 탄소 필름	CFR-25JB-2M0	Yageo
23	1	R3	150Ω, 1%, 1/8W, 두꺼운 필름, 0805	ERJ-6ENF1500V	Panasonic
24	1	R4	20kΩ, 5%, 1/4W, 두꺼운 필름, 1206	ERJ-8GEYJ203V	Panasonic
25	1	R6	100kΩ, 5%, 1/8W, 두꺼운 필름, 0805	ERJ-6GEYJ104V	Panasonic
26	1	R7	1.00MΩ, 1%, 1/4W, 두꺼운 필름, 1206	ERJ-8ENF1004V	Panasonic
27	1	R8	3.01kΩ, 1%, 1/4W, 두꺼운 필름, 1206	ERJ-8ENF3011V	Panasonic
28	1	R9	105kΩ, 1%, 1/8W, 두꺼운 필름, 0805	ERJ-6ENF1053V	Panasonic
29	1	R10	24.9kΩ, 1%, 1/8W, 두꺼운 필름, 0805	ERJ-6ENF2492V	Panasonic
30	1	R12	1kΩ, 5%, 1/8W, 두꺼운 필름, 0805	ERJ-6GEYJ102V	Panasonic
31	1	R13	887kΩ, 1%, 1/4W, 두꺼운 필름, 1206	ERJ-8ENF8873V	Panasonic
32	1	R14	1.33MΩ, 1%, 1/4W, 두꺼운 필름, 1206	MCR18EZH1334	Rohm
33	1	RV1	275V, 80J, 10mm, RADIAL	ERZ-V10D431	Panasonic
34	1	T1	커스텀 트랜스포머, RM10, 수직형, 5 핀	P-1031	Pin Shine
35	1	U1	LinkSwitch, eSIP	LNK417EG	Power Integrations
36	1	VR1	200V, 5W, 5%, TVS, DO204AC(DO-15)	P6KE200ARLG	On Semi
37	1	VR2	39V, 5%, 500mW, DO-213AA(MELF)	ZMM5259B-7	Diodes, Inc.



## 7.2 서브 보드 부품 목록

항목	수량	레퍼런스 설계	설명	부품 제조 번호	제조
1	1	C15	1μF, 25V, 세라믹, X7R, 0805	C2012X5R1E105K	TDK
2	1	D13	100V, 0.2A, 빠른 스위칭, 50ns, SOD-323	BAV19WS-7-F	Diodes, Inc.
3	1	Q1	NPN, 소신호 BJT, 40V, 0.2A, SOT-23	MMBT3904LT1G	On Semi
4	1	R6	3.3kΩ, 5%, 1/4W, 두꺼운 필름, 1206	ERJ-8GEYJ332V	Panasonic
5	1	R12	40.2kΩ, 1%, 1/4W, 두꺼운 필름, 1206	ERJ-8ENF4022V	Panasonic
6	1	R15	2.2kΩ, 5%, 1/4W, 두꺼운 필름, 1206	ERJ-8GEYJ222V	Panasonic
7	2	R16 R18	10kΩ, 5%, 1/8W, 두꺼운 필름, 0805	ERJ-6GEYJ103V	Panasonic
8	1	R17	174kΩ, 1%, 1/8W, 두꺼운 필름, 0805	ERJ-6ENF1743V	Panasonic
9	1	R19	7.5kΩ, 5%, 1/4W, 두꺼운 필름, 1206	ERJ-8GEYJ752V	Panasonic
10	1	R20	0.47Ω, 1%, 1/4W, 두꺼운 필름, 1206	ERJ-8RQJR47V	Panasonic
11	2	R11 R21	0Ω, 5%, 1/4W, 두꺼운 필름, 1206	ERJ-8GEY0R00V	Panasonic
12	1	R22	51kΩ, 5%, 1/4W, 두꺼운 필름, 1206	ERJ-8GEYJ513V	Panasonic
13	1	R23	47Ω, 5%, 1/4W, 두꺼운 필름, 1206	ERJ-8GEYJ470V	Panasonic
14	1	U1	오토커플러, 80V, CTR 80-160%, 4-미니 플랫	PC357N3TJ00F	Sharp
15	1	U2	IC, REG ZENER SHUNT ADJ SOT-23	LM431AIM3/NOPB	National Semi
16	1	U3	1.24V 션트 레귤레이터 IC, 1%, -40~85 C, SOT23-3	LMV431AIMF	National Semi
17	0	C14 C16 R9	사용 안 함	-	-



## 8 트랜스포머 사양

### 8.1 전기적 구성도

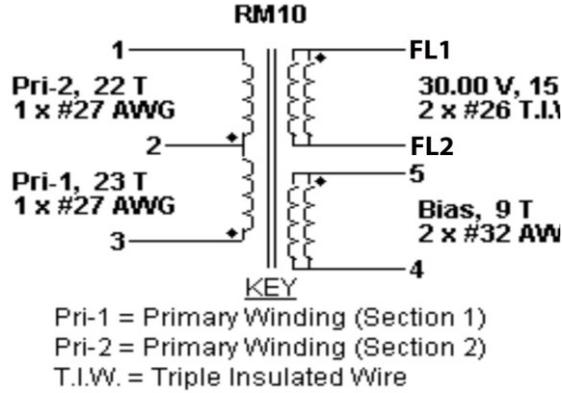


그림 7 - 트랜스포머 전기적 구성도

### 8.2 전기적 사양

전기적 강도	1 초, 60Hz, 1 번, 2 번, 3 번, 4 번, 5 번 핀에서 FL1, FL2 핀까지.	3000VAC
1 차측 인덕턴스	다른 모든 권선이 오픈된 상태에서 일반적인 스위칭 주파수 1V pk-pk 에서 1 번 핀과 3 번 핀 사이를 측정했습니다.	1.6mH ±10%
공진 주파수	핀 1-FL1(다른 모든 권선이 오픈된 상태).	750kHz(최소값)
1 차측 누설 인덕턴스	다른 모든 권선이 단락된 상태에서 1 번 핀과 3 번 핀 사이를 측정했습니다.	40µH ±10%

### 8.3 재료

항목	설명
[1]	코어: PC95RM10Z-12 또는 등가, 792nH/t²의 ALG 에 갭이 있음
[2]	보빈: 일반, 1 차측 5 + 2 차측 0
[3]	배리어 테이프: 폴리에스터 필름[1mil(25µm) 기본 두께], 10.00mm 폭
[4]	분리 테이프: 폴리에스터 필름[1mil(25µm) 기본 두께], 10.0mm 폭
[5]	함침
[6]	마그넷 와이어: #27AWG, 납땀 가능한 이중 도포
[7]	3 중 절연 와이어: #26 AWG
[8]	마그넷 와이어: #32AWG, 납땀 가능한 이중 도포
[9]	클립: CLI/P-RM10/I



### 8.4 트랜스포머 제작 구성도

핀 측

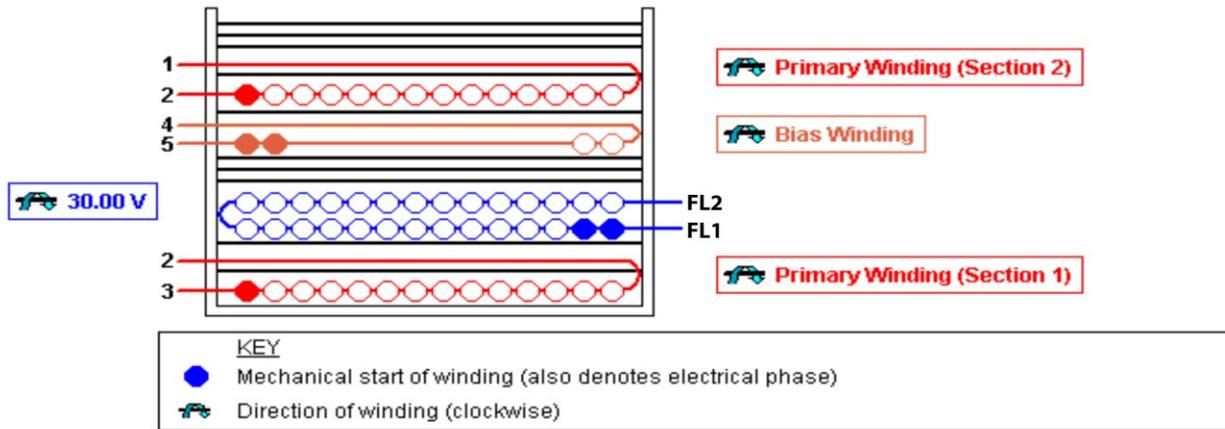


그림 8 - 트랜스포머 제작 구성도

### 8.5 트랜스포머 구성

보빈 준비	보빈 품목 [2]를 핀 측이 왼쪽으로 오도록 배치합니다. 권선 방향은 시계 방향입니다.
1 차측 권선 1	3번 핀에서 시작하여 1 레이어에서 [6] 항목을 왼쪽에서 오른쪽으로 23회(x1 가닥) 감습니다. 1 차측 각 권선 레이어 사이에서 테이프 [4] 항목을 한 겹 추가합니다. 마지막 레이어에서 보빈 전체에 걸쳐 정렬 권선하십시오. 2번 핀에서 이 권선을 마무리합니다.
절연	절연을 위해 테이프 [3] 항목을 한 겹 추가합니다.
2 차측 권선	FL1 핀에서 시작하여 [7] 항목을 15회(x2 가닥) 감습니다. 보빈 전체에 걸쳐 고르게 정렬 권선합니다. 1 차측 권선과 같은 방향으로 감습니다. FL2 핀에서 이 권선을 마무리합니다.
절연	절연을 위해 테이프 [3] 항목을 세 겹 추가합니다.
바이어스 권선	5번 핀에서 시작하여 [8] 항목을 9회(x2 가닥) 감습니다. 1 차측 권선과 같은 방향으로 감습니다. 보빈 전체에 걸쳐 고르게 정렬 권선합니다. 4번 핀에서 이 권선을 마무리합니다.
절연	절연을 위해 테이프 [3] 항목을 한 겹 추가합니다.
1 차측 권선 2	2번 핀에서 시작하여 1 레이어에서 [6] 항목을 왼쪽에서 오른쪽으로 22회(x1 가닥) 감습니다. 1 차측 각 권선 레이어 사이에서 [4] 항목에 테이프를 한 겹 추가합니다. 마지막 레이어에서 보빈 전체에 걸쳐 정렬 권선하십시오. 1번 핀에서 이 권선을 마무리합니다.
절연	절연을 위해 테이프 [3] 항목을 세 겹 추가합니다.
최종 어셈블리	코어 반쪽을 조립하고 고정합니다. [1] 항목 및 [9] 항목. [5] 항목을 고르게 함침합니다. 진공 함침하지 마십시오.



## 9 트랜스포머 설계 스프레드시트

ACDC_LinkSwitch-PH_011111; Rev.1.2; Copyright Power Integrations 2011	입력	정보	출력	단위	LinkSwitch-PH_011111: 플라이백 트랜스포머 설계 스프레드시트
<b>애플리케이션 변수 입력</b>					
디밍이 필요함	No		No		디밍이 필요한 경우 [Yes]를 선택하고 필요하지 않으면 [No]를 선택합니다
VACMIN			90	V	최소 AC 입력 전압
VACMAX			265	V	최대 AC 입력 전압
fL			50	Hz	AC 메인 주파수
VO	30.00			V	풀 부하 시 LED 스트링의 일반 출력 전압
VO_MAX			33.00	V	예상되는 최대 LED 스트링 전압
VO_MIN			27.00	V	예상되는 최소 LED 스트링 전압
V_OVP			36.30	V	과전압 방지 설정 지점
IO	0.50				일반 풀 부하 LED 전류
PO			15.0	W	!!! 유니버설 입력의 경우 연속 출력 전력 PO_CONT 를 12W 미만으로 감소(또는 더 큰 LinkSwitch-PH 사용)
n	0.90		0.9		예상 동작 효율성
VB	17		17	V	바이어스 전압
<b>LinkSwitch-PH 변수 입력</b>					
LinkSwitch-PH	LNK417			유니버설	115 배전압/230V
선택한 디바이스		LNK417	출력	12W	5.5W
전류 제한 모드	RED		RED		감소 전류 제한 모드에는 "RED"를 선택하고 최대 전류 제한 모드에는 "FULL"을 선택합니다
ILIMITMIN			1.42	A	최소 전류 제한
ILIMITMAX			1.66	A	최대 전류 제한
fS			66000	Hz	스위칭 주파수
fSmin			62000	Hz	최소 스위칭 주파수
fSmax			70000	Hz	최대 스위칭 주파수
IV			38.7	uA	V 핀 전류
RV			3.909	M-ohms	상단 V 핀 저항
RV2			1.402	M-ohms	하단 V 핀 저항
IFB			126.3	uA	FB 핀 전류(85uA<IFB<210uA)
RFB1			110.8	k-ohms	FB 핀 저항
VDS			10	V	LinkSwitch-PH ON 상태 드레인과 소스 간 전압
VD	0.50			V	출력 권선 다이오드 순방향 전압 강하(쇼트키에는 0.5V 및 PN 다이오드에는 0.8V)
VDB	0.70			V	바이어스 권선 다이오드 순방향 전압 강하
<b>주요 설계 파라미터</b>					
KP	0.78		0.78		피크 전류에 대한 리플 비(PF>0.9, 0.4<KP<0.9)
LP			1603	uH	1 차측 인덕턴스
VOR	91.50		91.5	V	권선비에 의해 발생된 전압
예상 IO(평균)			0.48	A	예상 평균 출력 전류
KP_VACMAX			1.02		VACMAX 에서의 예상 리플 전류 비
TON_MIN			2.28	us	최대 AC 입력 전압에서 최소 온 타임
PCLAMP			0.12	W	1 차측 클램프의 예상 전력 소모
<b>트랜스포머 코어/구성 변수 입력</b>					
코어 유형	RM10		RM10		
보빈		RM10_BOBBIN		P/N:	CPV-RM10-1S-12PD
AE			0.966	cm^2	코어 유효 단면적
LE			4.46	cm	코어 유효 경로 길이
AL			4050	nH/T^2	갭이 없는 코어 유효 인덕턴스



BW	10.0		10	mm	보빈의 실제 권선 폭
M			0	mm	안전 마진 폭(1 차와 2 차 사이 연면 거리의 1/2)
L	2.00		2		1 차측 레이어 수
NS	15		15		2 차측 턴 수
<b>DC 입력 전압 파라미터</b>					
VMIN			127	V	VACMIN 에서 피크 입력 전압
VMAX			375	V	VACMAX 에서 피크 입력 전압
<b>전류 파형 파라미터</b>					
DMAX			0.44		VACMIN 피크에서 최소 듀티 사이클
IAVG			0.17	A	평균 1 차측 전류
IP			0.81	A	피크 1 차측 전류(최소 입력 전압 VACMIN 에서 계산)
IRMS			0.28	A	1 차측 RMS 전류(최소 입력 전압 VACMIN 에서 계산)
<b>트랜스포머 1 차측 설계 파라미터</b>					
LP			1603	uH	1 차측 인덕턴스
NP			45		1 차측 권선 턴 수
NB			9		바이어스 권선 턴 수
ALG			792	nH/T^2	갭이 있는 코어 유효 인덕턴스
BM			2986	가우스	PO, VMIN(BM<3100)에서 최대 자속 밀도
BP			3613	가우스	피크 자속 밀도(BP<3700)
BAC			1164	가우스	코어 손실 곡선의 AC 자속 밀도(0.5 X 피크 간)
ur			1488		갭이 없는 코어의 비투자율
LG			0.12	mm	갭 길이(Lg > 0.1mm)
BWE			20	mm	유효 보빈 폭
OD			0.44	mm	최대 1 차측 전선 직경(절연 포함)
INS			0.06	mm	총 절연 예상 두께(= 2 * 필름 두께)
DIA			0.38	mm	베어 컨덕터 직경
AWG			27	AWG	1 차 전선 굵기(그 다음으로 작은 표준 AWG 값으로 반올림됨)
CM			203	Cmils	베어 컨덕터 유효 면적(Circular mils 단위)
CMA		경고	724	Cmils/Amp	!!! DECREASE CMA(200 < CMA < 600) L 감소(1 차측 레이어), NS 증가, 더 작은 코어
LP_TOL			10		1 차측 인덕턴스 오차
<b>트랜스포머 2 차측 설계 파라미터(단일 출력 환산)</b>					
<b>목음 파라미터</b>					
ISP			2.43	A	2 차측 피크 전류
ISRMS			0.90	A	2 차측 RMS 전류
IRIPPLE			0.75	A	출력 커패시터 RMS 리플 전류
CMS			180	Cmils	2 차측 베어 컨덕터 최소 써클러 밀
AWGS			27	AWG	2 차측 전선 게이지(그 다음으로 큰 표준 AWG 값으로 반올림됨)
DIAS			0.36	mm	2 차측 최소 베어 컨덕터 직경
ODS			0.67	mm	2 차측 3 중 절연 와이어의 최대 외부 직경
<b>전압 스트레스 파라미터</b>					
VDRAIN			566	V	최대 LED 스트링 전압을 추측하는 예상 최대 드레인 전압(누설 인덕턴스 효과 포함)
PIVS			161	V	출력 정류기 최대 피크 역 전압(VOVP 에서 계산됨, 누설 인덕턴스 스파이크 제외)
PIVB			93	V	바이어스 정류기 최대 피크 역 전압(VOVP 에서 계산됨, 누설 인덕턴스 스파이크 제외)
<b>미세 조정(프로토타입에서 측정된 값 입력)</b>					
<b>V 핀 저항 미세 조정</b>					
RV1			3.91	M-ohms	상단 V 핀 저항 값
RV2			1.40	M-ohms	하단 V 핀 저항 값
VAC1			115.0	V	테스트 입력 전압 조건 1
VAC2			230.0	V	테스트 입력 전압 조건 2
IO_VAC1			0.50	A	VAC1 에서 측정된 출력 전류



IO_VAC2			0.50	A	VAC2 에서 측정된 출력 전류
RV1(새 값)			3.91	M-ohms	새 RV1 값
RV2(새 값)			1.40	M-ohms	새 RV2 값
V_OV			318.3	V	OV 쉷다운이 트리거될 때의 일반 AC 입력 전압
V_UV			70.8	V	파워 서플라이를 스타트업할 수 있는 범위를 벗어난 경우의 일반 AC 입력 전압
<b>FB 핀 저항 미세 조정</b>					
RFB1			111	k-ohms	상단 FB 핀 저항 값
RFB2			1E+012	k-ohms	하단 FB 핀 저항 값
VB1			15.3	V	테스트 바이어스 전압 조건 1
VB2			18.7	V	테스트 바이어스 전압 조건 2
IO1			0.50	A	Vb1 에서 측정된 출력 전류
IO2			0.50	A	Vb2 에서 측정된 출력 전류
RFB1(새 값)			110.8	k-ohms	새 RFB1 값
RFB2(새 값)			1.00E+12	k-ohms	새 RFB2 값



## 10 성능 데이터

모든 측정은 실온에서 수행됩니다.

### 10.1 효율

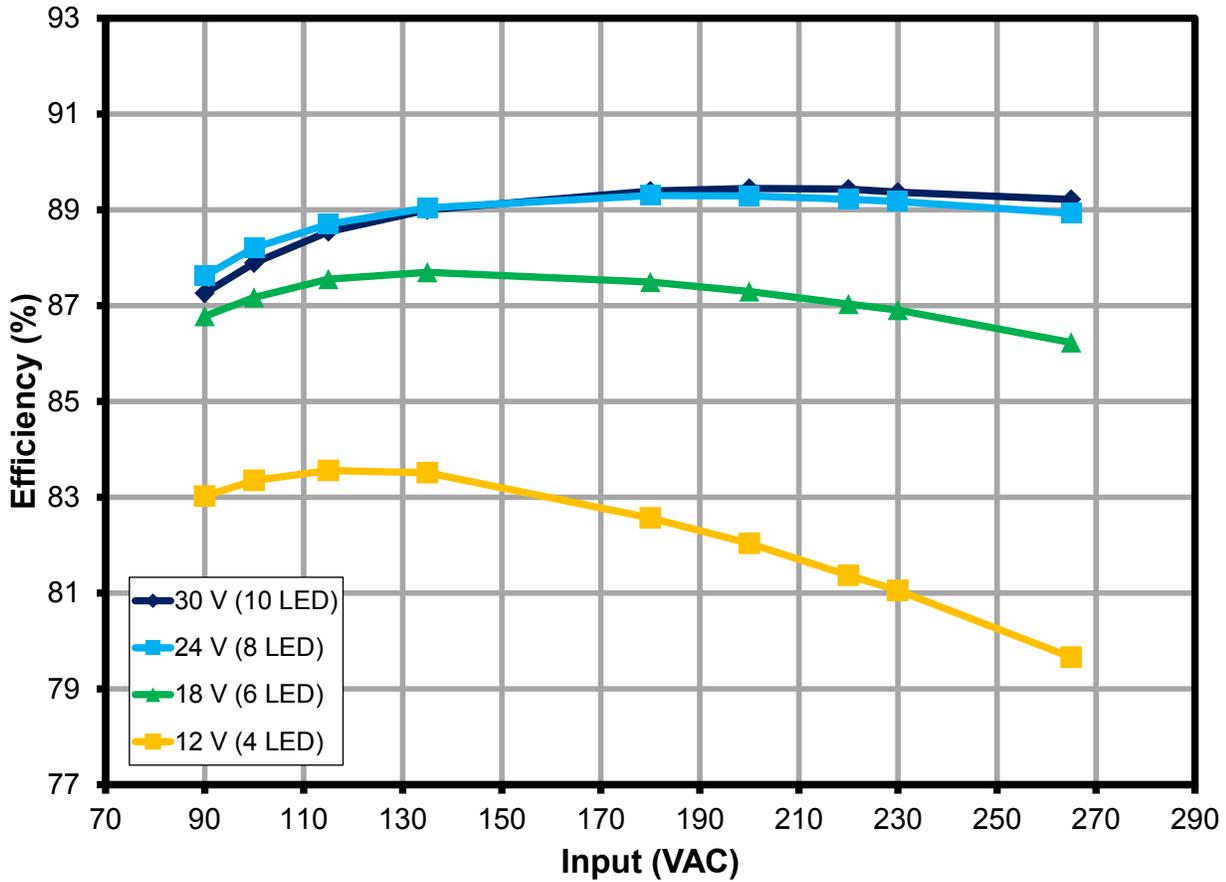


그림 9 - 다양한 LED 부하 및 라인 입력에서의 효율성 선도



### 10.2 입력 및 부하 레귤레이션

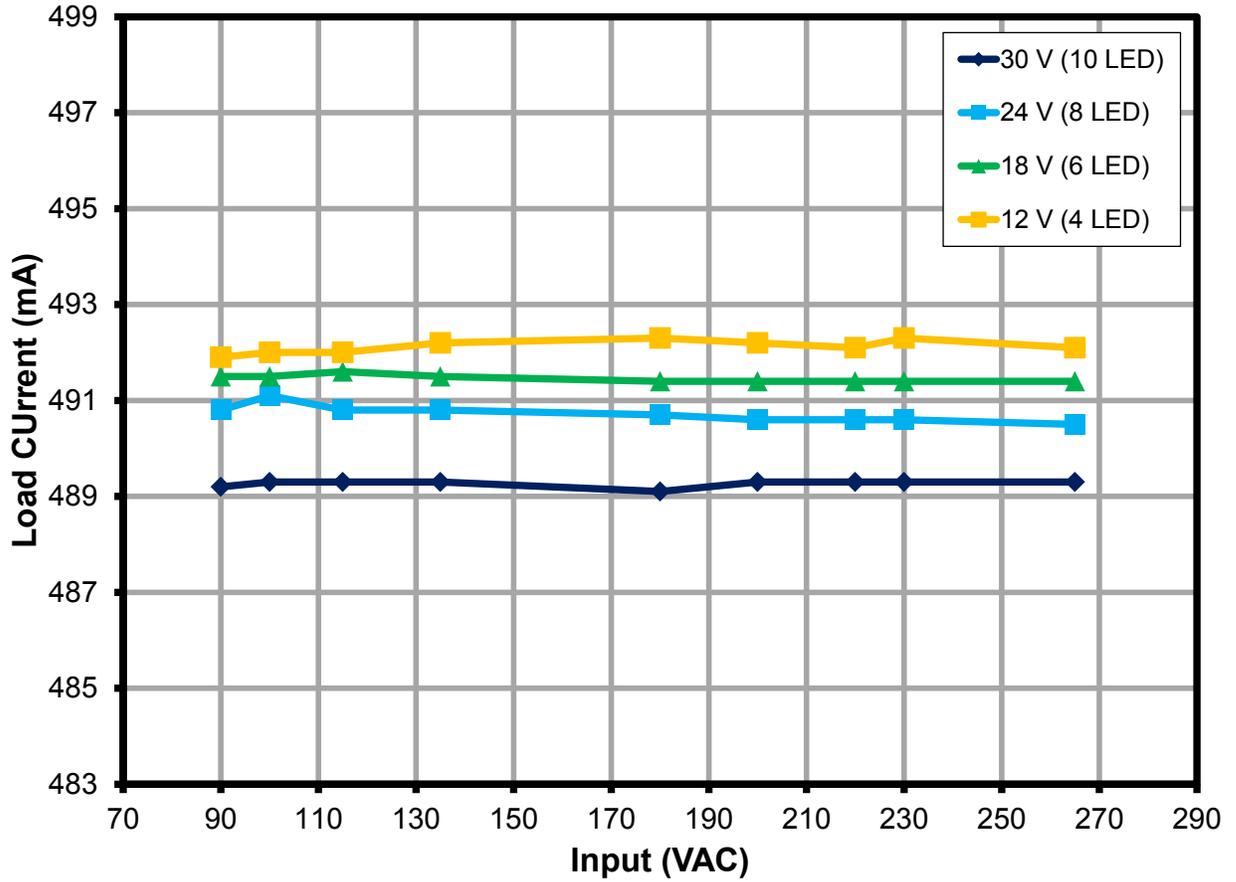


그림 10 - 다양한 LED 부하 및 라인 입력 라인 레귤레이션, 실온



10.3 역률

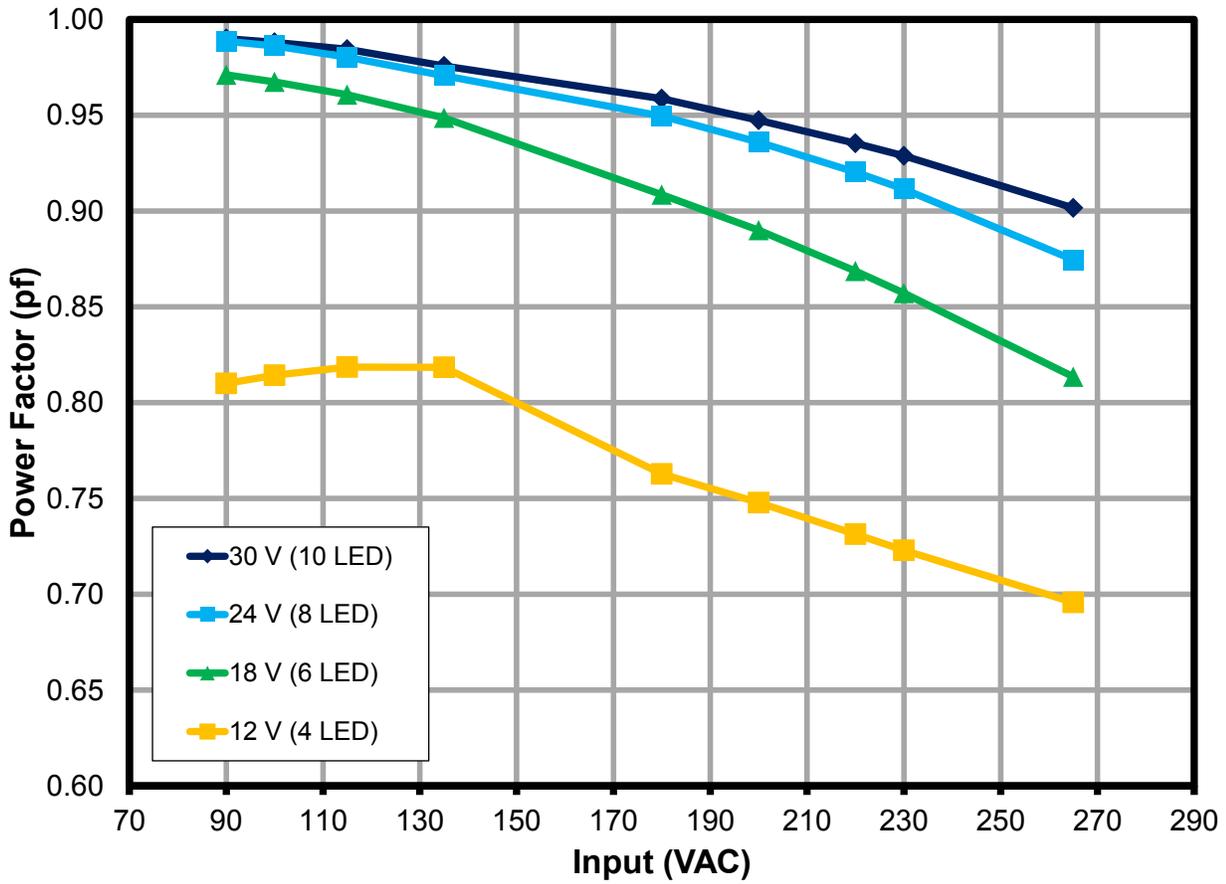


그림 11 - 역률과 라인 입력 비교, 실온



## 10.4 테스트 데이터

### 10.4.1 30 V (10 LED)

입력		입력 측정					부하 측정			계산			범위 측정
VAC (V <sub>RMS</sub> )	주파수 (Hz)	V <sub>IN</sub> (V <sub>RMS</sub> )	I <sub>IN</sub> (mA <sub>RMS</sub> )	P <sub>IN</sub> (W)	PF	%ATHD	V <sub>OUT</sub> (V <sub>DC</sub> )	I <sub>OUT</sub> (mA <sub>DC</sub> )	P <sub>OUT</sub> (W)	P <sub>CAL</sub> (W)	효율성 (%)	손실 (W)	리플 Pk-pk
90	60	89.89	185.20	16.480	0.990	12.67	29.2700	489.300	14.380	14.32	87.26	2.10	319
100	60	99.93	165.73	16.362	0.988	13.62	29.2700	489.300	14.380	14.32	87.89	1.98	317.8
115	60	114.94	143.55	16.241	0.984	15.02	29.2700	489.300	14.380	14.32	88.54	1.86	312.1
135	60	134.91	122.67	16.146	0.976	18.54	29.2600	489.100	14.370	14.31	89.00	1.78	304.5
180	50	179.91	93.28	16.087	0.959	22.68	29.2600	489.300	14.380	14.32	89.39	1.71	338.3
200	50	199.90	84.90	16.077	0.947	24.56	29.2500	489.300	14.380	14.31	89.44	1.70	332.4
220	50	219.96	78.16	16.079	0.935	25.62	29.2500	489.300	14.380	14.31	89.43	1.70	326.4
230	50	229.90	75.30	16.080	0.929	25.97	29.2500	489.300	14.370	14.31	89.37	1.71	325.6
265	50	264.98	67.38	16.096	0.902	26.94	29.2500	489.000	14.360	14.30	89.21	1.74	317.3

### 10.4.2 24 V(8 LED)

입력		입력 측정					부하 측정			계산			범위 측정
VAC (V <sub>RMS</sub> )	주파수 (Hz)	V <sub>IN</sub> (V <sub>RMS</sub> )	I <sub>IN</sub> (mA <sub>RMS</sub> )	P <sub>IN</sub> (W)	PF	%ATHD	V <sub>OUT</sub> (V <sub>DC</sub> )	I <sub>OUT</sub> (mA <sub>DC</sub> )	P <sub>OUT</sub> (W)	P <sub>CAL</sub> (W)	효율성 (%)	손실 (W)	리플 Pk-pk
90	60	89.90	149.34	13.273	0.989	12.06	23.5700	490.800	11.630	11.57	87.62	1.64	375.9
100	60	99.94	133.90	13.196	0.986	12.97	23.5700	491.100	11.640	11.58	88.21	1.56	372.3
115	60	114.95	116.37	13.112	0.980	15.4	23.5600	490.800	11.630	11.56	88.70	1.48	365.5
135	60	134.92	99.66	13.050	0.971	18.11	23.5600	490.800	11.620	11.56	89.04	1.43	357.3
180	50	179.91	76.24	13.024	0.950	21.47	23.5500	490.700	11.630	11.56	89.30	1.39	400.7
200	50	199.90	69.62	13.025	0.936	22.51	23.5500	490.600	11.630	11.55	89.29	1.40	397.5
220	50	219.97	64.40	13.035	0.920	23.2	23.5500	490.600	11.630	11.55	89.22	1.41	390.5
230	50	229.91	62.24	13.042	0.911	23.45	23.5500	490.600	11.630	11.55	89.17	1.41	385.9
265	50	264.99	56.39	13.067	0.875	24.34	23.5500	490.500	11.620	11.55	88.93	1.45	378.5

### 10.4.3 18 V (6 LED)

입력		입력 측정					부하 측정			계산			범위 측정
VAC (V <sub>RMS</sub> )	주파수 (Hz)	V <sub>IN</sub> (V <sub>RMS</sub> )	I <sub>IN</sub> (mA <sub>RMS</sub> )	P <sub>IN</sub> (W)	PF	%ATHD	V <sub>OUT</sub> (V <sub>DC</sub> )	I <sub>OUT</sub> (mA <sub>DC</sub> )	P <sub>OUT</sub> (W)	P <sub>CAL</sub> (W)	효율성 (%)	손실 (W)	리플 Pk-pk
90	60	89.91	116.41	10.164	0.971	10.58	17.7600	491.500	8.820	8.73	86.78	1.34	496.6
100	60	99.95	104.64	10.118	0.967	10.83	17.7600	491.500	8.820	8.73	87.17	1.30	492.8
115	60	114.96	91.22	10.074	0.961	11.53	17.7600	491.600	8.820	8.73	87.55	1.25	486.1
135	60	134.93	78.48	10.046	0.949	12.76	17.7600	491.500	8.810	8.73	87.70	1.24	479
180	50	179.92	61.68	10.081	0.909	16.33	17.7500	491.400	8.820	8.72	87.49	1.26	533.8
200	50	199.91	56.79	10.104	0.890	17.29	17.7500	491.400	8.820	8.72	87.29	1.28	526.7
220	50	219.98	53.03	10.134	0.869	18.32	17.7500	491.400	8.820	8.72	87.03	1.31	516.5
230	50	229.92	51.51	10.149	0.857	18.93	17.7500	491.400	8.820	8.72	86.91	1.33	514.4
265	50	265.00	47.39	10.217	0.814	21.87	17.7500	491.400	8.810	8.72	86.23	1.41	494.7



10.4.4 12 V(4 LED)

입력		입력 측정					부하 측정			계산			범위 측정
VAC (V <sub>RMS</sub> )	주파수 (Hz)	V <sub>IN</sub> (V <sub>RMS</sub> )	I <sub>IN</sub> (mA <sub>RMS</sub> )	P <sub>IN</sub> (W)	PF	%ATHD	V <sub>OUT</sub> (V <sub>DC</sub> )	I <sub>OUT</sub> (mA <sub>DC</sub> )	P <sub>OUT</sub> (W)	P <sub>CAL</sub> (W)	효율성 (%)	손실 (W)	리플 Pk-pk
90	60	89.93	98.67	7.187	0.810	39.9	11.8300	491.900	5.967	5.82	83.02	1.22	837
100	60	99.96	87.88	7.153	0.814	38.31	11.8300	492.000	5.962	5.82	83.35	1.19	811
115	60	114.97	75.75	7.128	0.819	36.05	11.8400	492.000	5.956	5.83	83.56	1.17	778
135	60	134.94	64.53	7.127	0.818	33.43	11.8400	492.200	5.952	5.83	83.51	1.18	742
180	50	179.93	52.58	7.216	0.763	35.19	11.8300	492.300	5.958	5.82	82.57	1.26	794
200	50	199.92	48.55	7.259	0.748	35.11	11.8400	492.200	5.955	5.83	82.04	1.30	769
220	50	219.98	45.43	7.310	0.731	35.98	11.8400	492.100	5.948	5.83	81.37	1.36	748
230	50	229.93	44.14	7.337	0.723	36.71	11.8400	492.300	5.947	5.83	81.05	1.39	733
265	50	265.00	40.39	7.448	0.696	40	11.8500	492.100	5.933	5.83	79.66	1.52	686



## 11 고조파 데이터

30V(10 LED)로 측정된 C 클래스 기준을 통과한 설계입니다.

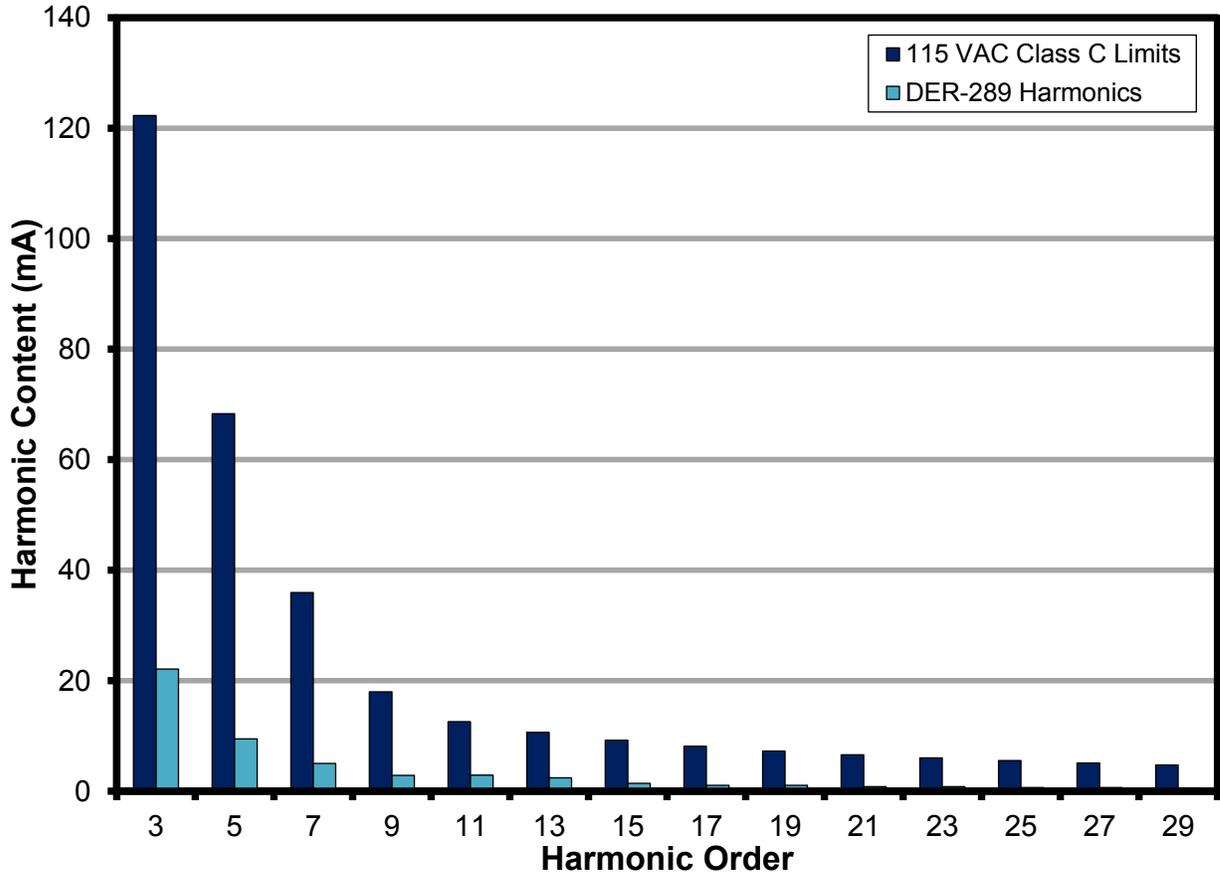


그림 12 - 115VAC 고조파, 실온, 풀 부하



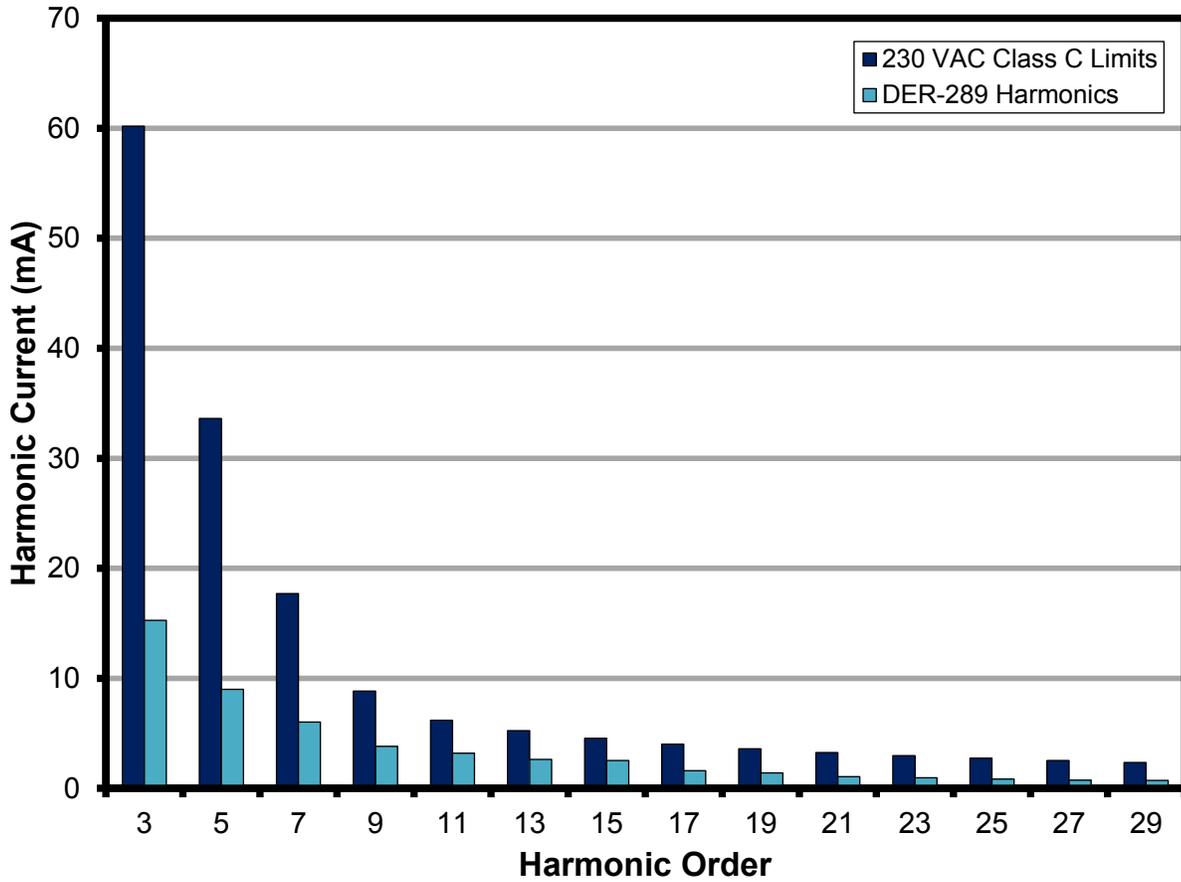


그림 13 - 230VAC 고조파, 실온, 풀 부하

V <sub>IN</sub> = 115VAC		
THD(%)	제한치(%)	마진(%)
16	33	16
V <sub>IN</sub> = 230VAC		
THD(%)	제한치(%)	마진(%)
26	33	6



## 12 30V(10 LED)로 측정된 파형

### 12.1 입력 라인 전압 및 전류

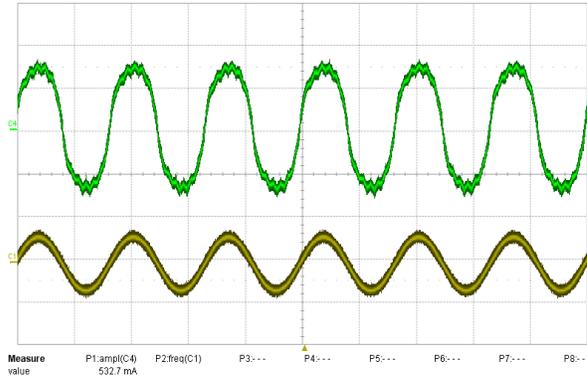


그림 14 – 90VAC, 풀 부하.  
위:  $I_{IN}$ , 0.2A/div  
아래:  $V_{IN}$ , 200V, 10ms/div

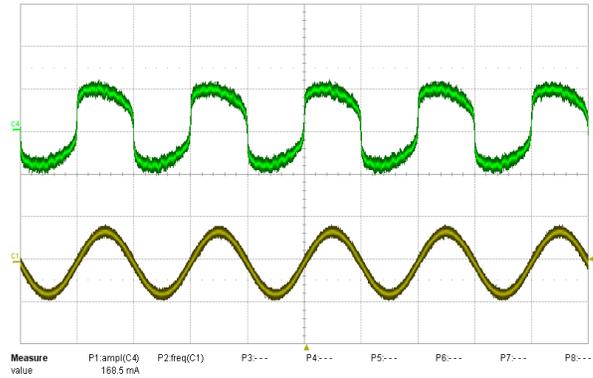


그림 15 – 265VAC, 풀 부하.  
위:  $I_{IN}$ , 0.1A/div  
아래:  $V_{IN}$ , 500V/div, 10ms/div

### 12.2 드레인 전압 및 전류

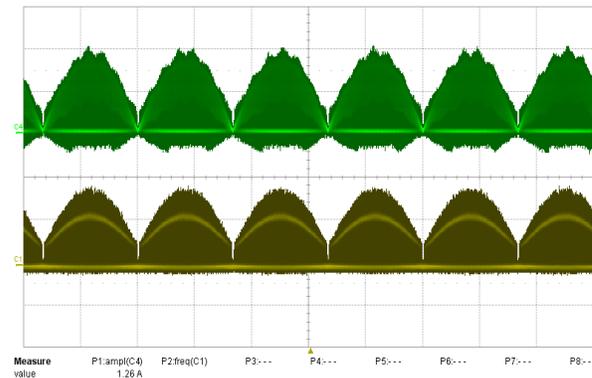


그림 16 – 90VAC, 풀 부하.  
위:  $I_{DRAIN}$ , 0.5A/div  
아래:  $V_{DRAIN}$ , 200V, 5ms/div

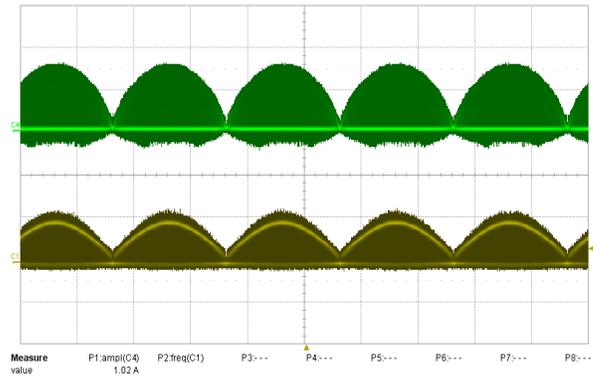


그림 17 – 265VAC, 풀 부하.  
위:  $I_{DRAIN}$ , 0.5A/div  
아래:  $V_{DRAIN}$ , 500V/div, 5ms/div



### 12.3 출력 전압 및 전류 스타트업

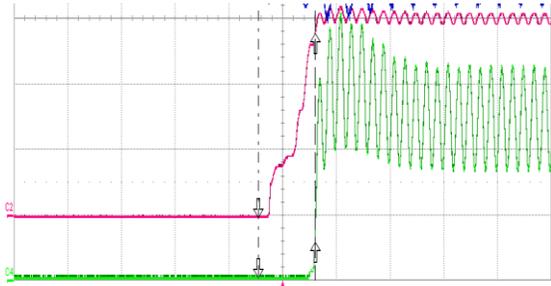


그림 18 – 115VAC, 풀 부하.  
 위:  $V_{OUT}$ , 10V, 5ms/div  
 아래:  $I_{OUT}$ , 100mA/div

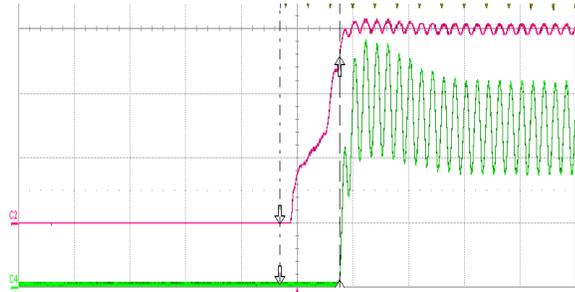


그림 19 – 230VAC, 풀 부하.  
 위:  $V_{OUT}$ , 10V, 5ms/div  
 아래:  $I_{OUT}$ , 100mA/div

### 12.4 출력 전압 및 리플 전류

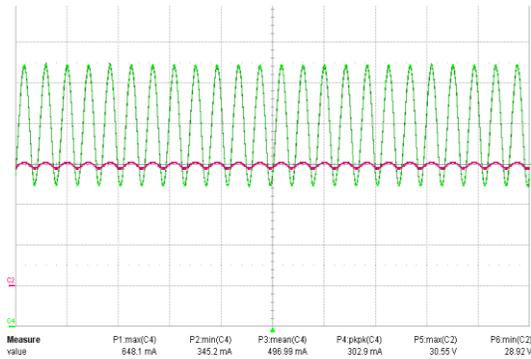


그림 20 – 115VAC, 풀 부하.  
 위:  $I_{OUT}$ , 100mA/div  
 아래:  $V_{OUT}$ , 10 V, 5ms/div

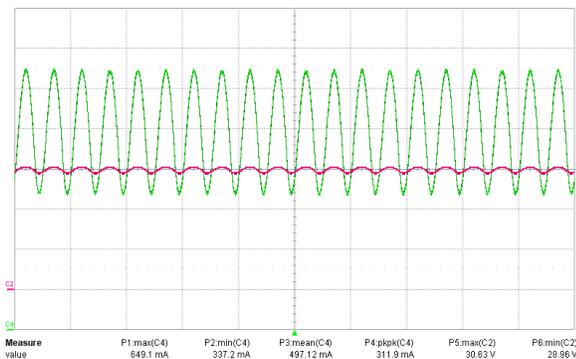


그림 21 – 230VAC, 풀 부하.  
 위:  $I_{OUT}$ , 100mA/div  
 아래:  $V_{OUT}$ , 10 V, 5ms/div



### 12.5 출력 정류기 전압 및 전류

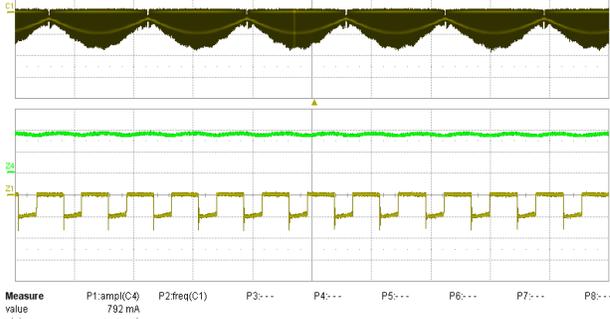


그림 22 – 110VAC, 풀 부하  
 위:  $I_{RIPPLE}$ , 0.5A/div  
 아래:  $V_{DIODE}$ , 100V, 5ms/200 $\mu$ s/div

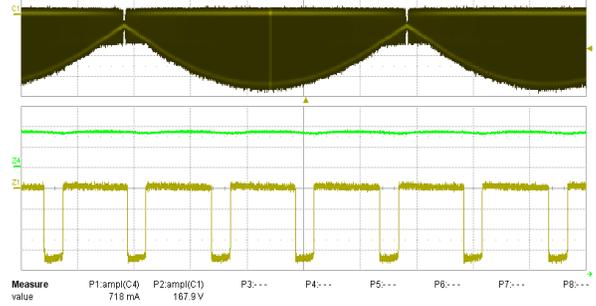


그림 23 – 265VAC, 풀 부하  
 위:  $I_{RIPPLE}$ , 0.5A/div  
 아래:  $V_{DIODE}$ , 100V, 5ms/200 $\mu$ s/div

### 12.6 출력 쇼트 상태의 출력 전류 및 드레인 전압

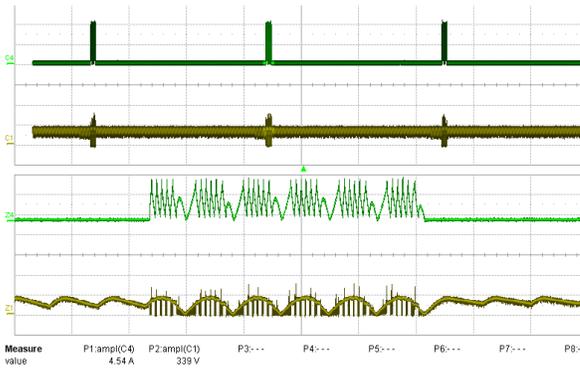


그림 24 – 90VAC, 풀 부하.  
 위:  $I_{OUT}$ , 2A/div  
 아래:  $V_{DRAIN}$ , 200V, 500ms/div

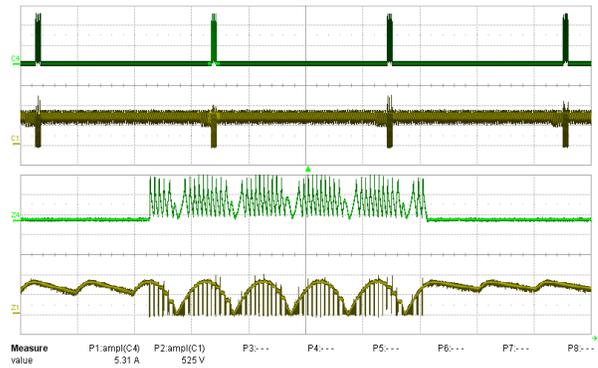


그림 25 – 265VAC, 풀 부하  
 위:  $I_{OUT}$ , 2A/div  
 아래:  $V_{DRAIN}$ , 200V, 500ms/div

### 12.7 출력 쇼트 상태의 출력 전류 및 출력 전압

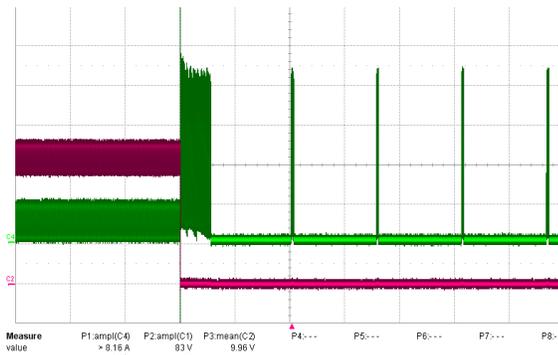


그림 26 – 110VAC, 풀 부하  
 위:  $I_{OUT}$ , 1A/div  
 아래:  $V_{DRAIN}$ , 10V, 1s/div



### 12.8 오픈 부하 출력 전압

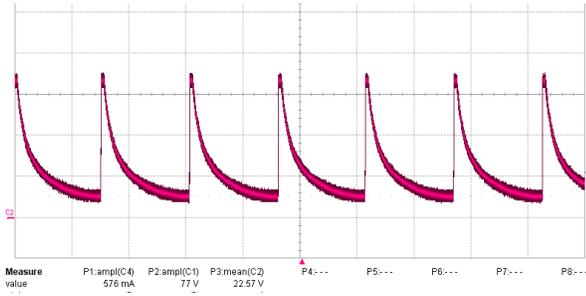


그림 27 – 출력 전압: 110VAC.  
V<sub>OUT</sub>, 20V/div, 1s/div

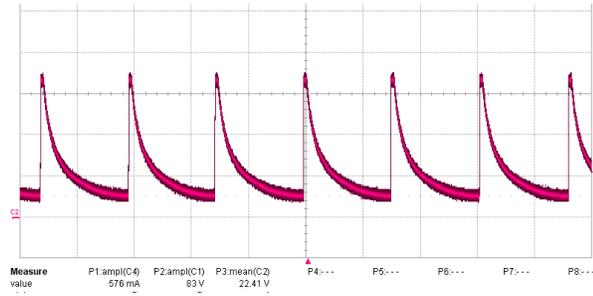


그림 28 – 출력 전압: 230VAC.  
V<sub>OUT</sub>, 20V/div, 1s/div

참고: 오픈 부하 상태에서 OV 셧다운 기능은 SELV 제한(45V)을 초과하는 출력 전압을 방지하도록 설계되어 있습니다. 그러나 이 기능은 출력 커패시터의 정격 전압이 고장 조건에 허용되는 범위를 초과한 경우에 동작합니다.



### 13 라인 서지

디퍼렌셜 및 커먼 입력 라인 200A 링 웨이브 테스트는 단일 테스트 유닛에서 IEC61000-4-5 를 대상으로 완료되었으며 입력 전압은 230VAC/60Hz 로 설정되었습니다. 출력은 풀 부하 상태에서 로드되었고 다음 각 서지 이벤트에서 동작이 검증되었습니다.

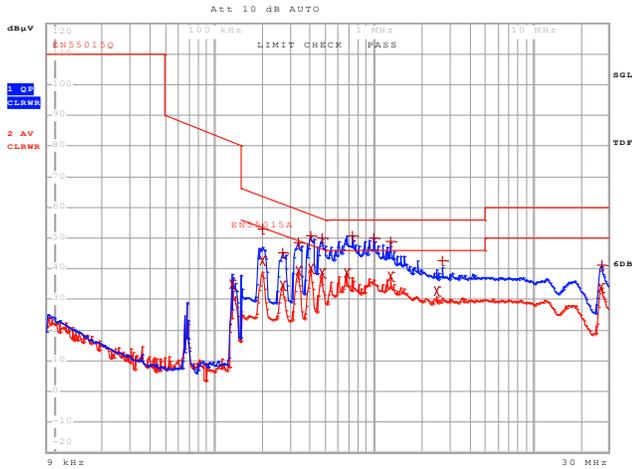
서지 레벨 (V)	입력 전압 (VAC)	주입 위치	주입 위상 (°)	테스트 결과 (통과/불합격)
2500	230	L~N	90	통과
2500	230	L~N	90	통과
2500	230	L~PE	90	통과
2500	230	L~PE	90	통과
2500	230	N-PE	90	통과
2500	230	N-PE	90	통과

모든 테스트 조건에서 장치가 통과했습니다.



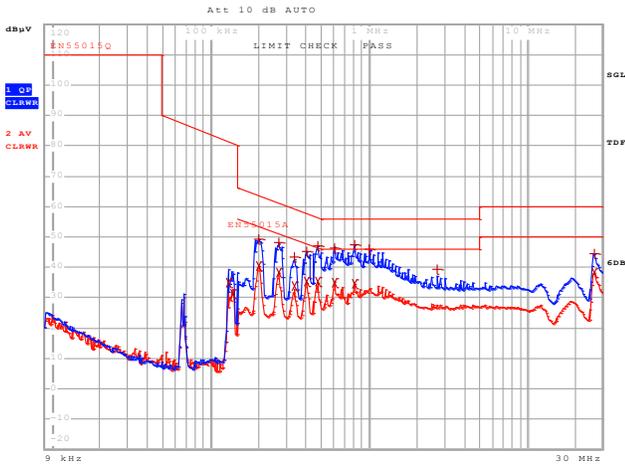
### 14 30V(10 LED)로 측정된 전도성 EMI

참고: 규격 마진 표를 참조하십시오. 파란색 선은 피크 측정치이며, 제한 선은 쿼지 피크를 나타냅니다.



EDIT PEAK LIST (Final Measurement Results)			
TRACE	FREQUENCY	LEVEL dBμV	DELTA LIMIT dB
Trace1:	EN55015Q		
Trace2:	EN55015A		
Trace3:	---		
2 Average	129.530094744 kHz	35.95	L1 gnd
1 Quasi Peak	200.175581485 kHz	52.81	N gnd -10.79
2 Average	202.1773373 kHz	42.64	N gnd -10.87
1 Quasi Peak	269.806440381 kHz	45.18	L1 gnd -15.93
2 Average	269.806440381 kHz	34.74	L1 gnd -16.38
1 Quasi Peak	335.832355405 kHz	48.52	L1 gnd -10.78
2 Average	335.832355405 kHz	39.33	L1 gnd -9.97
1 Quasi Peak	401.705024172 kHz	50.78	L1 gnd -7.03
2 Average	401.705024172 kHz	39.84	L1 gnd -7.97
1 Quasi Peak	471.030732902 kHz	49.88	N gnd -6.61
2 Average	471.030732902 kHz	38.39	N gnd -8.09
1 Quasi Peak	673.936068749 kHz	50.60	L1 gnd -5.39
2 Average	673.936068749 kHz	38.39	L1 gnd -7.60
1 Quasi Peak	1.00339897152 MHz	49.91	L1 gnd -6.08
1 Quasi Peak	1.27405044044 MHz	48.88	N gnd -7.11
2 Average	1.27405044044 MHz	37.38	N gnd -8.61
2 Average	2.48152506244 MHz	32.47	N gnd -13.52
1 Quasi Peak	2.68713605405 MHz	42.58	N gnd -13.41
1 Quasi Peak	26.4975442467 MHz	40.33	L1 gnd -19.67
2 Average	26.4975442467 MHz	33.40	L1 gnd -16.59

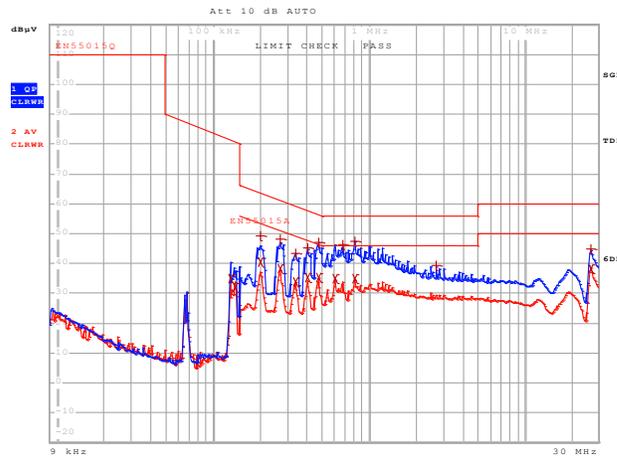
그림 29 – 전도성 EMI, 최대 정상 상태 부하, 230VAC, 입력, 60Hz 및 EN55015 B 제한값



EDIT PEAK LIST (Final Measurement Results)			
TRACE	FREQUENCY	LEVEL dBμV	DELTA LIMIT dB
Trace1:	EN55015Q		
Trace2:	EN55015A		
Trace3:	---		
2 Average	129.530094744 kHz	34.89	N gnd
2 Average	138.873793737 kHz	31.26	N gnd
1 Quasi Peak	202.1773373 kHz	49.31	L1 gnd -14.20
2 Average	202.1773373 kHz	40.53	L1 gnd -12.99
1 Quasi Peak	269.806440381 kHz	48.00	L1 gnd -13.12
2 Average	269.806440381 kHz	38.13	L1 gnd -12.98
1 Quasi Peak	335.832355405 kHz	43.28	N gnd -16.02
2 Average	335.832355405 kHz	33.71	N gnd -15.58
1 Quasi Peak	401.705024172 kHz	45.29	L1 gnd -12.52
2 Average	401.705024172 kHz	35.13	L1 gnd -12.68
1 Quasi Peak	471.030732902 kHz	47.20	N gnd -9.28
2 Average	471.030732902 kHz	35.35	N gnd -11.13
1 Quasi Peak	604.06488251 kHz	46.47	L1 gnd -9.52
2 Average	604.06488251 kHz	34.78	L1 gnd -11.21
1 Quasi Peak	806.126927408 kHz	47.44	L1 gnd -8.55
2 Average	806.126927408 kHz	34.72	L1 gnd -11.28
1 Quasi Peak	1.00339897152 MHz	46.12	L1 gnd -9.87
1 Quasi Peak	2.68713605405 MHz	39.24	N gnd -16.75
1 Quasi Peak	26.4975442467 MHz	44.55	N gnd -15.44
2 Average	26.4975442467 MHz	38.30	L1 gnd -11.69

그림 30 – 전도성 EMI, 최대 정상 상태 부하, 110VAC, 입력, 60Hz 및 EN55015 B 제한값





EDIT PEAK LIST (Final Measurement Results)

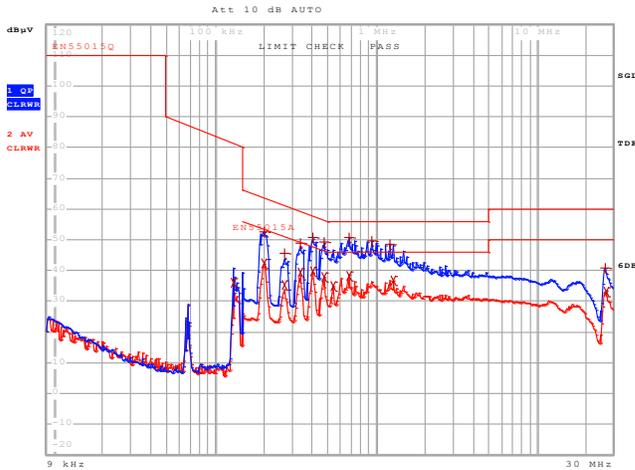
Trace1: EN55015Q

Trace2: EN55015A

Trace3: ---

TRACE	FREQUENCY	LEVEL dBuV	DELTA LIMIT dB
2 Average	29.530094744 kHz	35.08 N gnd	
2 Average	138.873793737 kHz	32.16 N gnd	
1 Quasi Peak	202.1773373 kHz	49.32 L1 gnd	-14.19
2 Average	202.1773373 kHz	40.56 L1 gnd	-12.96
1 Quasi Peak	269.806440381 kHz	48.00 L1 gnd	-13.12
2 Average	269.806440381 kHz	38.19 L1 gnd	-12.92
1 Quasi Peak	335.832355405 kHz	43.26 N gnd	-16.04
2 Average	335.832355405 kHz	33.71 N gnd	-15.58
1 Quasi Peak	401.705024172 kHz	45.34 L1 gnd	-12.47
2 Average	401.705024172 kHz	35.24 L1 gnd	-12.57
1 Quasi Peak	471.030732902 kHz	47.17 N gnd	-9.32
2 Average	471.030732902 kHz	35.36 N gnd	-11.13
2 Average	604.06488251 kHz	34.86 L1 gnd	-11.13
1 Quasi Peak	673.936068749 kHz	46.31 N gnd	-9.68
1 Quasi Peak	806.126927408 kHz	47.47 L1 gnd	-8.52
2 Average	806.126927408 kHz	34.78 L1 gnd	-11.21
1 Quasi Peak	2.68713605405 MHz	39.33 N gnd	-16.67
1 Quasi Peak	26.4975442467 MHz	44.69 L1 gnd	-15.30
2 Average	26.4975442467 MHz	38.39 L1 gnd	-11.60

그림 31 - 전도성 EMI, 최대 정상 상태 부하, 110VAC, 뉴트럴, 60Hz 및 EN55015 B 제한값



EDIT PEAK LIST (Final Measurement Results)

Trace1: EN55015Q

Trace2: EN55015A

Trace3: ---

TRACE	FREQUENCY	LEVEL dBuV	DELTA LIMIT dB
2 Average	29.530094744 kHz	35.87 N gnd	
1 Quasi Peak	202.1773373 kHz	52.66 N gnd	-10.85
2 Average	202.1773373 kHz	42.36 N gnd	-11.15
1 Quasi Peak	269.806440381 kHz	45.66 L1 gnd	-15.45
2 Average	269.806440381 kHz	35.44 L1 gnd	-15.68
1 Quasi Peak	335.832355405 kHz	48.74 L1 gnd	-10.56
2 Average	335.832355405 kHz	39.49 L1 gnd	-9.81
1 Quasi Peak	401.705024172 kHz	50.62 L1 gnd	-7.18
2 Average	401.705024172 kHz	39.57 N gnd	-8.24
1 Quasi Peak	471.030732902 kHz	49.08 N gnd	-7.40
2 Average	471.030732902 kHz	37.96 N gnd	-8.53
2 Average	536.076911993 kHz	34.96 N gnd	-11.03
1 Quasi Peak	673.936068749 kHz	50.80 L1 gnd	-5.19
2 Average	673.936068749 kHz	38.39 L1 gnd	-7.61
1 Quasi Peak	945.247220176 kHz	49.46 L1 gnd	-6.53
1 Quasi Peak	1.21221527836 MHz	48.43 N gnd	-7.57
2 Average	1.27405044044 MHz	36.86 N gnd	-9.13
1 Quasi Peak	26.4975442467 MHz	40.99 L1 gnd	-19.00
2 Average	26.7625196891 MHz	33.19 L1 gnd	-16.80

그림 32 - 전도성 EMI, 최대 정상 상태 부하, 230VAC, 뉴트럴, 60Hz 및 EN55015 B 제한값



15 부록 A – 2 차측 피드백 회로도

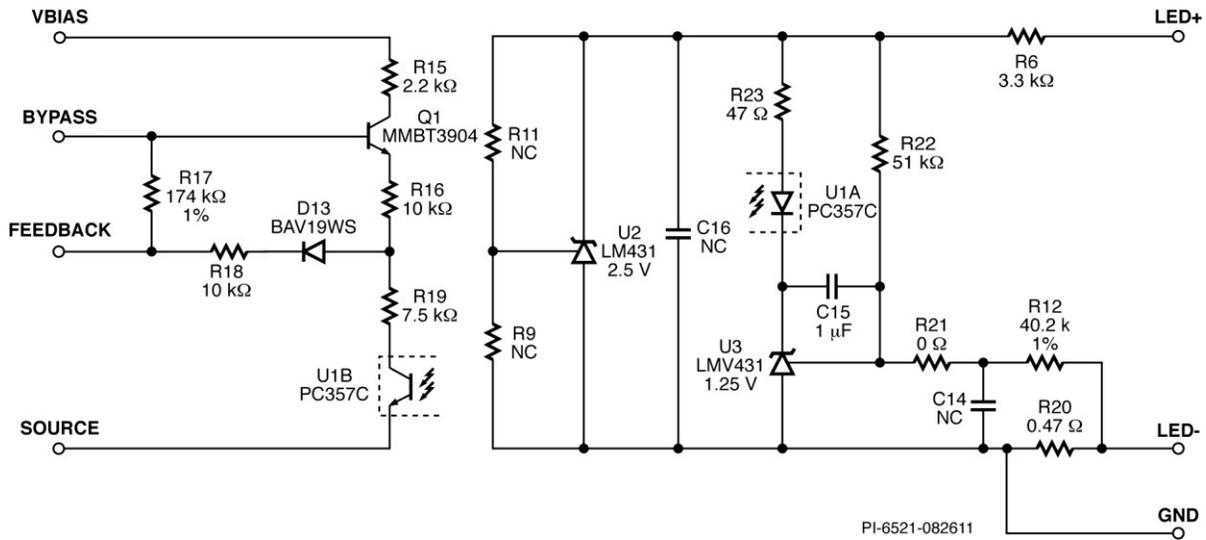


그림 33 – PCB 레이아웃 회로도는 그림 6 에 나와 있습니다



## 16 개정 내역

일자	작성자	개정	설명 및 변경 내용	검토 대상
2011-08-31	ME	1.0	최초 출시	애플리케이션 및 마케팅



**For the latest updates, visit our website: [www.powerint.com](http://www.powerint.com)**

Power Integrations reserves the right to make changes to its products at any time to improve reliability or manufacturability. Power Integrations does not assume any liability arising from the use of any device or circuit described herein. POWER INTEGRATIONS MAKES NO WARRANTY HEREIN AND SPECIFICALLY DISCLAIMS ALL WARRANTIES INCLUDING, WITHOUT LIMITATION, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE, AND NON-INFRINGEMENT OF THIRD PARTY RIGHTS.

**PATENT INFORMATION**

The products and applications illustrated herein (including transformer construction and circuits' external to the products) may be covered by one or more U.S. and foreign patents, or potentially by pending U.S. and foreign patent applications assigned to Power Integrations. A complete list of Power Integrations' patents may be found at [www.powerint.com](http://www.powerint.com). Power Integrations grants its customers a license under certain patent rights as set forth at <http://www.powerint.com/ip.htm>.

The PI Logo, TOPSwitch, TinySwitch, LinkSwitch, DPA-Switch, PeakSwitch, CAPZero, SENZero, LinkZero, HiperPFS, HiperTFS, HiperLCS, Qspeed, EcoSmart, Clampless, E-Shield, Filterfuse, StackFET, PI Expert and PI FACTS are trademarks of Power Integrations, Inc. Other trademarks are property of their respective companies. ©Copyright 2011 Power Integrations, Inc.

---

**Power Integrations Worldwide Sales Support Locations**

**WORLD HEADQUARTERS**

5245 Hellyer Avenue  
San Jose, CA 95138, USA.  
Main: +1-408-414-9200  
Customer Service:  
Phone: +1-408-414-9665  
Fax: +1-408-414-9765  
e-mail:  
[usasales@powerint.com](mailto:usasales@powerint.com)

**GERMANY**

Rueckertstrasse 3  
D-80336, Munich  
Germany  
Phone: +49-89-5527-3911  
Fax: +49-89-5527-3920  
e-mail:  
[eurosales@powerint.com](mailto:eurosales@powerint.com)

**JAPAN**

Kosei Dai-3 Building  
2-12-11, Shin-Yokohama,  
Kohoku-ku, Yokohama-shi,  
Kanagawa 222-0033  
Japan  
Phone: +81-45-471-1021  
Fax: +81-45-471-3717  
e-mail: [japansales@powerint.com](mailto:japansales@powerint.com)

**TAIWAN**

5F, No. 318, Nei Hu Rd., Sec. 1  
Nei Hu District  
Taipei 114, Taiwan R.O.C.  
Phone: +886-2-2659-4570  
Fax: +886-2-2659-4550  
e-mail:  
[taiwansales@powerint.com](mailto:taiwansales@powerint.com)

**CHINA (SHANGHAI)**

Rm 1601/1610, Tower 1  
Kerry Everbright City  
No. 218 Tianmu Road West  
Shanghai, P.R.C. 200070  
Phone: +86-021-6354-6323  
Fax: +86-021-6354-6325  
e-mail:  
[chinasales@powerint.com](mailto:chinasales@powerint.com)

**INDIA**

#1, 14<sup>th</sup> Main Road  
Vasanthanagar  
Bangalore-560052  
India  
Phone: +91-80-4113-8020  
Fax: +91-80-4113-8023  
e-mail:  
[indiasales@powerint.com](mailto:indiasales@powerint.com)

**KOREA**

RM 602, 6FL  
Korea City Air Terminal B/D, 159-6  
Samsung-Dong, Kangnam-Gu,  
Seoul, 135-728  
Korea  
Phone: +82-2-2016-6610  
Fax: +82-2-2016-6630  
e-mail: [koreasales@powerint.com](mailto:koreasales@powerint.com)

**EUROPE HQ**

1st Floor, St. James's House  
East Street, Farnham  
Surrey GU9 7TJ  
United Kingdom  
Phone: +44 (0) 1252-730-141  
Fax: +44 (0) 1252-727-689  
e-mail:  
[eurosales@powerint.com](mailto:eurosales@powerint.com)

**CHINA (SHENZHEN)**

Rm A, B & C 4<sup>th</sup> Floor, Block C,  
Electronics Science and  
Technology Building  
2070 Shennan Zhong Road  
Shenzhen, Guangdong,  
P.R.C. 518031  
Phone: +86-755-8379-3243  
Fax: +86-755-8379-5828  
e-mail:  
[chinasales@powerint.com](mailto:chinasales@powerint.com)

**ITALY**

Via De Amicis 2  
20091 Bresso MI  
Italy  
Phone: +39-028-928-6000  
Fax: +39-028-928-6009  
e-mail:  
[eurosales@powerint.com](mailto:eurosales@powerint.com)

**SINGAPORE**

51 Newton Road,  
#19-01/05 Goldhill Plaza  
Singapore, 308900  
Phone: +65-6358-2160  
Fax: +65-6358-2015  
e-mail:  
[singaporesales@powerint.com](mailto:singaporesales@powerint.com)

**APPLICATIONS HOTLINE**

World Wide +1-408-414-9660

**APPLICATIONS FAX**

World Wide +1-408-414-9760

