

设计范例报告

标题	使用LinkSwitch™-PH LNK419EG设计的24 W T10高效率(92%)非隔离、降压-升压拓扑结构、带功率因数校正的LED驱动器
规格	90 VAC – 265 VAC输入；134 V，180 mA输出
应用	T10灯管使用的LED驱动器
作者	应用工程部
文档编号	DER-356
日期	2012年12月6日
修订版本	1.0

特色概述

- 可极大简化离线式功率因数校正LED驱动器的设计
 - 单级集成式功率因数校正和恒流输出、非隔离LED驱动器
 - 元件数量极少，外形紧凑
 - 省去所有控制环路补偿电路
 - 无需输出电流检测
 - 在230 VAC输入下，效率极高(>92%)
 - 在整个输入电压和负载范围内具有高功率因数 (PF >0.95)
 - 在230 VAC输入下，具有低THD (<25%)
 - 满足IEC61000-3-2 CLASS C标准
- 先进的性能特性
 - 补偿电感容差
 - 补偿输入电压波动
 - 补偿输出电压波动
 - 频率调制技术极大降低了EMI滤波元件的成本
- 先进的保护及安全特性
 - 通过自动重新启动提供短路保护
 - 迟滞热关断保护

Power Integrations

5245 Hellyer Avenue, San Jose, CA 95138 USA.

电话: +1 408 414 9200 传真: +1 408 414 9201

www.powerint.com

专利信息

此处介绍的产品和应用（包括产品之外的变压器结构和电路）可能包含一项或多项美国及国外专利，或正在申请的美国或国外专利。有关Power Integrations专利的完整列表，请参见www.powerint.com。Power Integrations按照在<http://www.powerint.com/ip.htm>中所述规定，向客户授予特定专利权利的许可。



Power Integrations

电话: +1 408 414 9200 传真: +1 408 414 9201
www.powerint.com

目录

1	简介	5
2	电源规格	6
3	电路原理图	7
4	电路描述	8
5	PCB 布局	10
6	物料清单(BOM)	11
6.1	电气 BOM	11
7	T1 变压器规格	12
7.1	电气原理图	12
7.2	电气规格	12
7.3	材料	12
7.4	变压器结构图	13
7.5	变压器构造	13
7.6	变压器绕制演示	14
8	电感设计表格	18
9	U1 散热片装配	21
9.1	散热片加工图	21
9.2	散热片装配图	22
9.3	散热片和 U1 装配图	23
10	性能数据	24
10.1	效率	24
10.2	输入电压调整率和负载调整率	25
10.3	功率因数	27
10.4	A-THD	28
10.5	谐波	29
10.5.1	在 115 V、60 Hz 输入下的 134 V LED 负载	29
10.5.2	在 230 V、50 Hz 输入下的 134 V LED 负载	30
10.6	测试数据	31
10.6.1	测试数据, 121 V LED 负载	31
10.6.2	测试数据, 134 V LED 负载	31
10.6.3	测试数据, 142 V LED 负载	31
10.6.4	134 V LED 负载在 115 VAC、60 Hz 下的谐波数据	32
10.6.5	134 V LED 负载在 230 VAC、50 Hz 下的谐波数据	33
11	波形	34
11.1	输入线电流	34
11.2	漏极电压和电流正常工作	35
11.3	漏极电压和电流启动工作	36
11.4	输出电流和输出电压	37
11.5	上电和断电时的输出电流和电压	38



11.6	输出短路	39
11.7	开路负载	39
12	热测量	40
13	传导 EMI 测量	41
14	输入浪涌测试	43
15	版本历史	45

重要说明:

虽然本电路板的设计满足安全隔离要求，但工程原型尚未获得机构认证。因此，必须使用隔离变压器向原型板提供AC输入，以执行所有测试。



1 简介

本文档介绍的是一款非隔离、带功率因数校正的、低THD、高效率LED驱动器，它可以在90 VAC至265 VAC的输入电压范围内为LED灯串提供~134 V、180 mA的驱动。

LinkSwitch-PH采用先进技术，能够以高成本效益的方式实现单级功率因数校正的LED驱动器设计和初级侧恒流控制。LinkSwitch-PH控制器非常适合LED驱动器应用，所需外围元件极少。它无需使用光耦器即可对LED负载中的输出电流提供控制。

LinkSwitch-PH在一个芯片中集成了725 V功率MOSFET和控制器。该控制器包括一个振荡器、PWM（脉宽调制）、6 V稳压器、过热保护、频率抖动、逐周期限流、其他保护功能以及一个用于输出CC（恒流）控制的充电控制器。

LinkSwitch-PH也可提供一系列其他复杂的保护功能，包括在控制环路开环、短路和输出短路条件下自动重新启动。精确的迟滞热关断可确保PCB板温度在所有条件下均处于安全范围内。

本报告所介绍的非隔离、带功率因数校正、降压-升压的设计显示了LinkSwitch-PH如何以极少的元件数大幅简化离线、高效率功率因数校正LED驱动器的设计，以及如何实现一个符合EN 61000-3-2 Class C谐波电流要求的极高效率、高输出电压设计。

本文档包含LED驱动器规格、电路原理图、PCB设计图、物料清单、传导EMI测量、热测量、电感规格文件和典型性能特性。

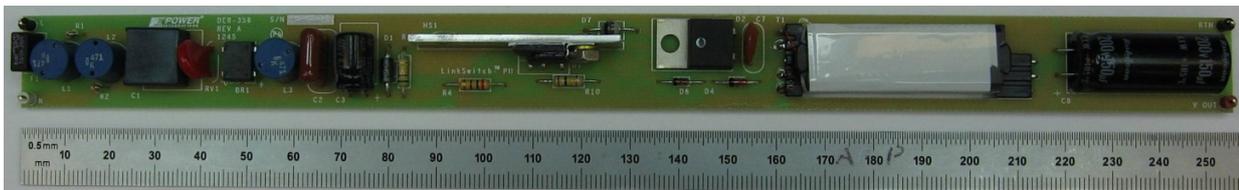


图1 – 装配后的电路板图片
(L:10" [254 mm] x W:0.78" [19.8 mm]
散热片最高元件: 0.36" [9.14 mm])



2 电源规格

下表所列为设计的最低可接受性能。实际性能可参考测量结果部分。

说明	符号	最小值	典型值	最大值	单位	备注
输入 电压	V_{IN}	90		265	VAC	双导线 – 无P.E.
频率	f_{LINE}		50/60		Hz	
输出 LED电压	V_{OUT}		134		V	
LED电流			180		mA	
总输出功率 连续输出功率	P_{OUT}		24		W	
环境 传导EMI 安全 振铃波(100 kHz) 差模(L1-L2) 差模浪涌(1.2/50 μ s)			满足EN55015B标准 非隔离			
			2.5		kV	
			500		V	
效率			92		%	在230 VAC、25 °C条件下测得
谐波电流		EN 61000-3-2 Class C				
功率因数			0.97			在 $V_{OUT(TYP)}$ 、 $I_{OUT(TYP)}$ 以及230 VAC、50 Hz条件下测得
环境温度	T_{AMB}		40		°C	



3 电路原理图

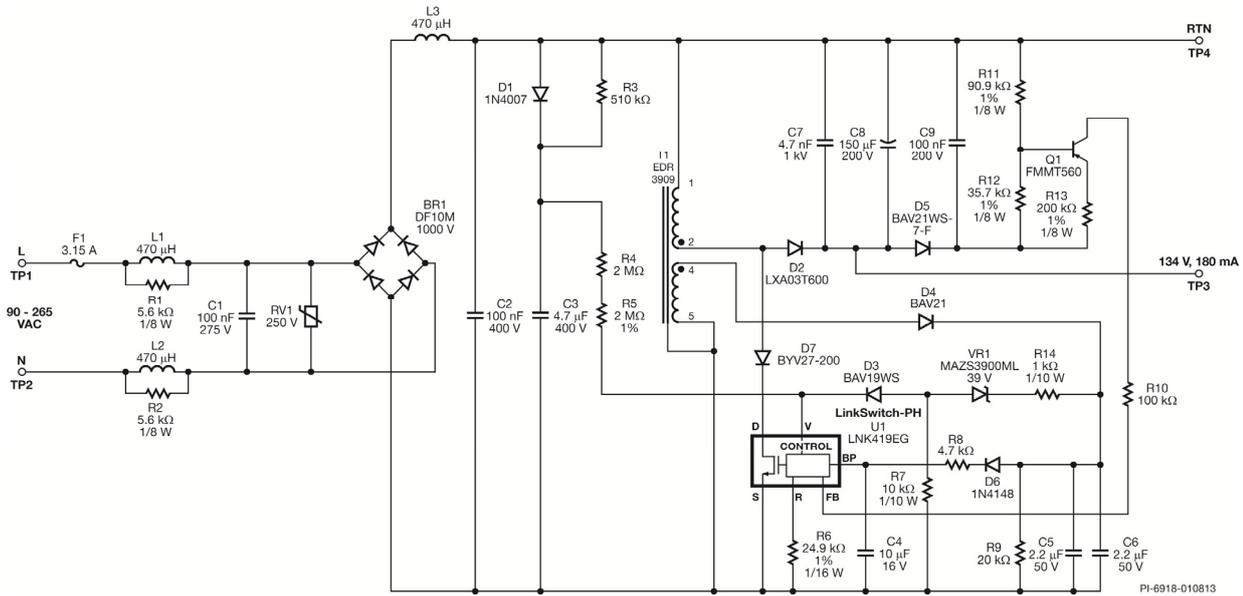


图2 - 电路原理图



4 电路描述

LinkSwitch-PH (U1)是一款适用于LED驱动器应用的高集成度初级侧芯片控制器。LinkSwitch-PH能够在单级转换拓扑结构中提供高功率因数，同时对典型LED驱动器环境中的各种输入和输出电压条件下的输出电流进行调节。所有提供这些功能的控制电路以及高压功率MOSFET都集成在该器件中。

电容C1和C2、差模扼流圈L1和L2以及L3用于执行EMI滤波，它们均采用合适的尺寸来维持高功率因数。电阻R1和R2用于抑制L1和L2的Q，避免在EMI频谱中出现谐波峰值。

采用浮动输出的降压-升压电源电路由U1（电源开关 + 控制）、输出二极管D2、输出电容C7和C8以及输出电感T1构成。电感T1在反激式拓扑结构中配置了第二个绕组，用来向U1提供偏置电源。二极管D7用来防止输入电压在接近过零点时U1的漏-源极出现负电压。二极管D1和C3检测峰值AC线电压。C3以及R4和R5上的电压可设置馈入电压监测(V)引脚的输入电流。U1使用该电流来控制输入欠压(UV)、过压(OV)和前馈电流，前馈电流与反馈(FB)引脚电流共同为LED负载提供恒流。

U1用于输出电流调节的FB引脚电流由电压-电流转换器网络（由R10、R11、R12、R13、Q1、C9和D5构成）提供。输出电压与反馈电流相关，其表达式如下：

$$I_{FB} \approx I_{R13} = \frac{V_{OUT} \times \frac{R12}{R11+R12} - V_{BE}}{R13}$$

对R12电压的取值可消除或降低温度和V_{CE}（与Q1的V_{BE}电压相关）的影响。

电容C4对U1的旁路(BP)引脚进行局部去耦，该引脚是内部控制器的供电引脚。在启动期间，C4从与U1的漏极(D)引脚相连的内部高压电流源被充电至约6 V。电容C4的选取值为10 μF，以使器件能够在完全模式下工作。采用外部偏置供电（通过D6和R8）来实现最低的器件功耗，并在深度调光情况下向U1提供足够的电源。输出过压（开路负载）保护通过V引脚和VR1、R14和D3提供。一旦在开路负载情况下偏置电源的电容C6的电压超过VR1阈值，电流将流向V引脚，直至达到输入过压阈值(I_{ov})，然后IC将立即终止开关，从而防止输出电压进一步升高。





需要了解更多信息?
使用您智能手机上的QR码阅读器
即可将您连接到我们网站上的
相关内容。



5 PCB布局

铜：所用厚度为2 oz./70 μm。

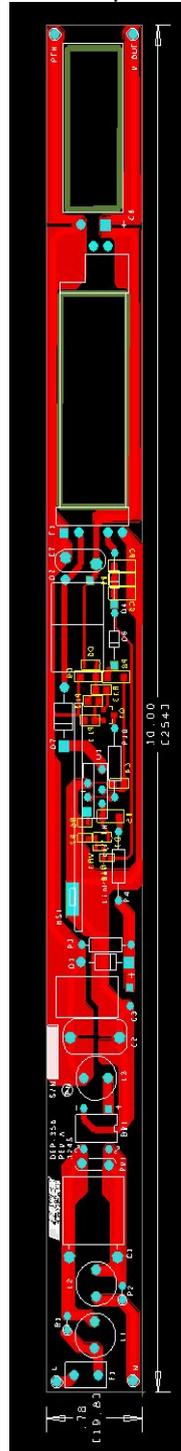


图3 - 印刷电路板布局
(顶部和底部)

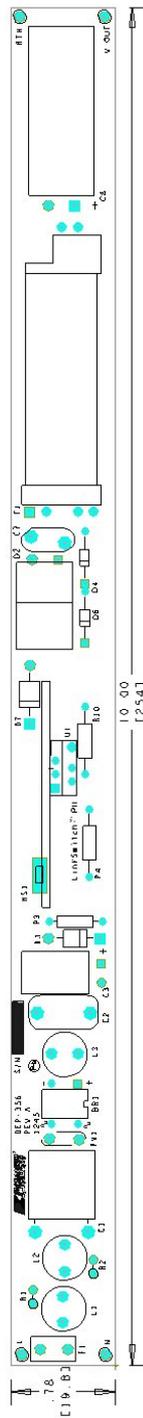


图4 - 印刷电路板布局
(顶部)

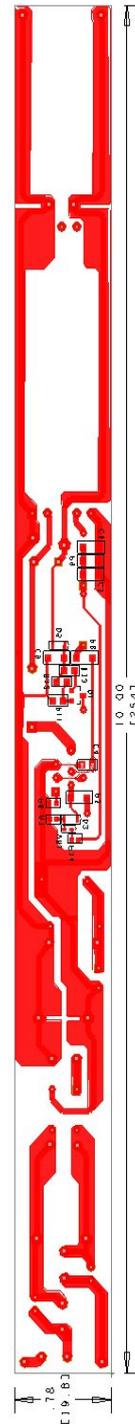


图5 - 印刷电路板布局
(底部)



6 物料清单(BOM)

6.1 电气BOM

项	数量	参考序号	说明	生产商型号	生产商
1	1	BR1	1000 V, 1 A, 桥式整流器, DF-M, 玻璃钝化, 4-EDIP	DF10M	Diodes, Inc.
2	1	C1	100 nF, 275 VAC, 薄膜, X2	LE104-M	OKAYA
3	1	C2	100 nF, 400 V, 薄膜	ECQ-E4104KF	Panasonic
4	1	C3	4.7 μ F, 400 V, 电解, (8 x 11.5)	SHD400WV 4.7uF	Sam Young
5	1	C4	10 μ F, 16 V, 陶瓷, X5R, 0805	GRM21BR61C106KE15L	Murata
6	2	C5 C6	2.2 μ F, 50 V, 陶瓷, Y5V, 1206	GRM31MF51H225ZA01L	Murata
7	1	C7	4.7 nF, 1 kV, 直插式, 圆盘状陶瓷	562R5GAD47	Vishay
8	1	C8	150 μ F, 200 V, 电解, (12.5 x 30)	200KXW150MEFC12.5X30	Rubycon
9	1	C9	100 nF, 200 V, 陶瓷, X7R, 1206	VJ1206Y104KXCAT	Vishay
10	1	D1	1000 V, 1 A, 整流器, DO-41	1N4007-E3/54	Vishay
11	1	D2	600 V, 3 A, TO-220AC	LXA03T600	Power Integrations
12	1	D3	100 V, 0.2 A, 快速开关, 50 ns, SOD-323	BAV19WS-7-F	Diodes, Inc.
13	1	D4	250 V, 250 mA, 快速开关, DO-35	BAV21	Vishay
14	1	D5	250 V, 0.2 A, 快速开关, 50 ns, SOD-323	BAV21WS-7-F	Diodes, Inc.
15	1	D6	75 V, 300 mA, 快速开关, DO-35	1N4148TR	Vishay
16	1	D7	200 V, 2 A, 超快速恢复, 25 ns, SOD57	BYV27-200-TR	Vishay
17	1	F1	3.15 A, 250 V, 慢, RST	507-1181	Belfuse
18	1	HS1	散热片, 自定义, 铝, 3003, 0.062"厚		自定义
19	3	L1 L2 L3	470 μ H, 0.38 A, 径向	TSL0808RA-471KR38-PF	TDK
20	1	Q1	PNP, 小信号BJT, 500 V, 0.15 A, SOT23	FMMT560TA	Zetex
21	2	R1 R2	5.6 k Ω , 5%, 1/8 W, 碳膜	CFR-12JB-5K6	Yageo
22	1	R3	510 k Ω , 5%, 1/4 W, 碳膜	CFR-25JB-510K	Yageo
23	1	R4	2.0 M Ω , 5%, 1/4 W, 碳膜	CFR-25JB-2M0	Yageo
24	1	R5	2.00 M Ω , 1%, 1/4 W, 厚膜, 1206	ERJ-8ENF2004V	Panasonic
25	1	R6	24.9 k Ω , 1%, 1/16 W, 厚膜, 0603	ERJ-3EKF2492V	Panasonic
26	1	R7	10 k Ω , 5%, 1/10 W, 厚膜, 0603	ERJ-3GEYJ103V	Panasonic
27	1	R8	4.7 k Ω , 5%, 1/4 W, 厚膜, 1206	ERJ-8GEYJ472V	Panasonic
28	1	R9	20 k Ω , 5%, 1/4 W, 厚膜, 1206	ERJ-8GEYJ203V	Panasonic
29	1	R10	100 k Ω , 5%, 1/4 W, 碳膜	CFR-25JB-100K	Yageo
30	1	R11	90.9 k Ω , 1%, 1/8 W, 厚膜, 0805	ERJ-6ENF9092V	Panasonic
31	1	R12	35.7 k Ω , 1%, 1/8 W, 厚膜, 0805	ERJ-6ENF3572V	Panasonic
32	1	R13	200 k Ω , 1%, 1/8 W, 厚膜, 0805	ERJ-6ENF2003V	Panasonic
33	1	R14	1 k Ω , 5%, 1/10 W, 厚膜, 0603	ERJ-3GEYJ102V	Panasonic
34	1	RV1	250 V, 21 J, 7 mm, 径向LA	V250LA4P	Littlefuse
35	1	T1	骨架, EDR-3909, 水平, 8引脚变压器	SNX-R1681	SBEF Santronics USA
36	1	U1	LinkSwitch-PH, eSIP	LNK419EG	Power Integrations
37	1	VR1	39 V, 5%, 150 mW, SSMINI-2	MAZS39000L	Panasonic



7 T1变压器规格

7.1 电气原理图

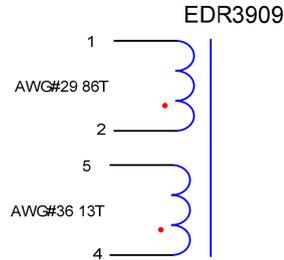


图6 – 电气原理图

7.2 电气规格

初级电感量	引脚1-2, 所有其他绕组开路, 在66 kHz、0.4 V _{RMS} 条件下测得。	2.8 mH ±2%
谐振频率	引脚1-2, 所有其他绕组开路。	1 MHz (最小)

7.3 材料

项	说明
[1]	磁芯: EDR3909.
[2]	骨架: EDR3909, 水平, 8个引脚, 5/3
[3]	漆包线: #29 AWG
[4]	漆包线: #36 AWG
[5]	胶带: 3M 1298聚酯薄膜, 4.5 mm宽。
[6]	铜胶带: 0.125"宽, 2 mil厚



7.4 变压器结构图

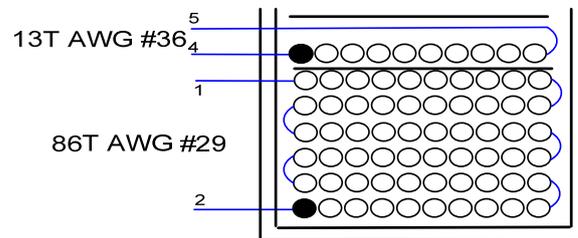
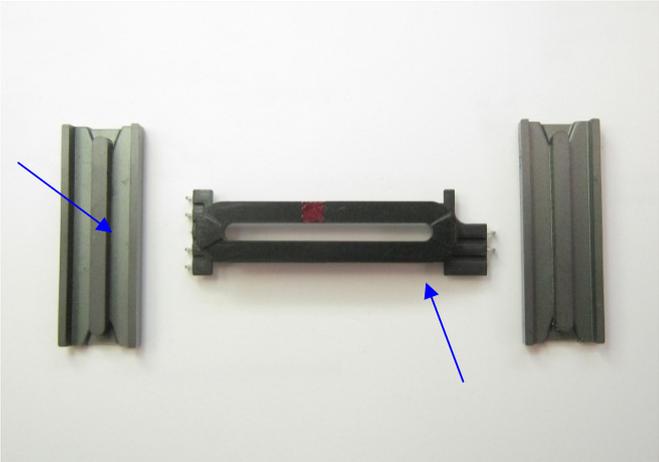
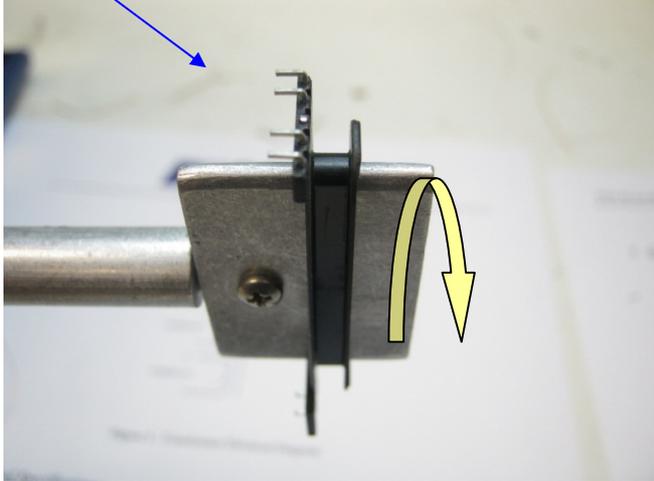


图7 – 变压器结构图

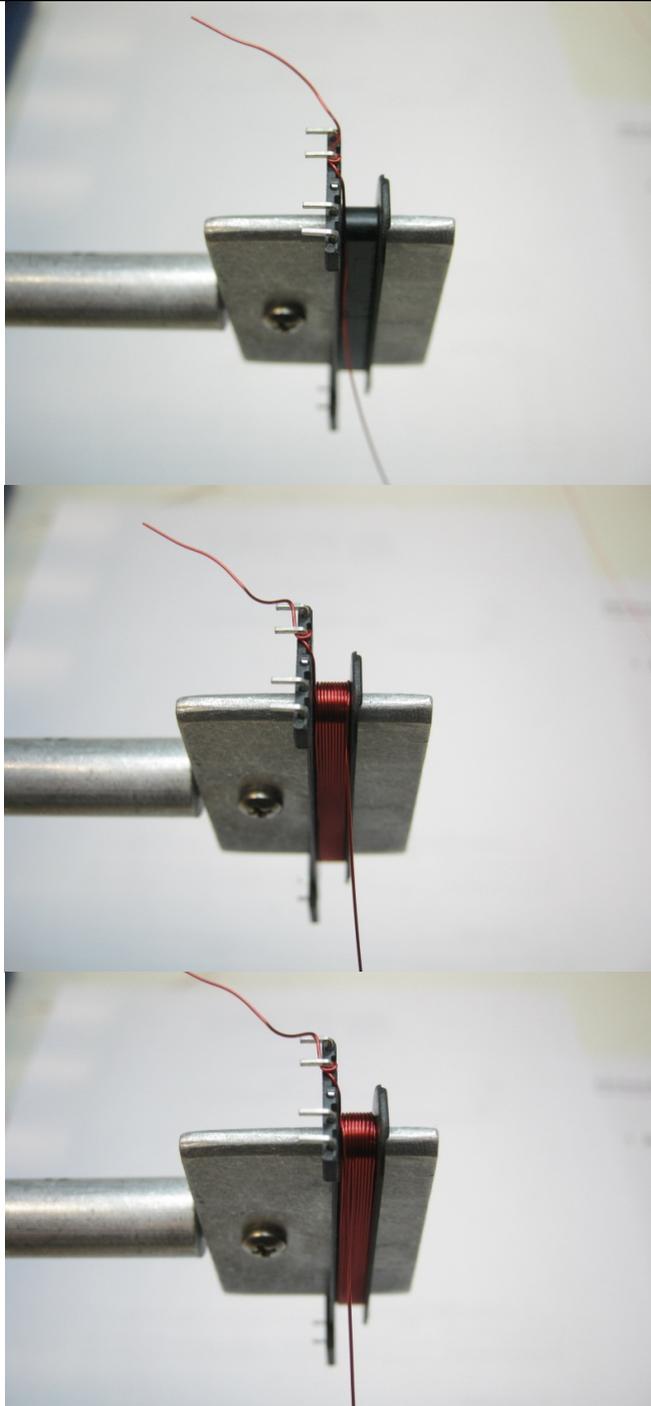
7.5 变压器构造

骨架准备	拉出引脚3和6。
一般说明	为了便于说明，骨架在卷绕器上的方向均为引脚1侧位于左侧（见图示）。绕制方向为顺时针方向。
WDG1 初级1	从引脚2开始；从左到右分7层紧紧缠绕86匝材料项[3]。在第1层结束时，继续从右向左绕下一层。在最后一层上，使绕线均匀分布在整个骨架上。在引脚1结束该绕组。
绝缘层	1层胶带[5]用于绝缘。
WDG2 偏置	从引脚4开始，缠绕13圈材料项[4]。沿与初级绕组相同的旋转方向进行绕制。使绕组均匀分布在整个骨架上。在引脚5结束该绕组。
绝缘层	两层胶带[5]用于绝缘。
装配磁芯	装配并固定磁芯。
磁屏蔽	将材料项[6]沿绕组和两半磁芯紧绕一圈，短接后作为磁通屏蔽。使用导线制作到引脚5的导电连接。添加3层胶带（材料项[4]）以进行绝缘。
结束	将变压器装配体浸漆。

7.6 变压器绕制演示

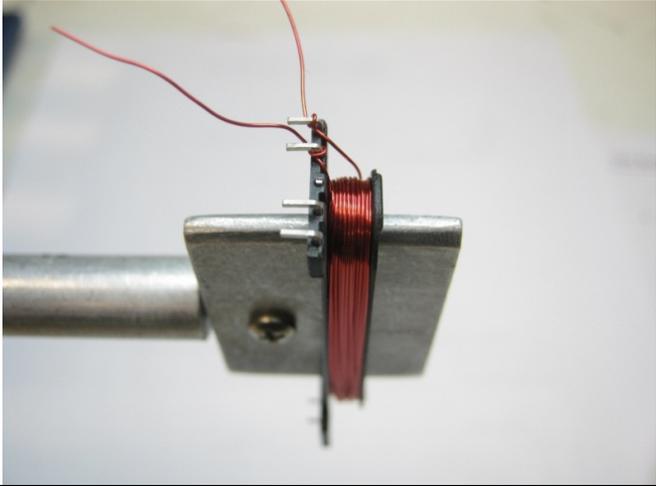
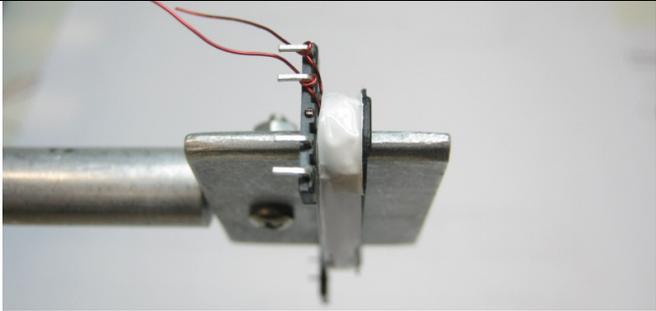
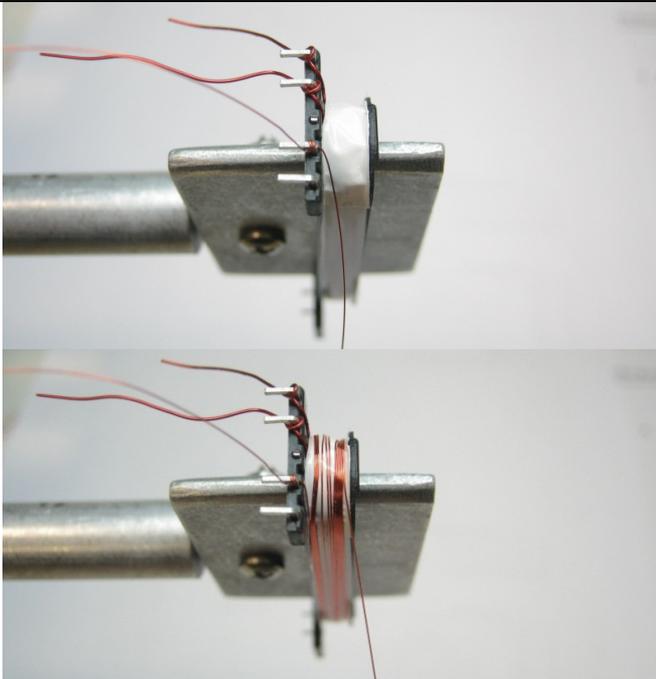
骨架准备	 The image shows three components of a transformer core. On the left and right are two E-shaped magnetic cores. In the center is a horizontal magnetic core with several pins protruding from its ends. Blue arrows point to the left and right sides of the central core.	拉出引脚3和6。
一般说明	 A close-up photograph shows a transformer core being wound on a metal mandrel. A wire is being wrapped around the core. A blue arrow points to the top of the core, and a yellow curved arrow indicates the clockwise winding direction.	为了便于说明，骨架在卷绕器上的方向均为引脚1侧位于左侧（见图示）。绕制方向为顺时针方向。

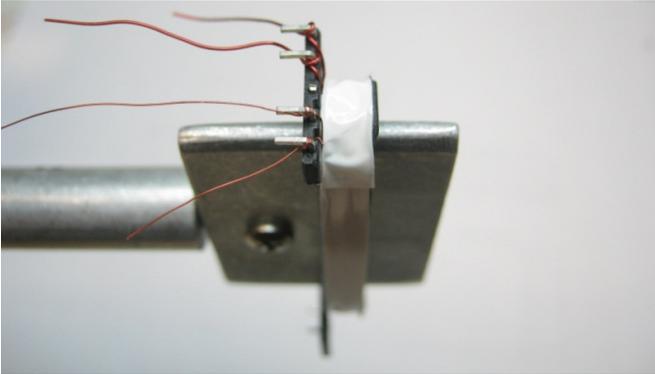
WDG1
初级1



从引脚2开始；从左到右分7层紧紧缠绕86匝材料项[3]。在第1层结束时，继续从右向左绕下一层。在最后一层上，使绕线均匀分布在整個骨架上。在引脚1结束该绕组。



				
绝缘层				1层胶带[5]用于绝缘。
WDG2 偏置				从引脚4开始，缠绕13圈材料项[4]。沿与初级绕组相同的旋转方向进行绕制。使绕组均匀分布在整個骨架上。在引脚5结束该绕组。

<p>绝缘层</p>				<p>1层胶带[5]用于绝缘。</p>
<p>装配磁芯</p>				<p>装配并固定磁芯。</p>
<p>磁屏蔽</p>				<p>将材料项[6]沿绕组和两半磁芯紧绕一圈，短接后作为磁通屏蔽。使用导线制作到引脚5的导电连接。添加3层胶带（材料项[4]）以进行绝缘。</p>
<p>结束</p>				<p>将变压器装配体浸漆。</p>



8 电感设计表格

降压-升压电感的参数可采用LinkSwitch-PH PIXIs设计表格使用 $VO=VOR$ 计算得出。

ACDC_LinkSwitch-PH_071112: 修订版 1.8: 版权所有 Power Integrations 2012	输入	信息	输出	单位	LinkSwitch-PH_071112: 反激式变压器设计表格
输入应用变量					
需要调光	无		无		如果需要调光则选择“是”。否则，选择“否”。
VACMIN			90	V	最小AC输入电压
VACMAX			265	V	最大AC输入电压
fL			50	Hz	AC电网频率
VO	140.00		140	V	LED灯串满载时的典型输出电压
VO_MAX			154.00	V	最大预期LED灯串电压。
VO_MIN			126.00	V	最小预期LED灯串电压。
V_OVP			169.40	V	过压保护设定点
IO	0.18		0.18	A	典型满载LED电流
PO			25.2	W	输出功率
n	0.90		0.9		
VB	20		20	V	偏置电压
输入LinkSwitch-PH变量					
LinkSwitch-PH	LNK419		LNK419	宽电压范围	115倍压/230V
所选器件		LNK419			
电流限流模式	红色		红色		选择“红色”设置为降低的电流限制模式，或选择“完全”设置为完全电流限制模式。
ILIMITMIN			2.35	A	最小电流限制
ILIMITMAX			2.73	A	最大电流限制
fS			66000	Hz	开关频率
fSmin			62000	Hz	最小开关频率
fSmax			70000	Hz	最大开关频率
IV			38.7	uA	V引脚电流
RV			3.909	M-ohm	V引脚电阻上限
RV2			1.402	M-ohm	V引脚电阻下限
IFB			155.8	uA	FB引脚电流(85 uA < IFB < 210 uA)
RFB1			109.1	k-ohm	FB引脚电阻
VDS			10	V	LinkSwitch-PH导通状态漏-源极电压
VD			0.50	V	输出绕组二极管正向电压降 (对肖特基二极管取值0.5 V, 对PN结二极管取值0.8 V)
VDB			0.70	V	偏置绕组二极管正向电压降
关键设计参数					
KP	0.46		0.46		纹波电流与峰值电流的比例 (PF > 0.9时, 0.4 < KP < 0.9)
LP			2820	uH	初级电感量
VOR	135.00		135	V	反射输出电压。
预期IO (平均)			0.18	A	预期平均输出电流
KP_VACMAX			0.76		在VACMAX时的预期纹波电流比率
TON_MIN			4.01	us	最高AC输入电压时的最大导通时间
PCLAMP			0.29	W	初级箝位的估计损耗



输入变压器磁芯/结构变量					
磁芯类型	自定义		EDR 3909		变压器磁芯
自定义磁芯	EDR 3909				如果使用自定义磁芯, 则在此输入零件编号
AE	1.0400		1.04	cm ²	磁芯等效截面积
LE	2.0000		2	cm	磁芯等效路径长度
AL	5000.0		5000	nH/T ²	无气隙磁芯等效电感量
BW	3.7		3.7	mm	骨架绕线宽度
M			0	mm	安全挡墙宽度 (初级至次级爬电距离的一半)
L	7.00		7		初级绕组层数
NS	90		90		次级绕组匝数
DC输入电压参数					
VMIN			127	V	对应于VACMIN的峰值输入电压
VMAX			375	V	对应于VACMAX的峰值输入电压
电流波形参数					
DMAX			0.54		对应于VACMIN峰值的最小占空比
Iavg			0.29	A	平均初级电流
IP			0.97	A	峰值初级电流 (在最小输入电压VACMIN下计算)
IRMS			0.42	A	初级RMS电流 (在最小输入电压VACMIN下计算)
变压器初级绕组设计参数					
LP			2820	uH	初级电感量
NP			86		初级绕组匝数
NB			13		偏置绕组匝数
ALG			377	nH/T ²	带气隙磁芯等效电感量
BM			3032	高斯	PO的最大磁通密度, VMIN (BM<3100)
BP			3669	高斯	峰值磁通密度(BP<3700)
BAC			697	高斯	磁芯损耗曲线中的AC磁通密度 (0.5 X 峰值-峰值)
ur			765		无气隙磁芯的相对磁导率
LG			0.32	mm	气隙长度(Lg > 0.1 mm)
BWE			25.9	mm	等效骨架宽度
OD			0.30	mm	初级绕组最大线径 (包括绝缘层)
INS			0.05	mm	估计的总绝缘层厚度 (= 2 * 膜厚度)
DIA			0.25	mm	裸线直径
AWG			31	AWG	初级绕组的导线规格 (如果计算出的线径在两种标准线径之间, 则使用较小线规的导线)
CM			81	Cmil	以Cmil为单位的裸线等效面积
CMA			191	Cmil/Amp	!!! 提高 CMA (200 < CMA < 600), 减少L (初级绕组层数), 减小NS, 增大磁芯
LP_TOL			10		初级电感量容差
变压器次级绕组设计参数 (单路输出等效设计)					
汇总参数					
ISP			0.93	A	峰值次级电流
ISRMS			0.36	A	次级RMS电流
IRIPPLE			0.31	A	输出电容RMS纹波电流
CMS			72	Cmil	次级绕组裸线最小Cmil数
AWGS			31	AWG	次级导线规格 (舍入到下一个较大的标准AWG值)
DIAS			0.23	mm	次级绕组裸线最小直径
ODS			0.04	mm	三层绝缘线的次级绕组最大外径



电压应力参数					
VDRAIN			647	V	假定LED灯串电压达到最大时的估计最大漏极电压（包括漏感效应）
PIVS			559	V	输出整流管最大反向峰值电压（在VOVP下计算，不包括漏感尖峰）
PIVB			82	V	偏置整流管最大反向峰值电压（在VOVP下计算，不包括漏感尖峰）
微调（输入从原型测得的值）					
V引脚电阻微调					
RV1			3.91	M-ohm	V引脚电阻值上限
RV2			1.40	M-ohm	V引脚电阻值下限
VAC1			115.0	V	测试输入电压条件1
VAC2			230.0	V	测试输入电压条件2
IO_VAC1			0.18	A	在VAC1时测得的输出电流
IO_VAC2			0.18	A	在VAC2时测得的输出电流
RV1（新）			3.91	M-ohm	新RV1
RV2（新）			1.40	M-ohm	新RV2
V_OV			318.3	V	触发OV关断的典型AC输入电压
V_UV			70.8	V	超过此值即可使电源启动的典型AC输入电压
FB引脚电阻微调					
RFB1			109	k-ohm	FB引脚电阻值上限
RFB2			1E+012	k-ohm	FB引脚电阻值下限
VB1			17.9	V	测试偏置电压条件1
VB2			22.1	V	测试偏置电压条件2
IO1			0.18	A	在Vb1时测得的输出电流
IO2			0.18	A	在Vb2时测得的输出电流
RFB1（新）			109.1	k-ohm	新RFB1
RFB2（新）			1.00E+12	k-ohm	新RFB2
输入电流谐波分析					
谐波			基频百分比 (%)	限制 (%)	
1次谐波					
3次谐波			17.14	27.00	通过。3次谐波的%age低于限制
5次谐波			6.3	10.00	通过。5次谐波的%age低于限制
7次谐波			3.2	7.00	通过。7次谐波的%age低于限制
9次谐波			1.92	5.00	通过。9次谐波的%age低于限制
11次谐波			1.34	3.00	通过。11次谐波的%age低于限制
13次谐波			1.02	3.00	通过。13次谐波的%age低于限制
15次谐波			0.82	3.00	通过。15次谐波的%age低于限制
THD			18.4	%	估计总谐波失真(THD)



9 U1散热片装配

9.1 散热片加工图

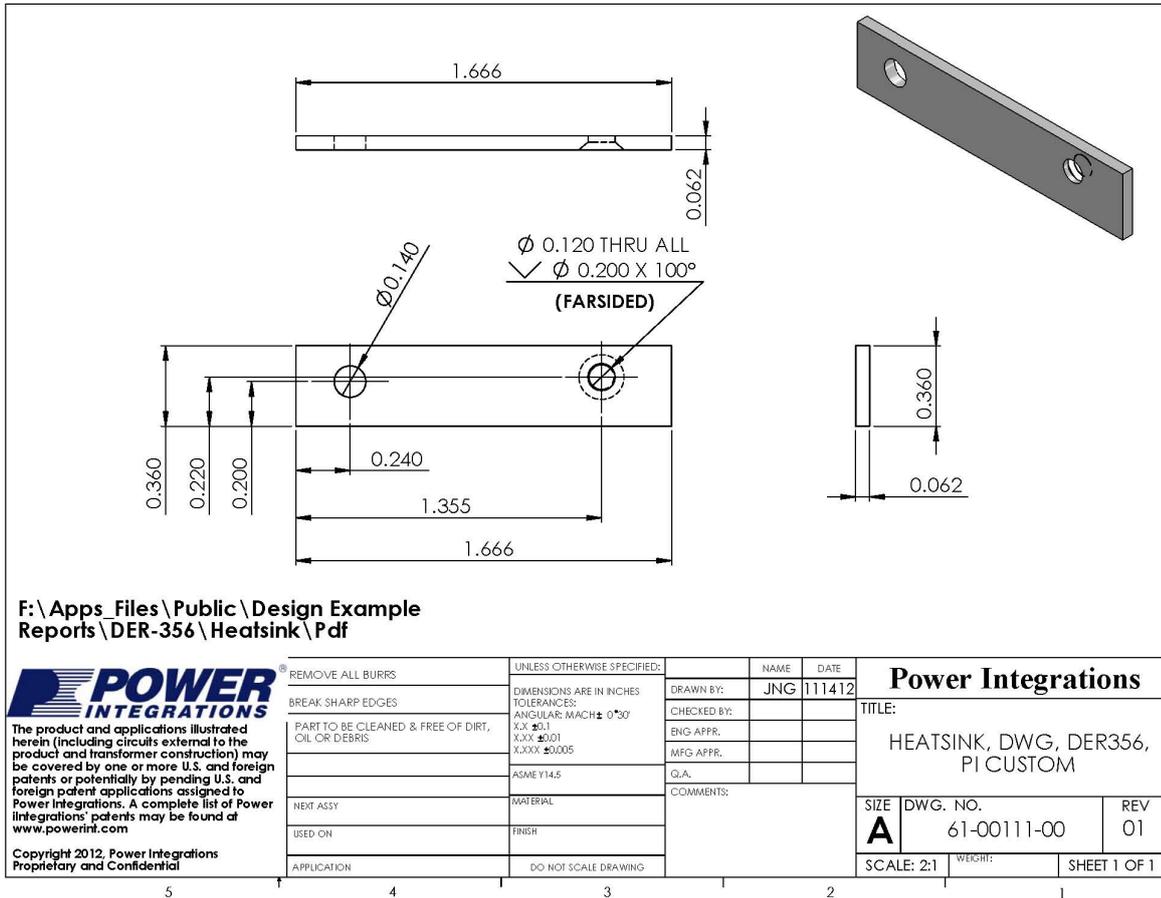


图8 - U1散热片尺寸



9.2 散热片装配图

1 FOR COMPLETED ASSEMBLY
SEE 61-00111-02

F:\Apps Files\Public\Design Example Reports\DER-356\Heatsink\Pdf

ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	61-00111-00	HEATSINK, AL-3003, DER356, PI CUSTOM	1
2	60-00016-00	TERMINAL, EYELET, ZIERICK 190	1

<p>POWER INTEGRATIONS</p> <p>The product and applications illustrated herein (including circuits external to the product and transformer construction) 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</p> <p>Copyright 2012, Power Integrations Proprietary and Confidential</p>	<p>REMOVE ALL BURRS</p> <p>BREAK SHARP EDGES</p> <p>PART TO BE CLEANED & FREE OF DIRT, OIL OR DEBRIS</p> <p>NEXT ASSY</p> <p>USED ON</p> <p>APPLICATION</p>	<p>UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:</p> <p>DIMENSIONS ARE IN INCHES</p> <p>TOLERANCES:</p> <p>ANGULAR: MACH ± 0°30'</p> <p>X.X ±0.1</p> <p>X.XX ±0.01</p> <p>X.XXX ±0.005</p> <p>ASME Y14.5</p> <p>MATERIAL</p> <p>FINISH</p> <p>DO NOT SCALE DRAWING</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>NAME</td> <td>DATE</td> </tr> <tr> <td>JNG</td> <td>110712</td> </tr> <tr> <td>CHECKED BY:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ENG APPR.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>MFG APPR.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Q.A.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>COMMENTS:</td> <td></td> </tr> </table>	NAME	DATE	JNG	110712	CHECKED BY:		ENG APPR.		MFG APPR.		Q.A.		COMMENTS:	
NAME	DATE																
JNG	110712																
CHECKED BY:																	
ENG APPR.																	
MFG APPR.																	
Q.A.																	
COMMENTS:																	
<p>Power Integrations</p> <p>TITLE:</p> <p>HEATSINK, FAB, W/BRKT DER356, PI CUSTOM</p>			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>SIZE</td> <td>DWG. NO.</td> <td>REV</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>61-00111-01</td> <td>01</td> </tr> <tr> <td>SCALE: 2:1</td> <td>WEIGHT:</td> <td>SHEET 1 OF 1</td> </tr> </table>	SIZE	DWG. NO.	REV	A	61-00111-01	01	SCALE: 2:1	WEIGHT:	SHEET 1 OF 1					
SIZE	DWG. NO.	REV															
A	61-00111-01	01															
SCALE: 2:1	WEIGHT:	SHEET 1 OF 1															

图9 - U1散热片加工图



9.3 散热片和U1装配图

ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	66-00035-00	THERMAL GREASE, SILICONE, 5 OZ TUBE	1
4	10-00483-00	LINKSWITCH, LNK419EG, eSIP	1
6	60-00037-00	EDGE-CLIP-12.33mmL x 6.35mmW_Short	1
7	75-00136-00	SCREW PHIL FLAT HEAD-UNDERCUT 4-40 X .250 (1-4) SST	1
8	62-00003-00	HEATSHRINK 3/16 IN BLACK	1
9	75-00153-00	WASHER, LOCK, #4 SS	1
10	75-00024-00	NUT, HEX 4-40, SS	1
11	61-00111-00	HEATSINK, CUSTOM, AL 3003, 0.062" THK	1

F:\Apps Files\Public\Design Example Reports\DER-356\Heatsink\Pdf

REMOVE ALL BURRS	UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:	NAME	DATE	Power Integrations
BREAK SHARP EDGES	DIMENSIONS ARE IN INCHES TOLERANCES: ANGULAR: MACH ± 0°30'	DRAWN BY: JNG	110712	
PART TO BE CLEANED & FREE OF DIRT, OIL OR DEBRIS	X.X: ±0.1 X.XX: ±0.01 X.XXX: ±0.005	CHECKED BY:		TITLE:
	ASME Y14.5	ENG APPR.		HEATSKINK, ASSY, eSIP, W/BRKT, DER356, PI CUSTOM
NEXT ASSY	MATERIAL	MFG APPR.		SIZE DWG. NO. REV
USED ON	FINISH	Q.A.		A 61-00111-02 01
APPLICATION	DO NOT SCALE DRAWING	COMMENTS:		SCALE: 1:1 WEIGHT: SHEET 1 OF 1

Copyright 2012, Power Integrations
Proprietary and Confidential

图10 – U1散热片装配图

10 性能数据

以下数据采用3组负载（121 V、134 V和142 V LED灯串）汇编而成。所有测量均在室温下进行。

10.1 效率

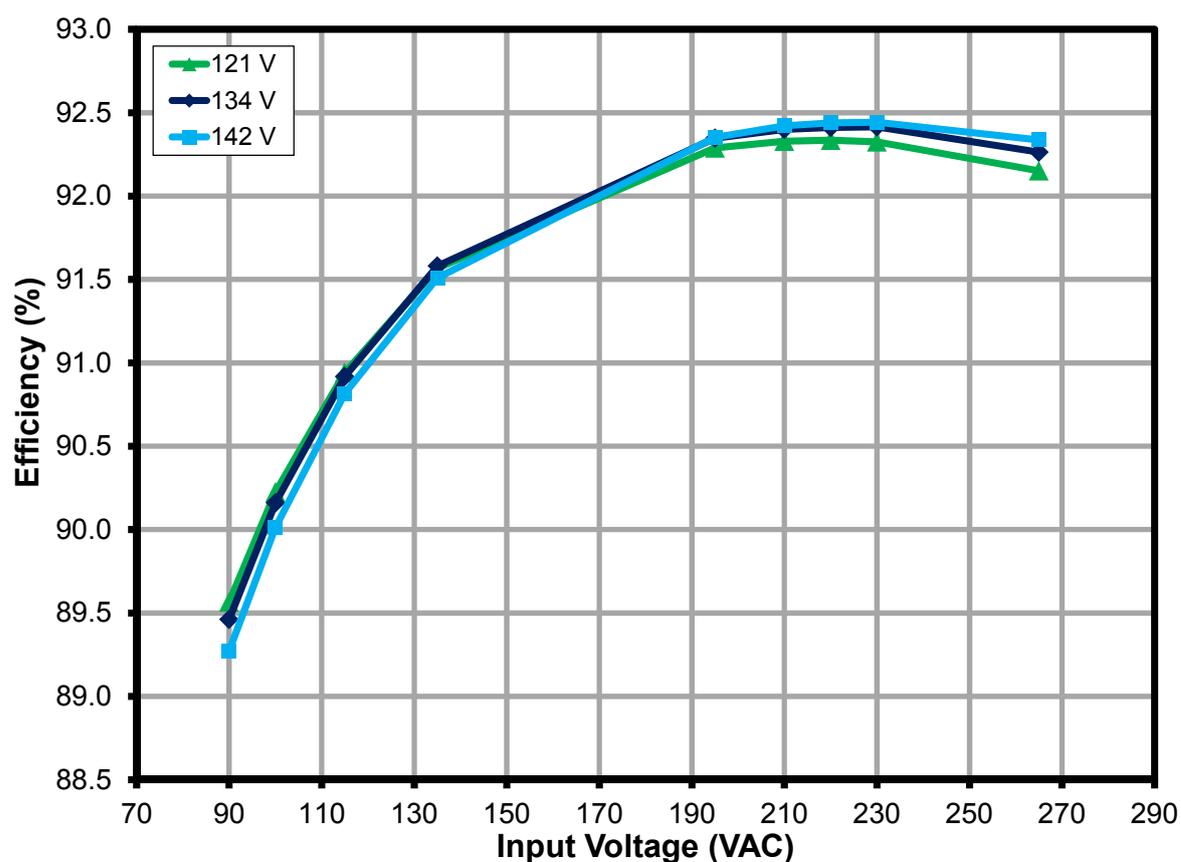


图11 – 效率随输入电压和负载的变化



10.2 输入电压调整率和负载调整率

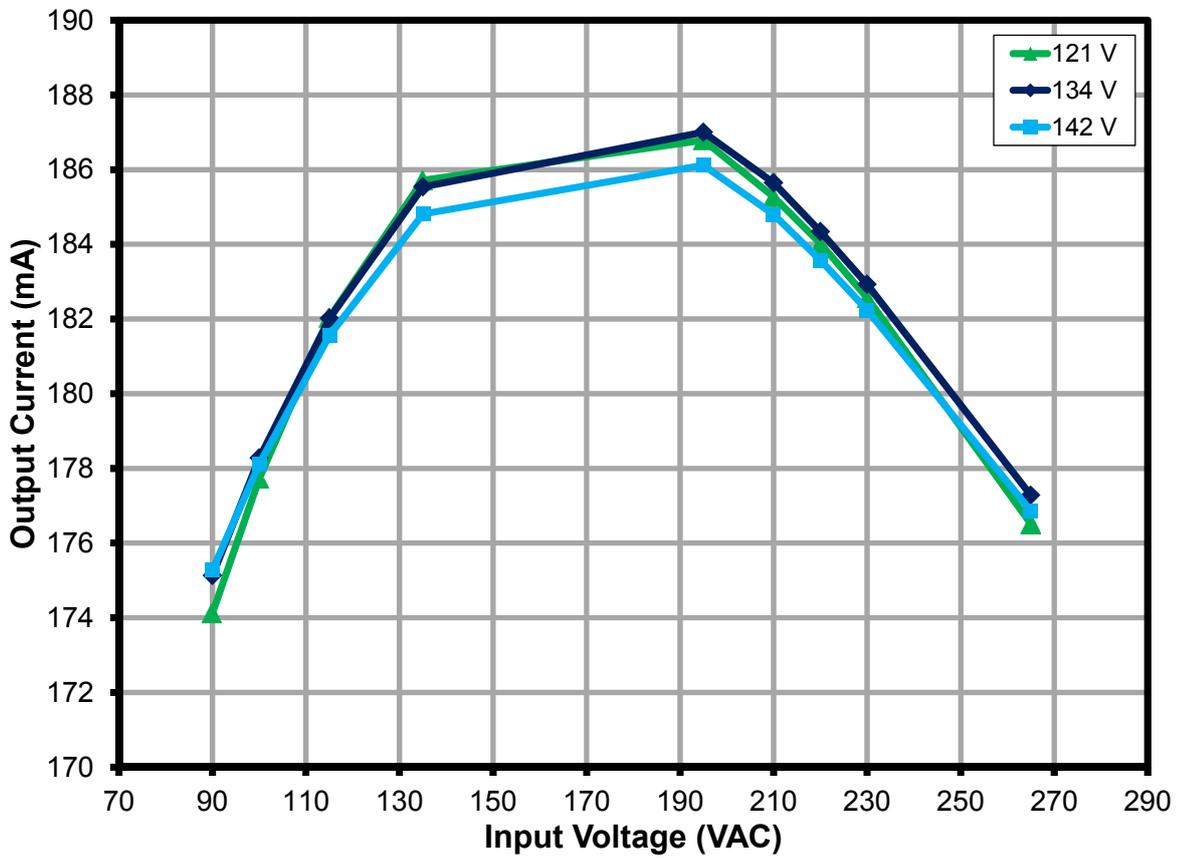


图12 - 调整率随输入电压和负载的变化



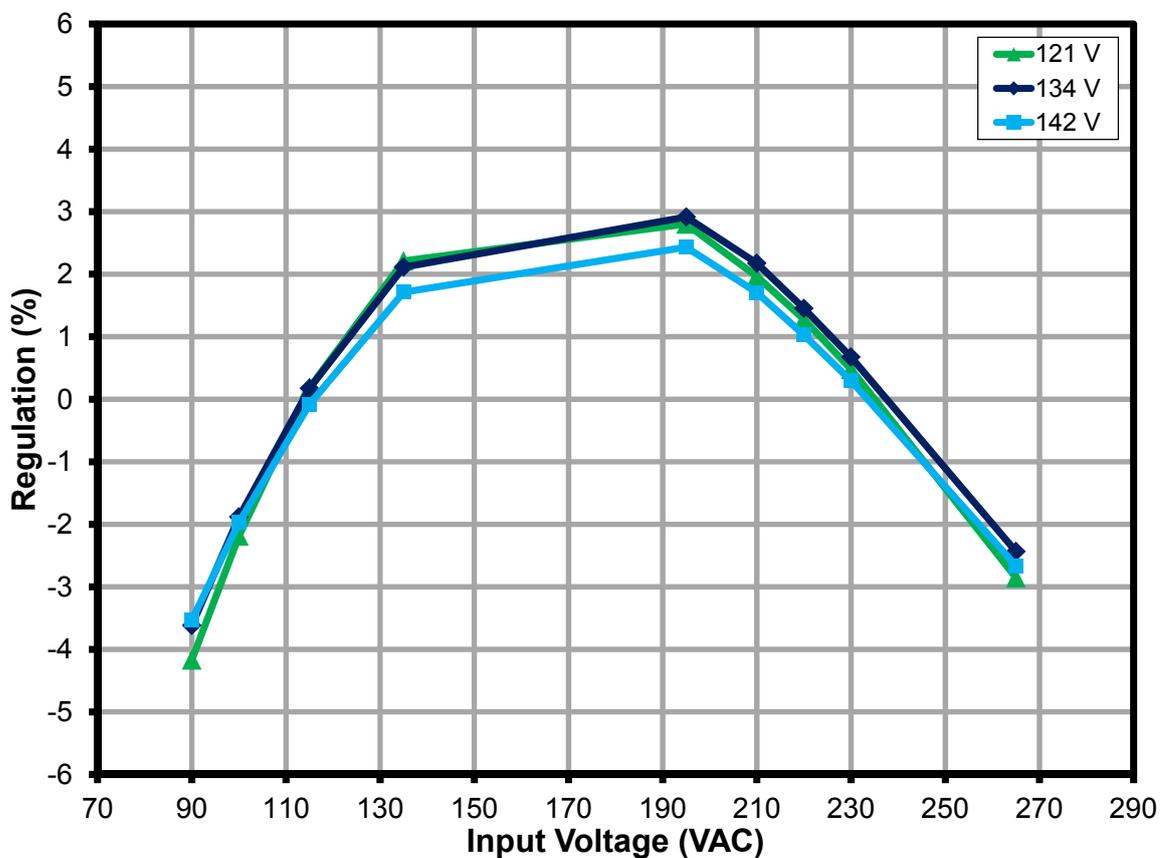


图13 – 输入电压/负载调整率百分比



10.3 功率因数

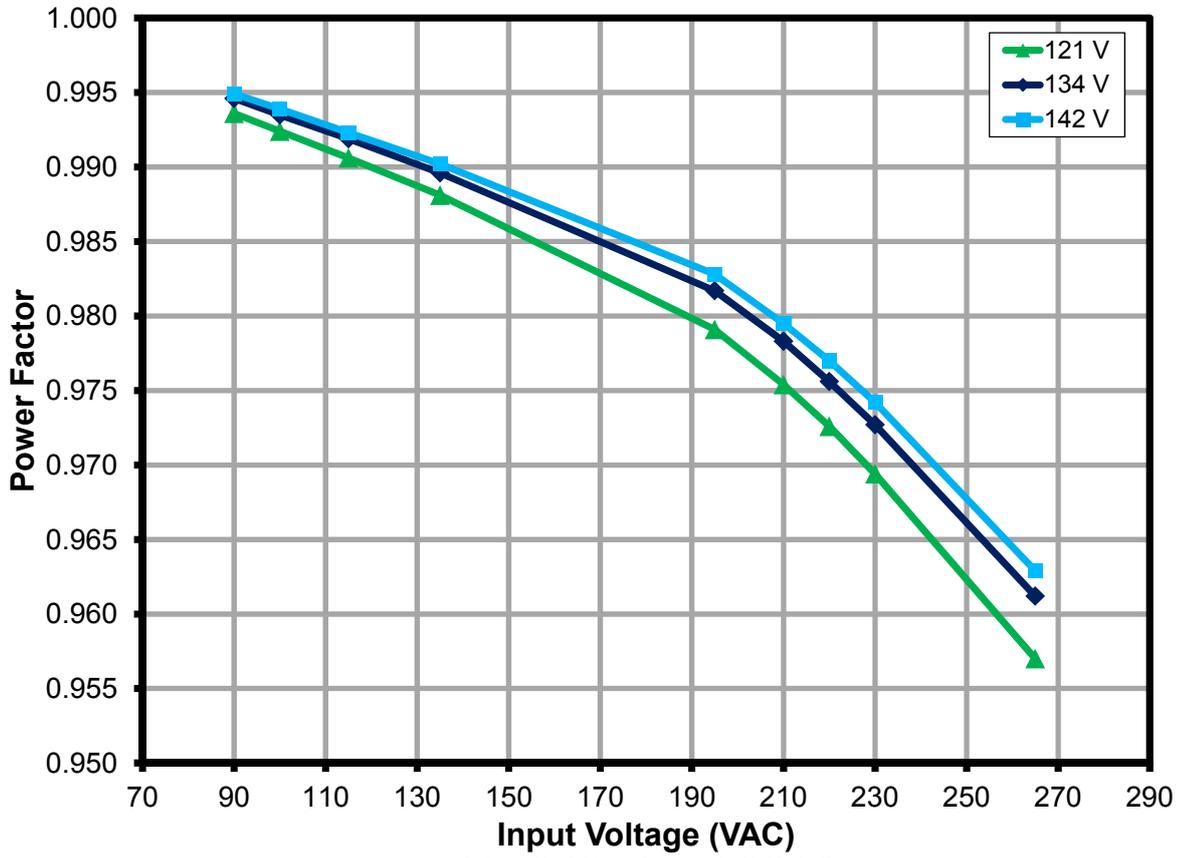


图14 - 功率因数随输入电压和负载的变化



10.4 A-THD

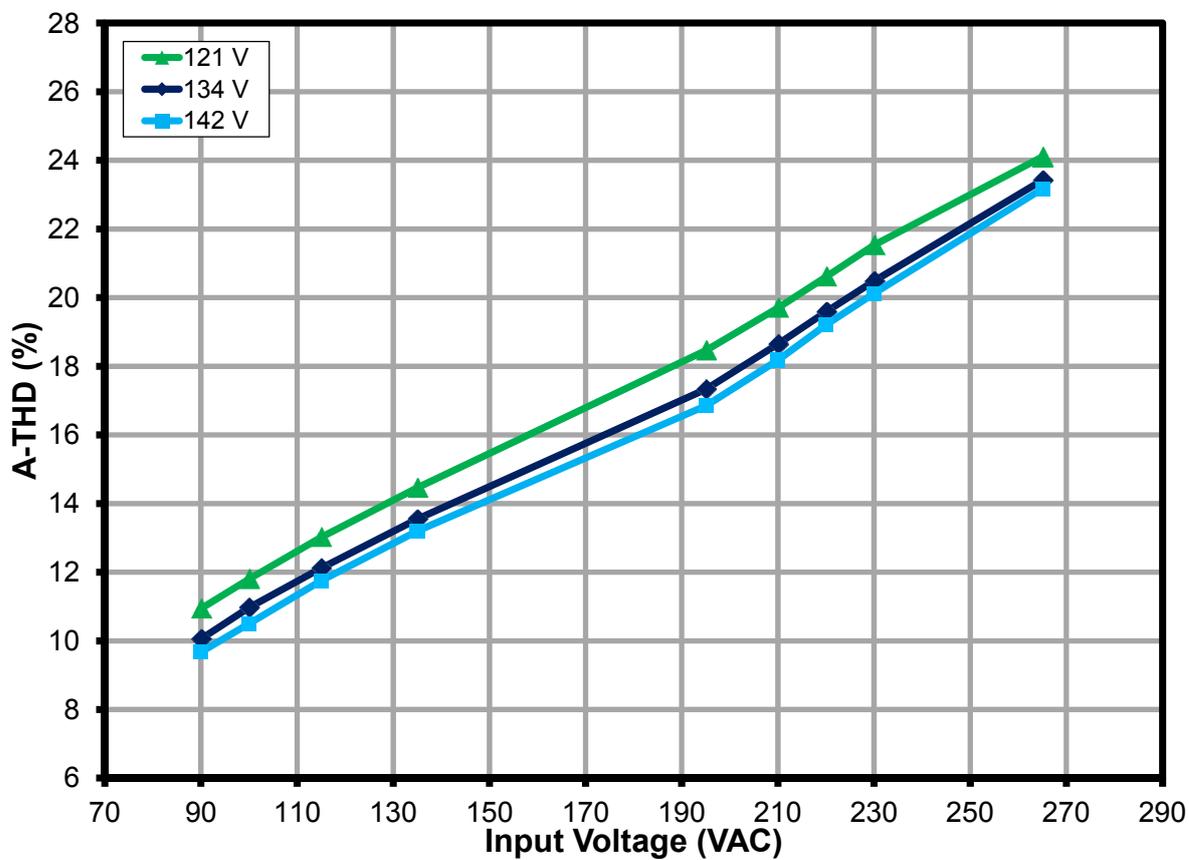


图15 – A-THD随输入电压和负载的变化

10.5 谐波

本设计满足有效输入功率 > 25 W 的 Class C 设备的 IEC61000-3-2 限值（第 7.3-a 节），该标准规定谐波电流不得超过“表 2 - Class C 设备限值”中的相关限值。

10.5.1 在 115 V、60 Hz 输入下的 134 V LED 负载

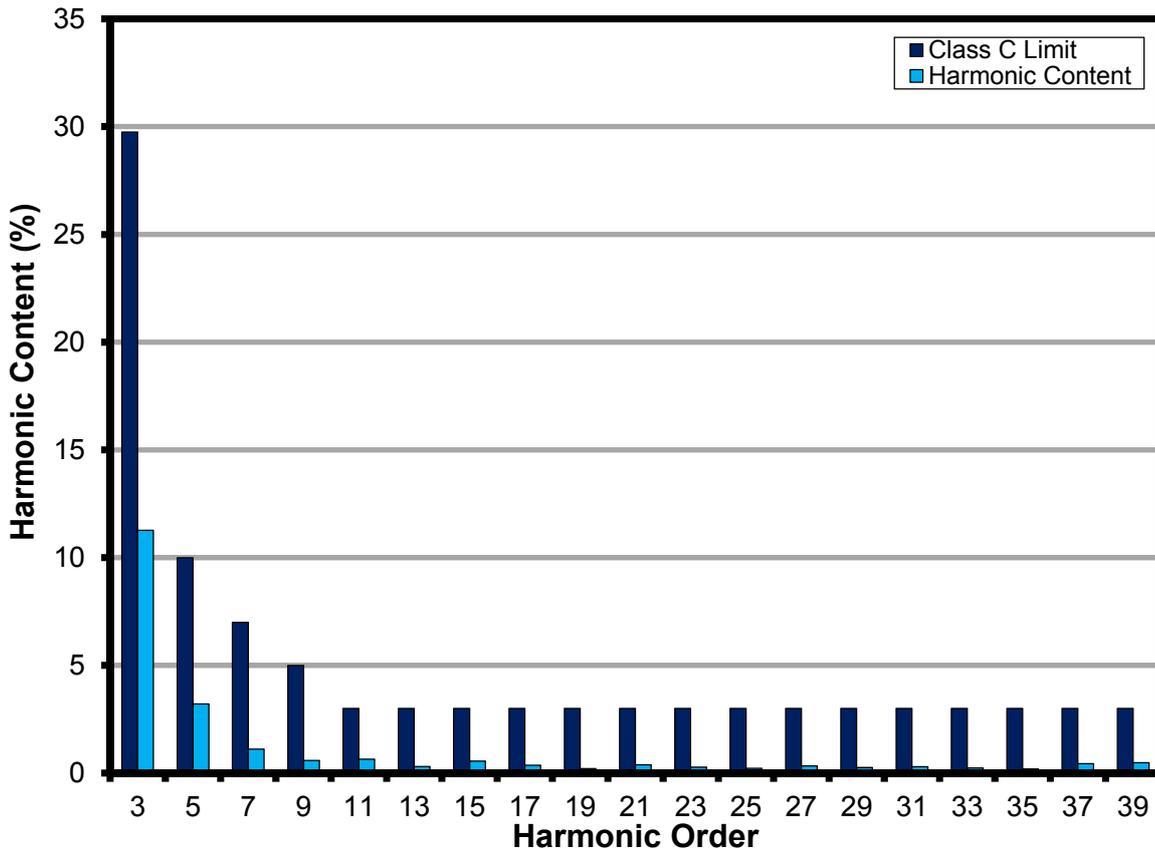


图16 – 134 V LED负载在115 VAC、60 Hz下的输入电流谐波



10.5.2 在230 V、50 Hz输入下的134 V LED负载

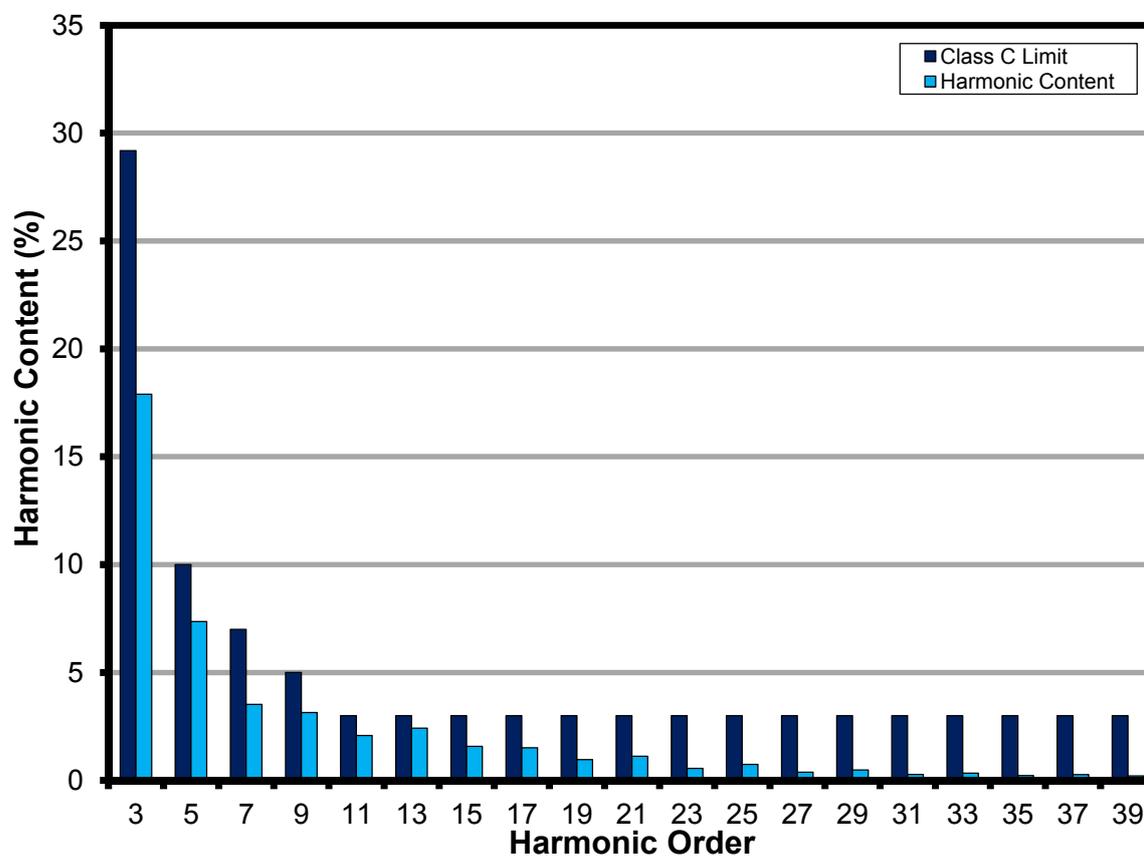


图17 – 134 V LED负载在230 VAC、50 Hz下的输入电流谐波



10.6 测试数据

所有测量均在25 °C环境温度下进行，测量对象为敞开式电路板。

10.6.1 测试数据，121 V LED负载

输入		输入测量					负载测量			计算			
V _{RMS} (VAC)	频率 (Hz)	V _{IN} (V _{RMS})	I _{IN} (mA _{RMS})	P _{IN} (W)	PF	%ATHD	V _{OUT} (V _{DC})	I _{OUT} (mA _{DC})	P _{OUT} (W)	P _{CAL} (W)	效率 (%)	损耗 (W)	%稳压
90	60	89.91	264.01	23.584	0.994	10.94	121.0700	174.130	21.123	21.08	89.56	2.46	4.17
100	60	99.95	241.02	23.907	0.992	11.8	121.1200	177.730	21.570	21.53	90.22	2.34	2.18
115	60	114.97	213.43	24.308	0.991	13.02	121.2000	182.040	22.106	22.06	90.94	2.20	0.19
135	60	134.96	184.78	24.642	0.988	14.46	121.2600	185.720	22.564	22.52	91.57	2.08	2.21
195	50	195.00	128.85	24.601	0.979	18.46	121.2500	186.790	22.704	22.65	92.29	1.90	2.80
210	50	209.94	119.04	24.377	0.975	19.7	121.1900	185.270	22.507	22.45	92.33	1.87	1.96
220	50	219.98	113.11	24.200	0.973	20.61	121.1500	184.020	22.345	22.29	92.33	1.86	1.28
230	50	230.02	107.62	23.999	0.969	21.53	121.0900	182.570	22.157	22.11	92.32	1.84	0.48
265	50	265.04	91.53	23.215	0.957	24.1	120.9500	176.520	21.393	21.35	92.15	1.82	-2.85

10.6.2 测试数据，134 V LED负载

输入		输入测量					负载测量			计算			
V _{RMS} (VAC)	频率 (Hz)	V _{IN} (V _{RMS})	I _{IN} (mA _{RMS})	P _{IN} (W)	PF	%ATHD	V _{OUT} (V _{DC})	I _{OUT} (mA _{DC})	P _{OUT} (W)	P _{CAL} (W)	效率 (%)	损耗 (W)	%稳压
90	60	89.90	294.78	26.358	0.995	10.05	134.4100	175.130	23.580	23.54	89.46	2.78	-3.62
100	60	99.94	268.15	26.626	0.994	10.97	134.4200	178.280	24.006	23.96	90.16	2.62	-1.88
115	60	114.96	236.46	26.964	0.992	12.12	134.4500	182.020	24.515	24.47	90.92	2.45	0.18
135	60	134.96	204.35	27.292	0.990	13.55	134.4800	185.540	24.994	24.95	91.58	2.30	2.11
195	50	194.99	142.53	27.282	0.982	17.33	134.4400	187.000	25.194	25.14	92.35	2.09	2.92
210	50	209.93	131.71	27.051	0.978	18.65	134.3500	185.650	24.995	24.94	92.40	2.06	2.17
220	50	219.98	125.06	26.839	0.976	19.59	134.2700	184.340	24.802	24.75	92.41	2.04	1.45
230	50	230.02	118.96	26.616	0.973	20.48	134.1900	182.930	24.597	24.55	92.41	2.02	0.68
265	50	265.04	101.26	25.797	0.961	23.42	134.0200	177.280	23.801	23.76	92.26	2.00	-2.43

10.6.3 测试数据，142 V LED负载

输入		输入测量					负载测量			计算			
V _{RMS} (VAC)	频率 (Hz)	V _{IN} (V _{RMS})	I _{IN} (mA _{RMS})	P _{IN} (W)	PF	%ATHD	V _{OUT} (V _{DC})	I _{OUT} (mA _{DC})	P _{OUT} (W)	P _{CAL} (W)	效率 (%)	损耗 (W)	%稳压
90	60	89.90	312.51	27.951	0.995	9.67	142.1300	175.280	24.952	24.91	89.27	3.00	-3.53
100	60	99.94	283.66	28.177	0.994	10.5	142.1700	178.120	25.363	25.32	90.01	2.81	-1.97
115	60	114.97	249.48	28.462	0.992	11.75	142.1400	181.560	25.848	25.81	90.82	2.61	-0.08
135	60	134.96	215.32	28.774	0.990	13.2	142.2700	184.810	26.331	26.29	91.51	2.44	1.71
195	50	195.00	149.83	28.713	0.983	16.85	142.2000	186.120	26.517	26.47	92.35	2.20	2.43
210	50	209.94	138.39	28.459	0.980	18.18	142.0600	184.800	26.302	26.25	92.42	2.16	1.71
220	50	219.98	131.44	28.249	0.977	19.21	141.9900	183.570	26.113	26.07	92.44	2.14	1.03
230	50	230.02	125.08	28.028	0.974	20.12	141.9200	182.240	25.910	25.86	92.44	2.12	0.30
265	50	265.04	106.55	27.194	0.963	23.17	141.7500	176.870	25.110	25.07	92.34	2.08	-2.66



10.6.4 134 V LED负载在115 VAC、60 Hz下的谐波数据

V	频率	I (mA)	P	PF	%THD
115	60.00	236.46	26.9640	0.9919	12.12
	n阶	mA 含量	% 含量	Class C限值	备注
	1	234.47			
	2	0.18	0.08%	2.00%	
	3	26.43	11.27%	29.76%	通过
	5	7.53	3.21%	10.00%	通过
	7	2.61	1.11%	7.00%	通过
	9	1.38	0.59%	5.00%	通过
	11	1.52	0.65%	3.00%	通过
	13	0.73	0.31%	3.00%	通过
	15	1.30	0.55%	3.00%	通过
	17	0.87	0.37%	3.00%	通过
	19	0.49	0.21%	3.00%	通过
	21	0.92	0.39%	3.00%	通过
	23	0.66	0.28%	3.00%	通过
	25	0.54	0.23%	3.00%	通过
	27	0.80	0.34%	3.00%	通过
	29	0.60	0.26%	3.00%	通过
	31	0.69	0.29%	3.00%	通过
	33	0.56	0.24%	3.00%	通过
	35	0.46	0.20%	3.00%	通过
	37	1.02	0.44%	3.00%	通过
	39	1.14	0.49%	3.00%	通过



10.6.5 134 V LED负载在230 VAC、50 Hz下的谐波数据

V	频率	I (mA)	P	PF	%THD
230	50.00	118.96	26.6160	0.9727	20.48
	n阶	mA 含量	% 含量	限值 >25 W	备注
	1	116.30			
	2	0.12	0.10%	2.00%	
	3	20.81	17.89%	29.18%	通过
	5	8.56	7.36%	10.00%	通过
	7	4.10	3.53%	7.00%	通过
	9	3.66	3.15%	5.00%	通过
	11	2.42	2.08%	3.00%	通过
	13	2.81	2.42%	3.00%	通过
	15	1.83	1.57%	3.00%	通过
	17	1.75	1.50%	3.00%	通过
	19	1.12	0.96%	3.00%	通过
	21	1.30	1.12%	3.00%	通过
	23	0.64	0.55%	3.00%	通过
	25	0.87	0.75%	3.00%	通过
	27	0.44	0.38%	3.00%	通过
	29	0.56	0.48%	3.00%	通过
	31	0.32	0.28%	3.00%	通过
	33	0.39	0.34%	3.00%	通过
	35	0.26	0.22%	3.00%	通过
	37	0.31	0.27%	3.00%	通过
	39	0.24	0.21%	3.00%	通过



11 波形

11.1 输入线电流

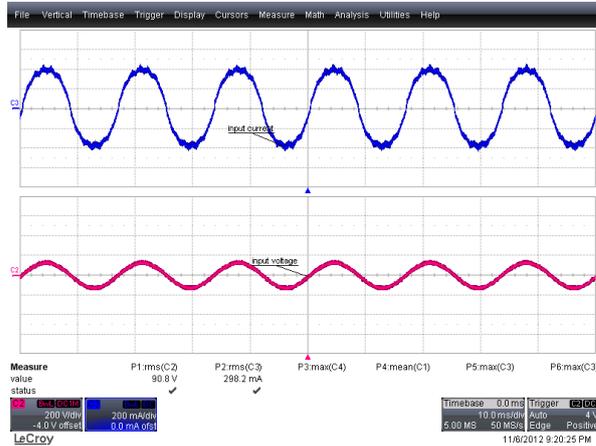


图18 – 90 VAC 60 Hz, 满载

上: I_{IN} , 200 mA/格

下: V_{IN} , 200 V, 10 ms/格

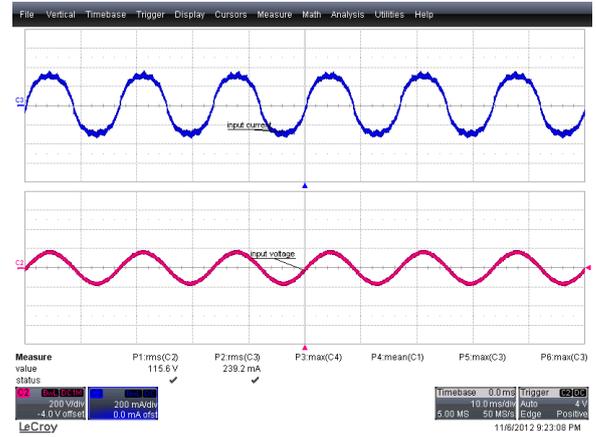


图19 – 115 VAC 60 Hz, 满载

上: I_{IN} , 200 mA/格

下: V_{IN} , 200 V, 10 ms/格

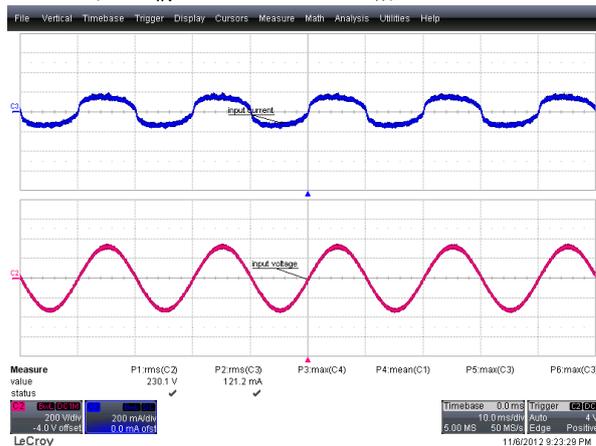


图20 – 230 VAC 50 Hz, 满载

上: I_{IN} , 200 mA/格

下: V_{IN} , 200 V, 10 ms/格

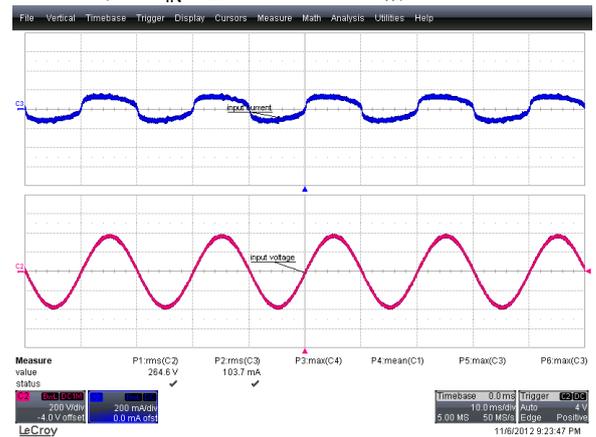


图21 – 265 VAC 50 Hz, 满载

上: I_{IN} , 200 mA/格

下: V_{IN} , 200 V, 10 ms/格



11.2 漏极电压和电流正常工作

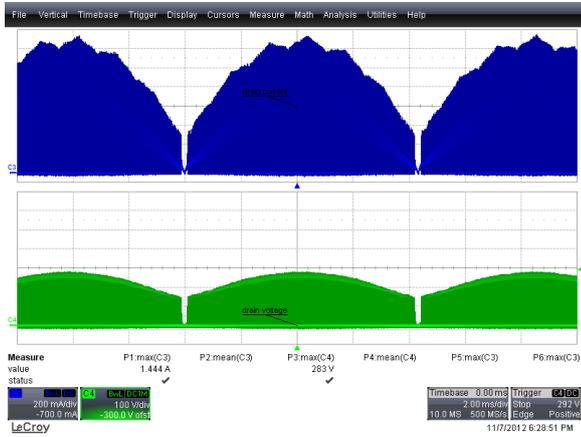


图22 – 90 VAC 60 Hz, 满载
 上: I_{DRAIN} , 200 mA/格
 下: V_{DRAIN} , 100 V, 2 ms/格

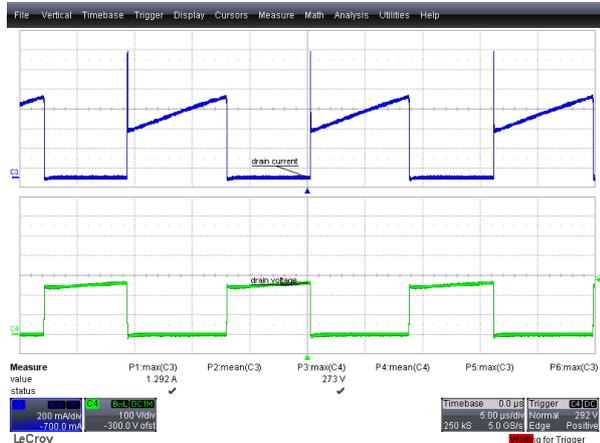


图23 – 90 VAC 60 Hz, 满载
 上: I_{DRAIN} , 200 mA/格
 下: V_{DRAIN} , 100 V, 5 μ s/格

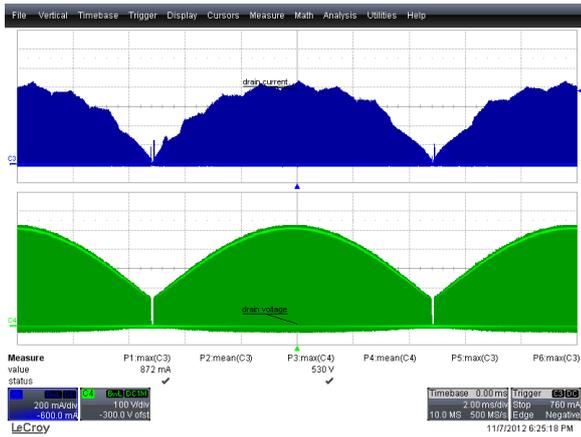


图24 – 265 VAC 50 Hz, 满载
 上: I_{DRAIN} , 200 mA/格
 下: V_{DRAIN} , 100 V, 2 ms/格

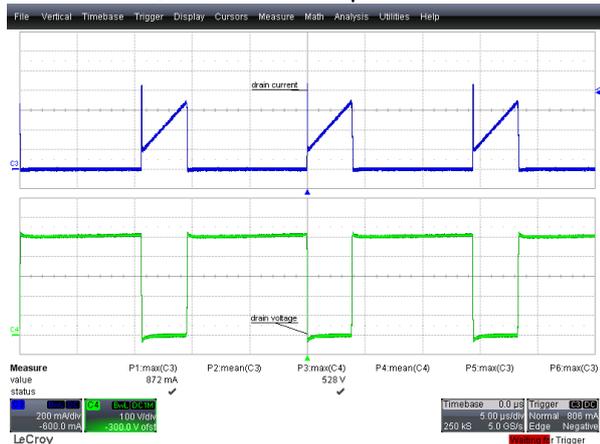


图25 – 265 VAC 50 Hz, 满载
 上: I_{DRAIN} , 200 mA/格
 下: V_{DRAIN} , 100 V, 5 μ s/格

11.3 漏极电压和电流启动工作

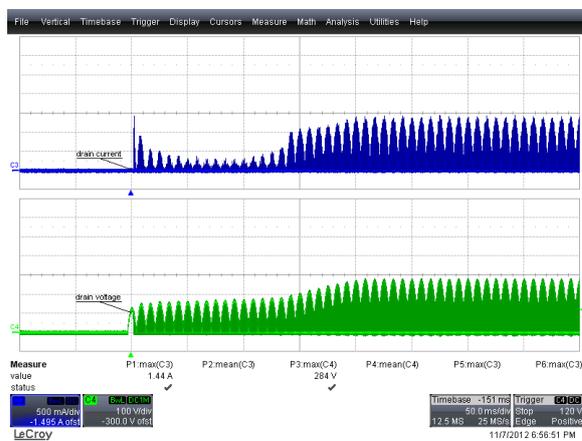


图26 – 90 VAC 60 Hz, 满载启动
上: I_{DRAIN} , 500 mA/格
下: V_{DRAIN} , 100 V, 50 ms/格

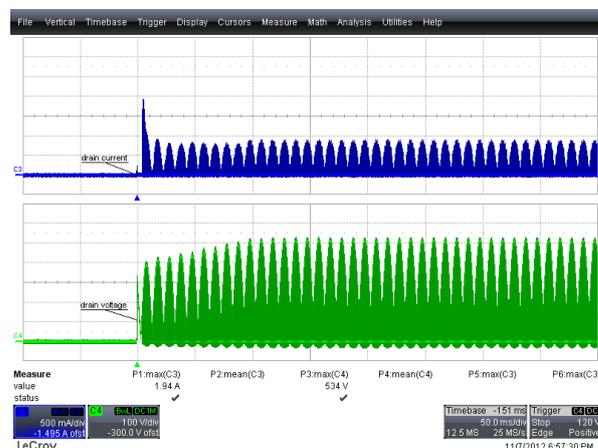


图27 – 265 VAC 50 Hz, 满载启动
上: I_{DRAIN} , 500 mA/格
下: V_{DRAIN} , 100 V, 50 ms/格



11.4 输出电流和输出电压

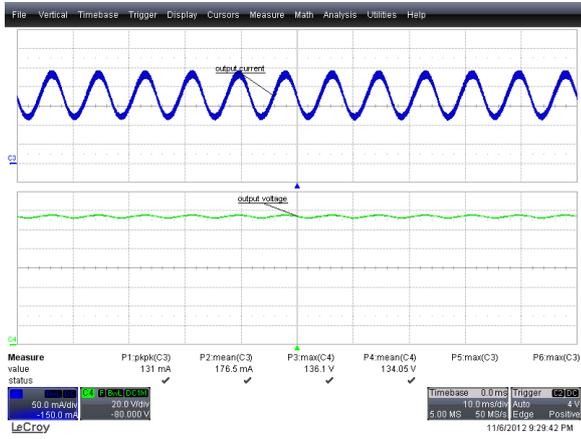


图28 – 90 VAC 60 Hz, 满载
 上: I_{OUT} , 50 mA/格
 下: V_{OUT} , 20 V, 10 ms/格

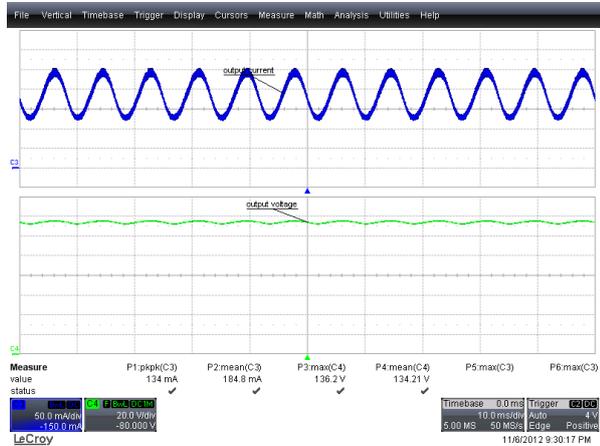


图29 – 115 VAC 60 Hz, 满载
 上: I_{OUT} , 50 mA/格
 下: V_{OUT} , 20 V, 10 ms/格

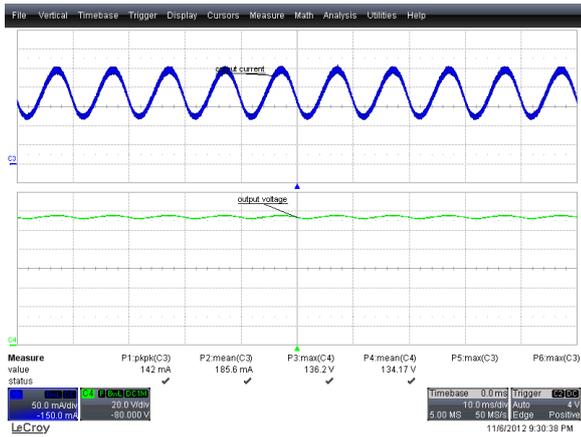


图30 – 230 VAC 50 Hz, 满载
 上: I_{OUT} , 50 mA/格
 下: V_{OUT} , 20 V, 10 ms/格

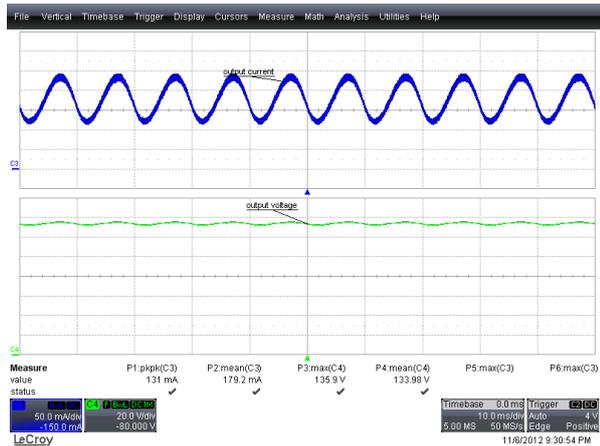


图31 – 265 VAC 50 Hz, 满载
 上: I_{OUT} , 50 mA/格
 下: V_{OUT} , 20 V, 10 ms/格

11.5 上电和断电时的输出电流和电压

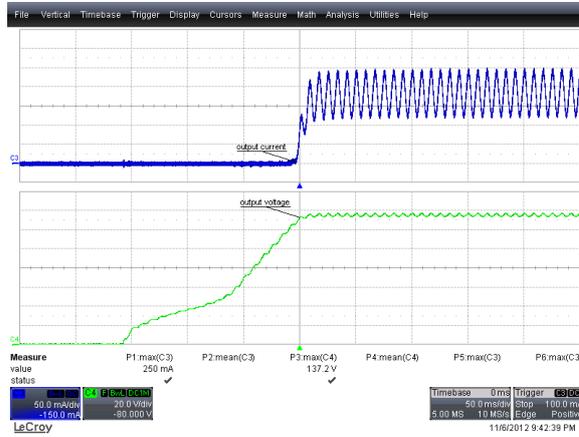


图32 – 115 VAC 60 Hz, 输出上升
上: I_{OUT} , 50 mA/格
下: V_{OUT} , 20 V, 50 ms/格

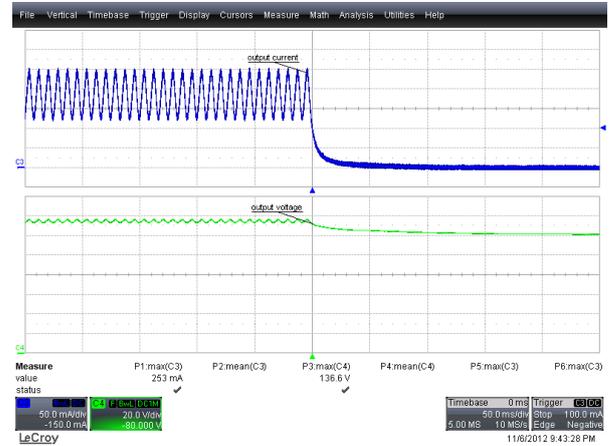


图33 – 115 VAC 60 Hz, 输出下降
上: I_{OUT} , 50 mA/格
下: V_{OUT} , 20 V, 50 ms/格

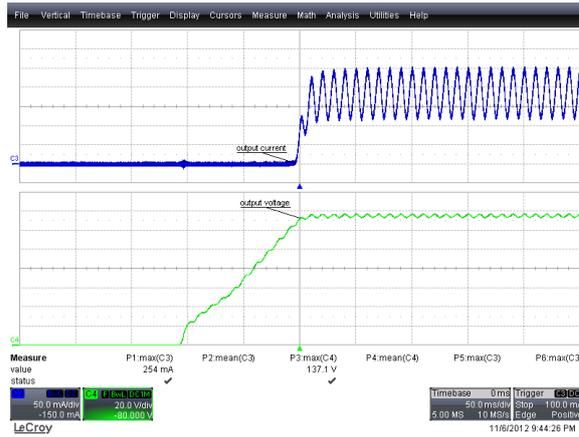


图34 – 230 VAC 50 Hz, 输出上升
上: I_{OUT} , 50 mA/格
下: V_{OUT} , 20 V, 50 ms/格

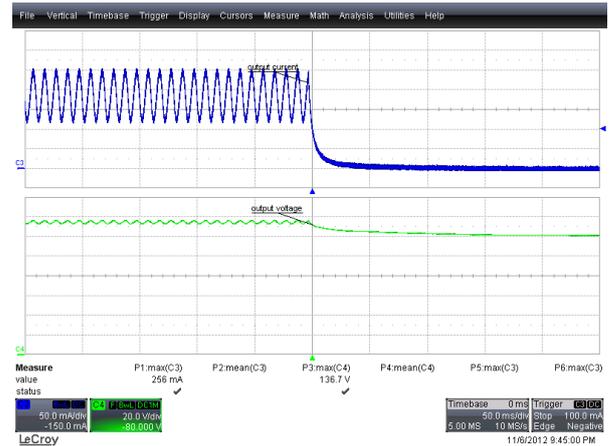


图35 – 230 VAC 50 Hz, 输出下降
上: I_{OUT} , 50 mA/格
下: V_{OUT} , 20 V, 50 ms/格



11.6 输出短路

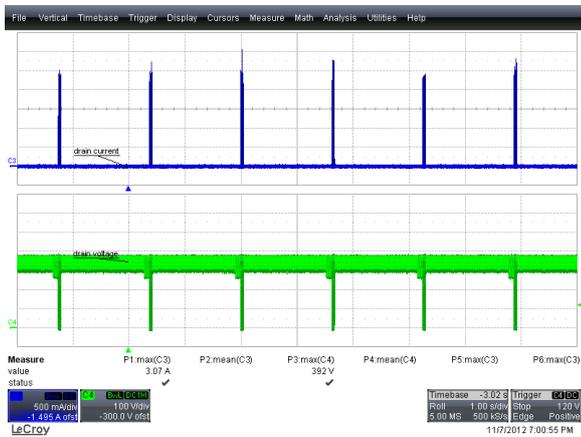


图36 – 265 VAC 50 Hz, 输出短路
上: I_{DRAIN} , 0.5 A/格
下: V_{DRAIN} , 100 V, 1 s/格

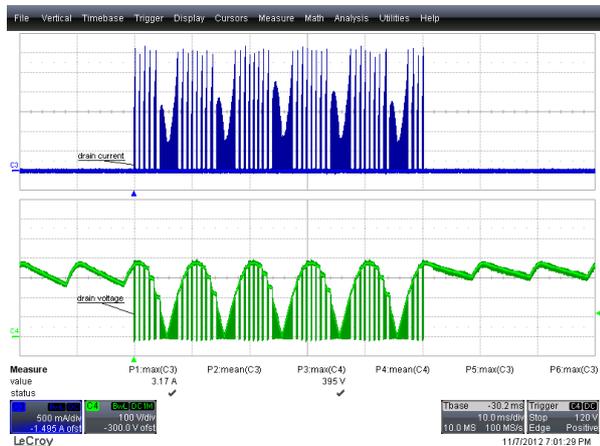


图37 – 265 VAC 50 Hz, 输出短路
上: I_{DRAIN} , 0.5 A/格
下: V_{DRAIN} , 100 V, 10 ms/格

11.7 开路负载

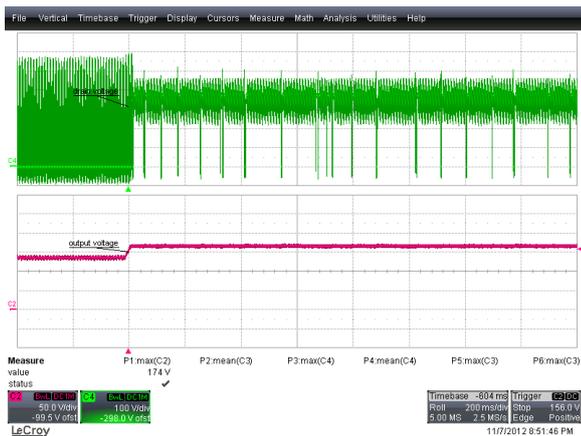


图38 – 265 VAC 50 Hz, 开路负载
上: V_{DRAIN} , 100 V/格
下: V_{OUT} , 50 V, 200 ms/格

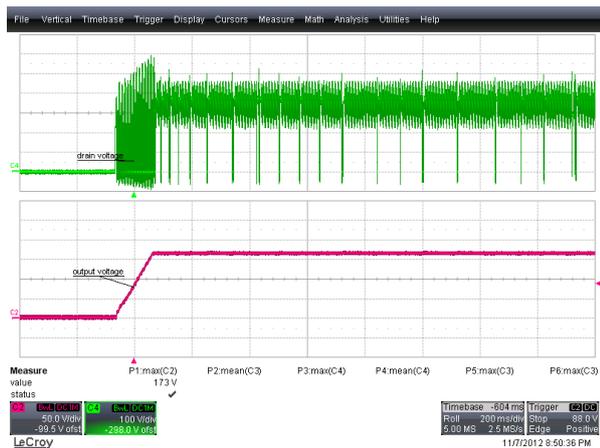


图39 – 265 VAC 50 Hz, 开路负载启动
上: V_{DRAIN} , 100 V/格
下: V_{OUT} , 50 V, 200 ms/格



12 热测量

热测量使用在室温和134 V LED负载下工作的被测设备(EUT)完成

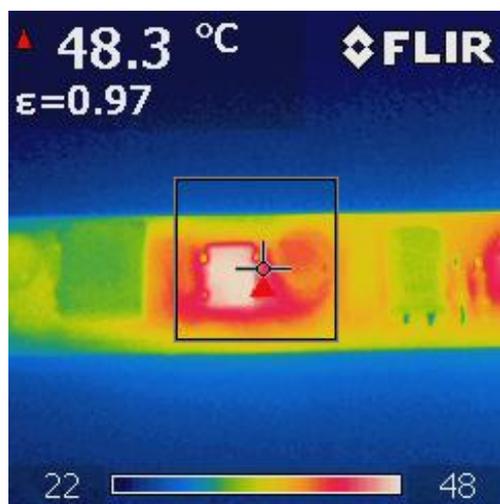


图40 – 输入区, 110 VAC, 60 Hz

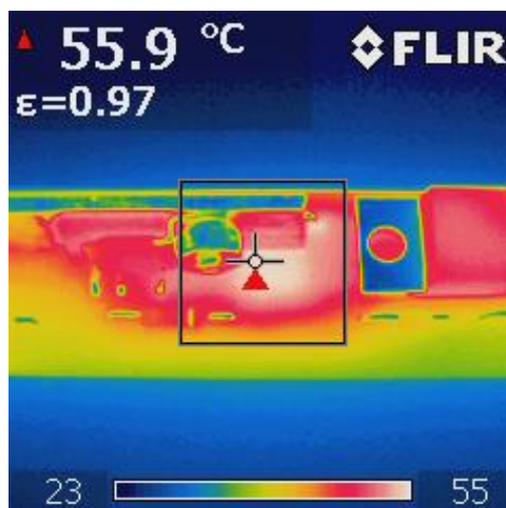


图41 – LNK419EG区, 110 VAC, 60 Hz

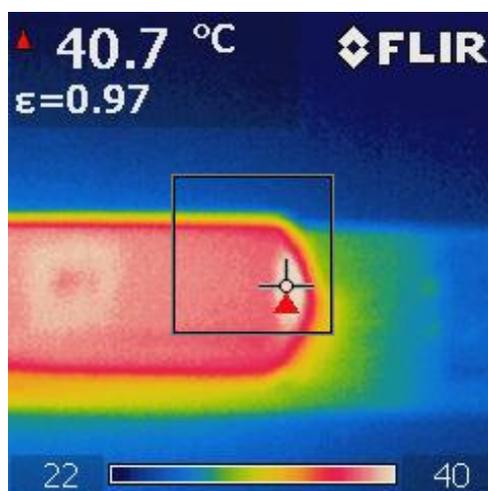


图42 – 输出区, 110 VAC, 60 Hz

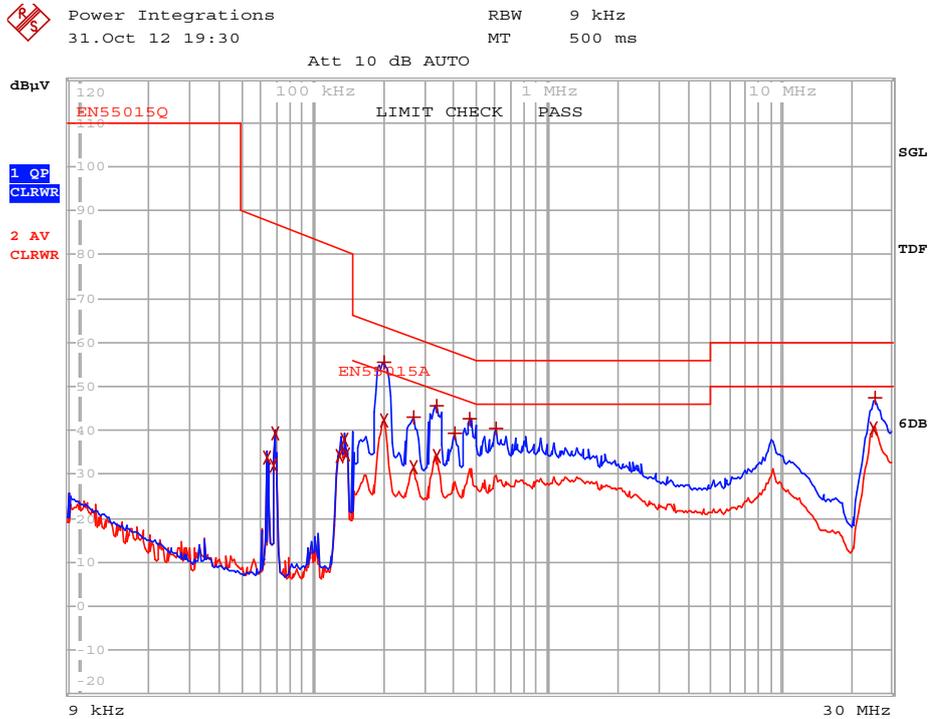


Power Integrations

电话: +1 408 414 9200 传真: +1 408 414 9201
www.powerint.com

13 传导EMI测量

本测试使用230 VAC输入电压、60 Hz工频的~ 134 V LED灯串在室温下进行。



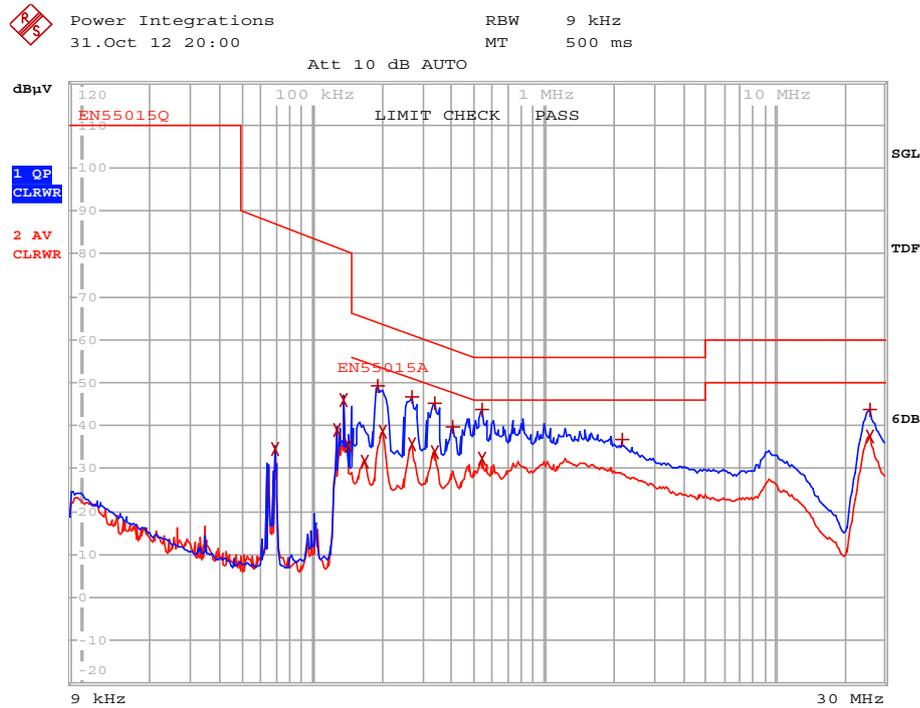
EDIT PEAK LIST (Final Measurement Results)

Trace1: EN55015Q
Trace2: EN55015A
Trace3: ---

TRACE	FREQUENCY	LEVEL dBµV	DELTA	LIMIT dB
2 Average	63.9076936414 kHz	34.01	L1 gnd	
2 Average	67.1676282959 kHz	31.88	N gnd	
2 Average	68.5176976246 kHz	39.49	L1 gnd	
2 Average	129.530094744 kHz	34.19	N gnd	
2 Average	136.137431366 kHz	37.75	L1 gnd	
2 Average	138.873793737 kHz	34.40	L1 gnd	
1 Quasi Peak	200.175581485 kHz	55.37	L1 gnd	-8.23
2 Average	200.175581485 kHz	42.37	L1 gnd	-11.22
1 Quasi Peak	267.135089486 kHz	43.02	L1 gnd	-18.18
2 Average	267.135089486 kHz	31.62	L1 gnd	-19.58
1 Quasi Peak	335.832355405 kHz	45.66	L1 gnd	-13.64
2 Average	335.832355405 kHz	34.29	L1 gnd	-15.01
1 Quasi Peak	401.705024172 kHz	39.28	L1 gnd	-18.52
1 Quasi Peak	466.367062279 kHz	42.56	N gnd	-14.01
1 Quasi Peak	604.06488251 kHz	40.46	N gnd	-15.53
2 Average	24.9618853035 MHz	40.45	L1 gnd	-9.54
1 Quasi Peak	25.2115041566 MHz	47.61	L1 gnd	-12.38

图43 – 传导EMI, 134 V LED负载, 115 VAC, 60 Hz, EN55015B限值





EDIT PEAK LIST (Final Measurement Results)						
TRACE	FREQUENCY	LEVEL dBµV	DELTA	LIMIT	dB	
Trace1:	EN55015Q					
Trace2:	EN55015A					
Trace3:	---					
2 Average	68.5176976246 kHz	34.65	L1 gnd			
2 Average	126.977840157 kHz	38.88	L1 gnd			
2 Average	136.137431366 kHz	45.83	L1 gnd			
2 Average	141.665156991 kHz	35.36	N gnd			
2 Average	167.350252 kHz	31.78	N gnd	-23.30		
1 Quasi Peak	190.46019728 kHz	49.13	L1 gnd	-14.88		
2 Average	200.175581485 kHz	38.67	L1 gnd	-14.92		
1 Quasi Peak	267.135089486 kHz	46.62	L1 gnd	-14.58		
2 Average	267.135089486 kHz	35.71	L1 gnd	-15.49		
1 Quasi Peak	335.832355405 kHz	45.10	L1 gnd	-14.19		
2 Average	335.832355405 kHz	33.96	L1 gnd	-15.33		
1 Quasi Peak	401.705024172 kHz	39.85	N gnd	-17.96		
1 Quasi Peak	536.076911993 kHz	43.86	L1 gnd	-12.13		
2 Average	536.076911993 kHz	32.50	L1 gnd	-13.49		
1 Quasi Peak	2.18042326152 MHz	36.71	L1 gnd	-19.28		
1 Quasi Peak	25.4636191981 MHz	43.61	L1 gnd	-16.38		
2 Average	25.4636191981 MHz	37.36	L1 gnd	-12.63		

图44 - 传导EMI, 134 V LED负载, 230 VAC, 60 Hz, EN55015B限值



14 输入浪涌测试

被测电源应能在230 VAC输入下承受±2500 V、100 kHz振铃波和±500 V差模浪涌，且在每种条件下进行10次雷击测试。测试失败的定义是：输出出现不可恢复性中断，需要修复电源或切断后再接通输入电压。

电平 (V)	输入电压 (VAC)	注入位置	注入相位 (°)	类型	测试结果 (通过/失败)
+2500	230	L1, L2	0	100 kHz振铃波 (500 A)	通过
-2500	230	L1, L2	90	100 kHz振铃波 (500 A)	通过
+2500	230	L1, L2	0	100 kHz振铃波 (500 A)	通过
-2500	230	L1, L2	90	100 kHz振铃波 (500 A)	通过

电平 (V)	输入电压 (VAC)	注入位置	注入相位 (°)	类型	测试结果 (通过/失败)
+500	230	L1, L2	0	浪涌(2Ω)	通过
-500	230	L1, L2	90	浪涌(2Ω)	通过
+500	230	L1, L2	0	浪涌(2Ω)	通过
-500	230	L1, L2	90	浪涌(2Ω)	通过

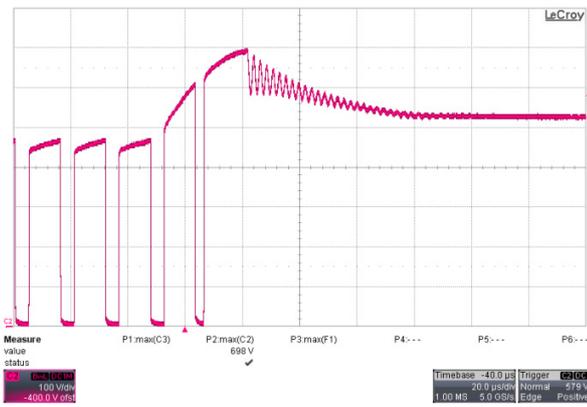


图45 – (+) 500 V差模浪涌, 90°
V_{DRAIN}, 100 V, 20 μs/格

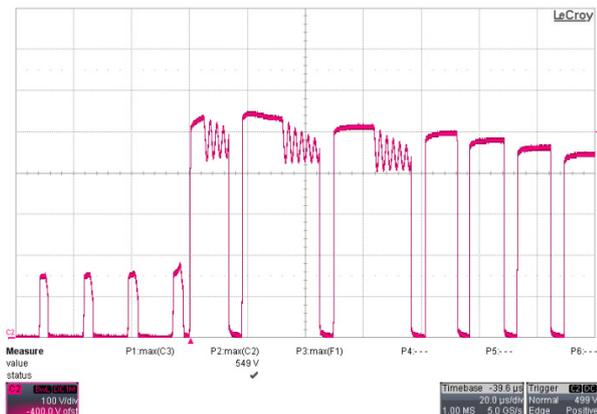


图46 – (+) 500 V差模浪涌, 0°
V_{DRAIN}, 100 V, 20 μs/格



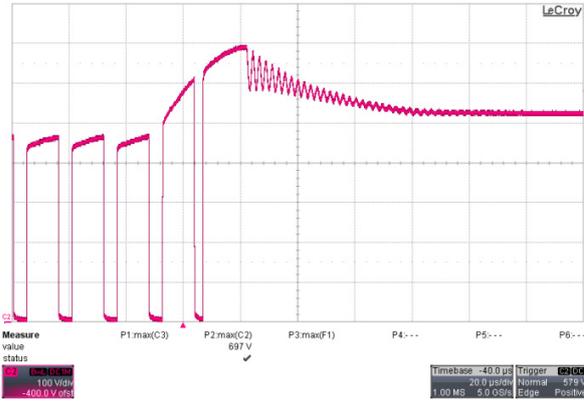


图47 - (-) 500 V差模浪涌, 90°
V_{DRAIN}: 100 V, 20 μs/格

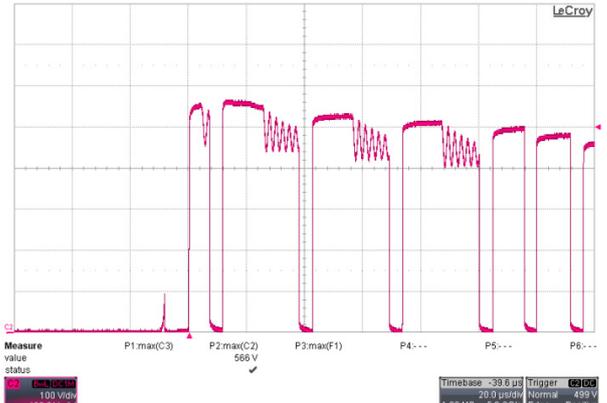


图48 - (-) 500 V差模浪涌, 0°
V_{DRAIN}: 100 V, 20 μs/格

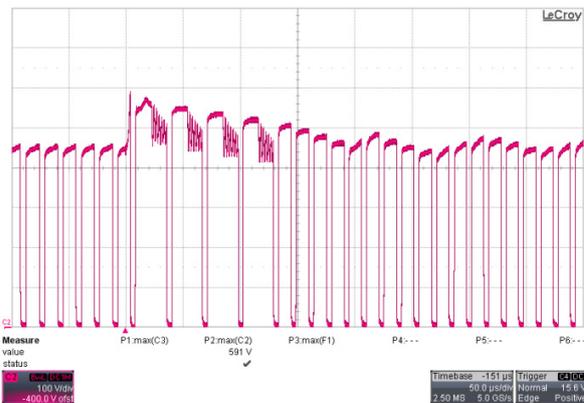


图49 - (+) 2.5 kV振铃波, 90°
V_{DRAIN}: 100 V, 50 μs/格

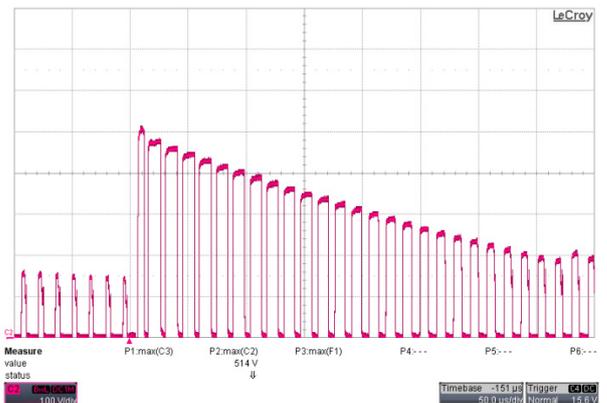


图50 - (+) 2.5 kV振铃波, 0°
V_{DRAIN}: 100 V, 50 μs/格

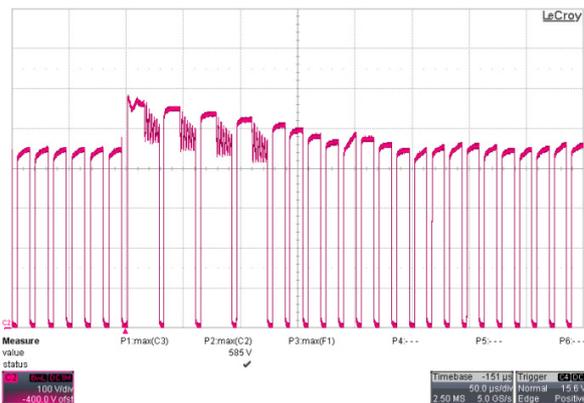


图51 - (-) 2.5 kV振铃波, 90°
V_{DRAIN}: 100 V, 50 μs/格

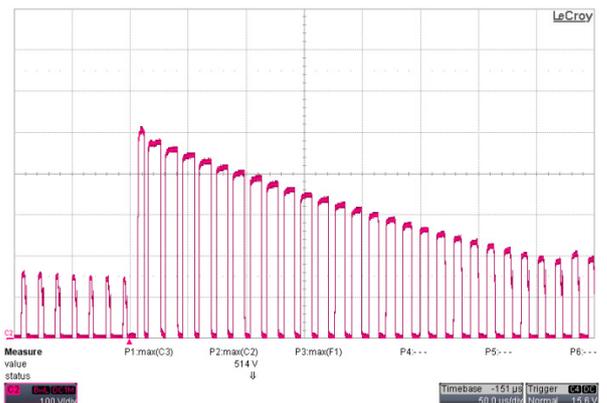


图52 - (-) 2.5 kV振铃波, 0°
V_{DRAIN}: 100 V, 50 μs/格

15 版本历史

日期	作者	修订版本	说明与变更	审核者
2012年12月6日	DS	1.0	初始版本	Apps and Mktg



有关最新产品信息, 请访问: 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. 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 2012 Power Integrations, Inc.

Power Integrations全球销售支持网络**全球总部**

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

德国

Lindwurmstrasse 114
80337, Munich
Germany
Phone: +49-895-527-39110
Fax: +49-895-527-39200
e-mail: eurosales@powerint.com

日本

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

台湾

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

中国 (上海)

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

印度

#1, 14th Main Road
Vasanthanagar
Bangalore-560052
India
Phone: +91-80-4113-8020
Fax: +91-80-4113-8023
e-mail: indiasales@powerint.com

韩国

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

欧洲总部

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

中国 (深圳)

3rd Floor, Block A, Zhongtuo
International Business Center, No.
1061, Xiang Mei Road, FuTian District,
ShenZhen, China, 518040
Phone: +86-755-8379-3243
Fax: +86-755-8379-5828
e-mail: chinasales@powerint.com

意大利

Via Milanese 20, 3rd Fl.
20099 Sesto San Giovanni
(MI) Italy
Phone: +39-024-550-8701
Fax: +39-028-928-6009
e-mail: eurosales@powerint.com

新加坡

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

技术支持热线

World Wide +1-408-414-9660

技术支持传真

World Wide +1-408-414-9760

**Power Integrations**

电话: +1 408 414 9200 传真: +1 408 414 9201
www.powerint.com