

设计范例报告

标题	使用 LinkSwitch™-II LNK604DG 设计的低成本 3 W输出隔离式LED驱动器
规格	90 VAC – 265 VAC输入； 9 V _{TYP} ，330 mA输出
应用	GU10 LED灯
作者	应用工程部
文档编号	DER-351
日期	2012年11月14日
修订版本	2.1

特色概述

- 精确的恒流(CC)控制（初级侧控制）
 - 精确恒流控制，在不同负载和线电压下的控制精度小于±5%
- 低元件数解决方案（仅需17个电气元件）
- 带迟滞恢复的过热保护
- 带自动重启的输出短路和开环保护
 - 在265 VAC输入情况下，空载功耗<200 mW
 - 轻松满足EN55015和CISPR-22 Class B EMI标准

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。

目录

1	简介.....	4
2	电源规格.....	6
3	电路原理图.....	7
3.1	电路原理图 - 无箝位电路.....	7
3.2	电路原理图 - 箝位电路.....	7
4	电路描述.....	8
5	PCB 布局.....	9
6	物料清单(BOM).....	10
6.1	无初级箝位设计物料清单 (图 3A).....	10
6.2	箝位设计物料清单 (图 3B).....	10
7	PIXIs 设计表格.....	12
8	变压器规格.....	15
9	性能数据.....	17
9.1	效率.....	17
9.2	输入电压调整率和负载调整率.....	18
9.3	测试数据.....	18
9.3.1	测试数据, 7 V 输出.....	18
9.3.2	测试数据, 9 V 输出.....	18
9.3.3	测试数据, 11 V 输出.....	18
10	热性能.....	18
10.1	$V_{IN} = 115 \text{ VAC}$	18
10.2	$V_{IN} = 230 \text{ VAC}$	18
11	波形.....	18
11.1	正常工作时的输入电压和输入电流.....	18
11.2	正常工作时的输出电流和输出电压.....	18
11.3	输出电流/电压的升降.....	18
11.4	启动时的输入电压和输出电流波形.....	18
11.5	正常工作时的漏极波形.....	18
11.6	正常工作时的输出二极管波形.....	18
11.7	启动时的漏极电压和电流.....	18
11.8	输出短路时的漏极电流和漏极电压.....	18
11.9	无负载输出电压.....	18
12	传导 EMI.....	18
13	输入浪涌.....	18
13.1	500 V 浪涌 (无箝位电路).....	18
13.2	1 kV 浪涌 (有箝位电路).....	18
14	版本历史.....	18



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

本工程报告介绍的是一款通用输入、9 V 330 mA LED驱动器的设计。该电源采用Power Integrations LinkSwitch-II系列的LNK604DG器件设计而成。

本文档包括电源及变压器规格、电路原理图、物料清单以及与该电源有关的典型性能特性。



图1 – 装配后的电路板（顶视图）(1.02" [26 mm] x .63" [16 mm])



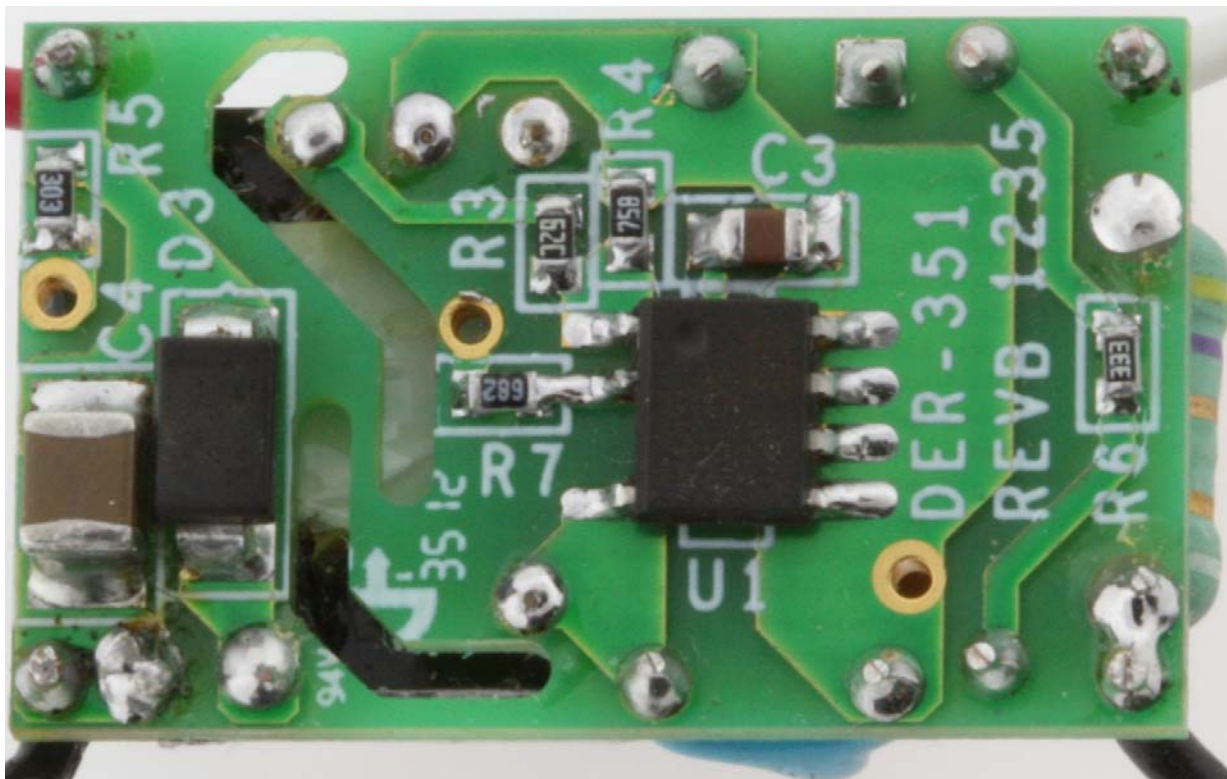


图2 - 装配后的电路板（底视图）



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 频率	V_{IN} f_{LINE}	90	50/60	265	VAC Hz	双导线 – 无P.E.
输出 输出电压 输出电流 总输出功率 连续输出功率	V_{OUT} I_{OUT} P_{OUT}	7	9 330	11	V mA W	
效率 满载	η	75			%	在115 / 230 VAC输入下测得
环境 传导EMI 差模浪涌(1.2 / 50 μ s)						CISPR 15B / EN55015B 500 V / 1 kV
环境温度	T_{AMB}		40		$^{\circ}$ C	



3 电路原理图

3.1 电路原理图- 无箝位电路

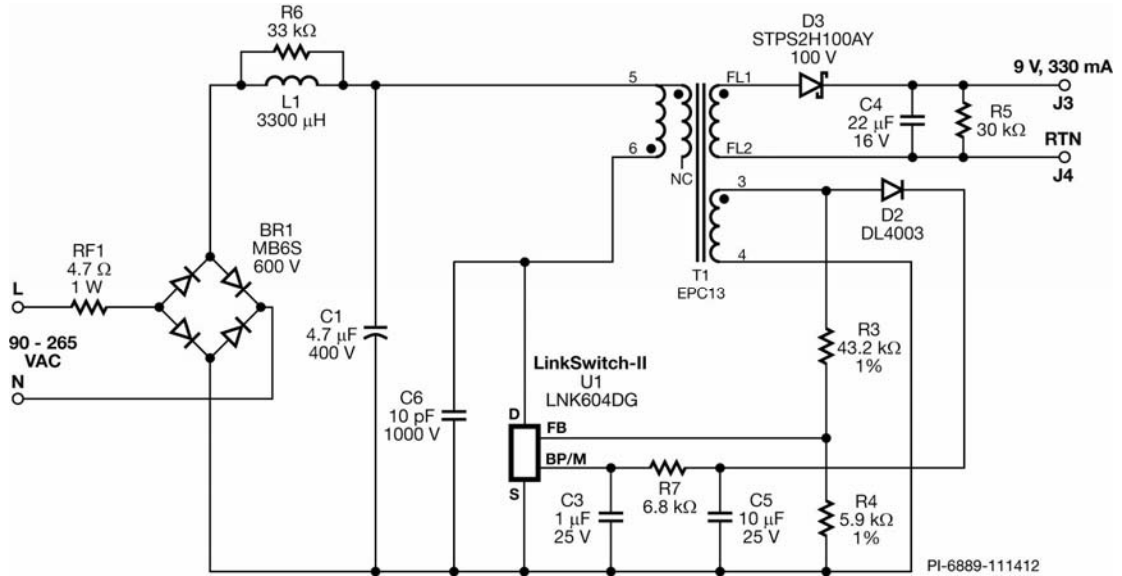


图3A – 电路原理图（无箝位电路）

3.2 电路原理图- 箝位电路

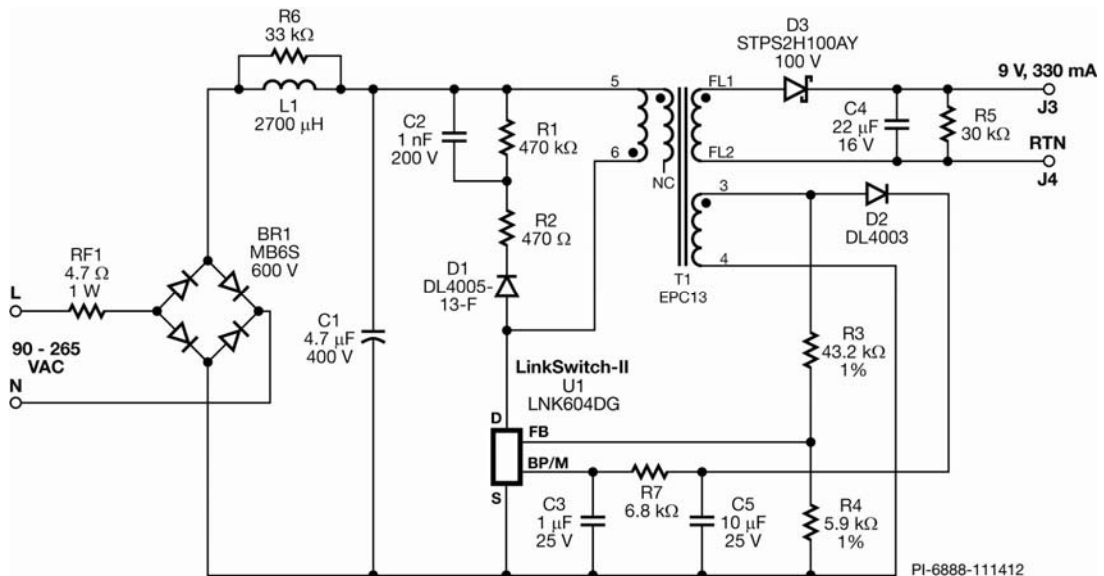


图3B – 电路原理图（带可选箝位电路，针对1 kV浪涌）



4 电路描述

4.1 输入滤波器

桥式整流器BR1对AC输入电压进行整流。整流后的DC由大容量电容C1进行滤波。电感L1与电容C1对差模EMI噪声进行衰减。这种配置与Power Integrations变压器的E-shield™技术相结合,使得本设计能够满足EN55015 Class B的EMI标准。电阻R6用于抑制过度振铃和降低EMI辐射。阻燃可熔电阻RF1除了充当保险丝以外,还可以在AC首次上电时限制浪涌电流。

4.2 初级功率电路

经整流及滤波的输入电压加在T1初级绕组的一侧。U1驱动变压器初级绕组的另一侧。较小的漏-源极电容C6用于限制由变压器漏感造成的漏极电压尖峰。外部偏置电源、D2、R7和C5可提升电源效率。D2选用一个慢速恢复二极管可提高EMI性能。电容C3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。

图3B中的箝位电路、C2、R1、R2和D1可以在施加1 kV快速浪涌时将最大漏极电压降低到700 V以下。

4.3 输出整流和稳压

变压器的次级输出由肖特基势垒二极管D3(用以提高效率)进行整流,由C4进行滤波。LNK604DG使用开/关控制来调节输出以实现恒压(CV)调节,采用频率控制来实现恒流(CC)调节。反馈电阻R3和R4具有1%的容差值,以便将输出电流精确地控制在中心位置。输出电压的设定值高于最大LED电压,可以在负载断开的情况下限制过压。



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

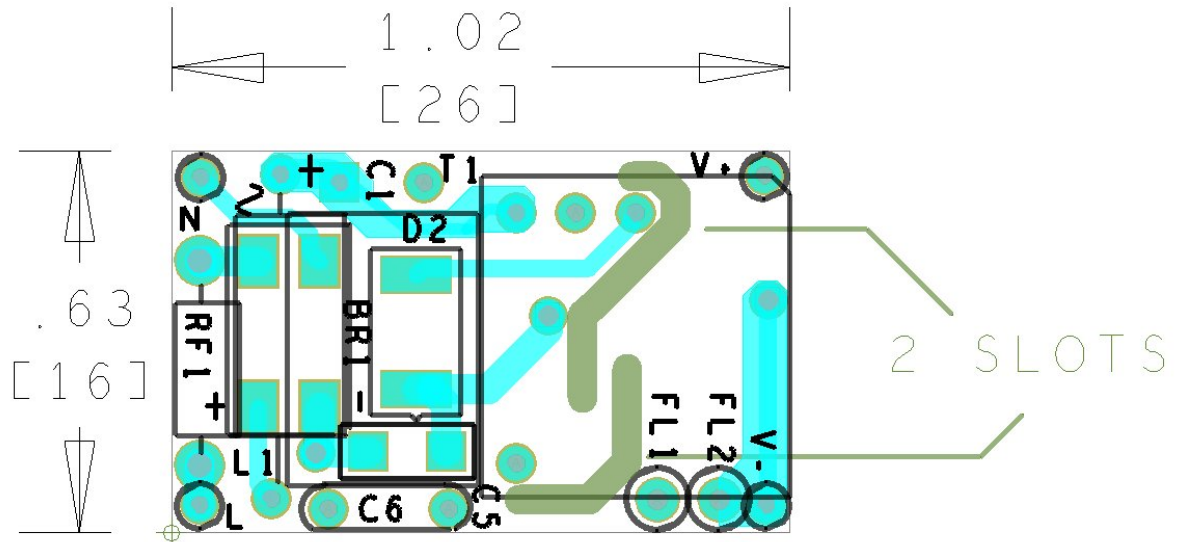


图4 - 顶部

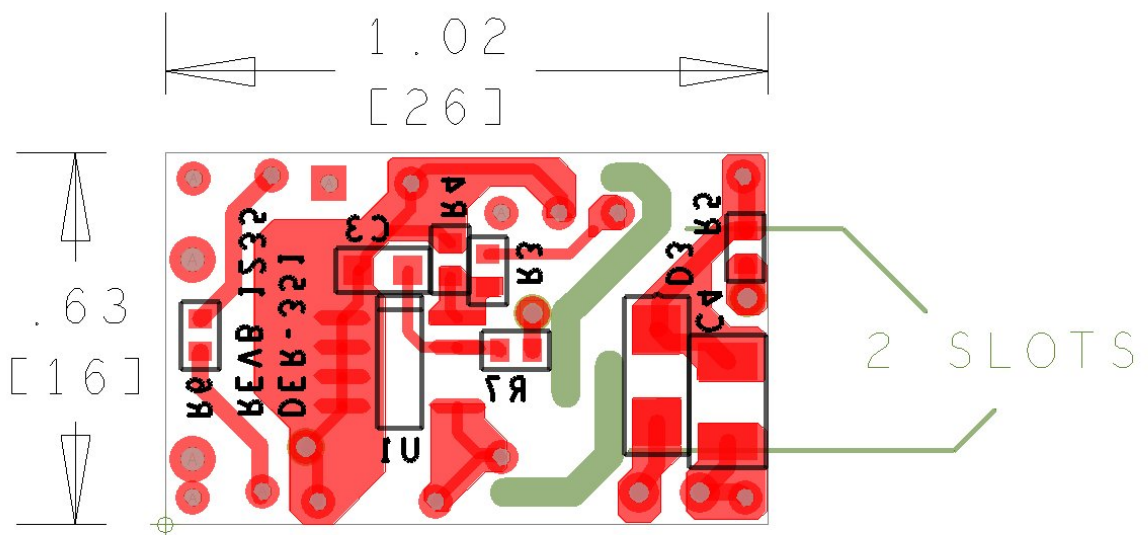


图5 - 底部



6 物料清单(BOM)

6.1 无初级箝位设计物料清单 (图3A)

项	数量	参考序号	说明	生产商型号	生产商
1	1	BR1	600 V, 0.5 A, 桥式整流管, SMD, MBS-1, 4-SOIC	MB6S-TP	Micro Commercial
2	1	C1	4.7 μ F, 400 V, 电解, (8 x 11.5)	TAQ2G4R7MK0811MLL3	Taicon
3	1	C3	1 μ F, 25 V, 陶瓷, X5R, 0805	C2012X5R1E105K	TDK
4	1	C4	22 μ F, 16 V, 陶瓷, X5R, 1210	GRM32ER61C226ME20L	Murata
5	1	C5	10 μ F, 25 V, 陶瓷, X5R, 1206	C3216X7R1E106K	TDK
6	1	C6	10 pF, 1 V, 陶瓷, SL, 0.2" L.S.	DEA1X3A100JC1B	Murata
7	1	D2	200 V, 1 A, 整流管, 玻璃钝化, DO-213AA (MELF)	DL4003-13-F	Diodes, Inc.
8	1	D3	100 V, 2 A, 肖特基, SMA	STPS2H100AY	ST Micro
9	1	L1	3300 μ H, 62 mA, 59.5 Ω , 轴向磁珠电感	B78108S1335J	Epcos
10	1	R3	43.2 k Ω , 1%, 1/16 W, 厚膜, 0603	ERJ-3EKF4322V	Panasonic
11	1	R4	5.9 k Ω , 1%, 1/16 W, 厚膜, 0603	ERJ-3EKF5901V	Panasonic
12	1	R5	30 k Ω , 5%, 1/10 W, 厚膜, 0603	ERJ-3GEYJ303V	Panasonic
13	1	R6	33 k Ω , 5%, 1/10 W, 厚膜, 0603	ERJ-3GEYJ333V	Panasonic
14	1	R7	6.8 k Ω , 5%, 1/10 W, 厚膜, 0603	ERJ-3GEYJ682V	Panasonic
15	1	RF1	4.7 Ω , 1 W, 保险/阻燃线绕制	FKN1WSJR-52-4R7	Yago
16	1	T1	骨架, EPC13, 水平, 10个引脚	BEPC-13-1110CPH	TDK
17	1	U1	LinkSwitch-II, CV/CC, SO-8C	LNK604DG	Power Integrations

6.2 箝位设计物料清单 (图3B)

项	数量	参考序号	说明	生产商型号	生产商
1	1	BR1	600 V, 0.5 A, 桥式整流管, SMD, MBS-1, 4-SOIC	MB6S-TP	Micro Commercial
2	1	C1	4.7 μ F, 400 V, 电解, (8 x 11.5)	TAQ2G4R7MK0811MLL3	Taicon
3	1	C2	1 nF, 200 V, 陶瓷, X7R, 0805	08052C102KAT2A	AVX
4	1	C3	1 μ F, 25 V, 陶瓷, X5R, 0805	C2012X5R1E105K	TDK
5	1	C4	22 μ F, 16 V, 陶瓷, X5R, 1210	GRM32ER61C226ME20L	Murata
6	1	C5	10 μ F, 25 V, 陶瓷, X5R, 1206	C3216X7R1E106K	TDK
7	1	D1	600 V, 1 A, 整流管, 玻璃钝化, DO-213AA (MELF)	DL4005-13-F	Diodes, Inc.
8	1	D2	200 V, 1 A, 整流管, 玻璃钝化, DO-213AA (MELF)	DL4003-13-F	Diodes, Inc.
9	1	D3	100 V, 2 A, 肖特基, SMA	STPS2H100AY	ST Micro
10	1	L1	2700 μ H, 75 mA, 40欧姆, 轴向磁珠电感	B78148S1275J	Epcos
11	1	R1	470 k Ω , 5%, 1/4 W, 厚膜, 1206	ERJ-8GEYJ474V	Panasonic
12	1	R2	470 Ω , 5%, 1/8 W, 厚膜, 0805	ERJ-6GEYJ471V	Panasonic
13	1	R3	43.2 k Ω , 1%, 1/16 W, 厚膜, 0603	ERJ-3EKF4322V	Panasonic
14	1	R4	5.9 k Ω , 1%, 1/16 W, 厚膜, 0603	ERJ-3EKF5901V	Panasonic
15	1	R5	30 k Ω , 5%, 1/10 W, 厚膜, 0603	ERJ-3GEYJ303V	Panasonic
16	1	R6	33 k Ω , 5%, 1/10 W, 厚膜, 0603	ERJ-3GEYJ333V	Panasonic
17	1	R7	6.8 k Ω , 5%, 1/10 W, 厚膜, 0603	ERJ-3GEYJ682V	Panasonic
18	1	RF1	4.7 Ω , 1 W, 保险/阻燃线绕制	FKN1WSJR-52-4R7	Yago
19	1	T1	骨架, EPC13, 水平, 10个引脚	BEPC-13-1110CPH	TDK
20	1	U1	LinkSwitch-II, CV/CC, SO-8C	LNK604DG	Power



					Integrations
--	--	--	--	--	--------------



7 PIXIs设计表格

ACDC_LinkSwitch-II_091611; 修订版1.13; 版权所有 Power Integrations 2011	输入	信息	输出	单位	ACDC_LinkSwitch-II_091611_Rev1-13; LinkSwitch-II非连续反激式变压器设计表格
输入应用变量					
VACMIN			85.00	V	最小AC输入电压
VACMAX			265.00	V	最大AC输入电压
fL			50.00	Hz	AC电网频率
VO	9.00		9.00	V	输出电压 (在连续输出功率条件下)
IO	0.33		0.33	A	电源输出电流 (对应于峰值功率)
功率			2.97	W	连续输出功率
n	0.75		0.75		输出端的估计效率。如果没有合适的数值, 取值0.7以下
Z			0.50		Z因子。次级侧损耗与电源总损耗的比率。如果没有合适的数值, 取值0.5
tC			3.00	ms	桥式整流器导通时间估计值
添加偏置绕组	是		是		选择“是”添加偏置绕组以对LinkSwitch-II供电。
CIN	4.70		4.70	uF	输入电容
输入LinkSwitch-XT变量					
所选器件	LNK604		LNK604		所选LinkSwitch-II器件
封装	DG		DG		选择封装 (PG、GG或DG)
ILIMITMIN			0.24	A	最小电流限制
ILIMITTYP			0.25	A	典型电流限制
ILIMITMAX			0.28	A	最大电流限制
FS			66.00	kHz	最大功率时的典型器件开关频率
VOR			80.16	V	反射输出电压 (推荐VOR < 135 V)
VDS			10.00	V	LinkSwitch-II导通状态漏极-电源电压
VD			0.50	V	输出绕组二极管正向电压降
KP			1.83		确保KDP > 1.3以采用非连续模式工作
反馈绕组参数					
NFB			15.00		反馈绕组匝数
VFLY			8.91	V	反激电压 - 在关闭期间反馈绕组上的电压
VFOR			5.72	V	正向电压 - 在导通期间反馈绕组上的电压
偏置绕组参数					
VB			10.00	V	偏置绕组电压。确保VB > VFLY。假定偏置绕组为AC叠加式结构, 在反馈绕组上方
NB			3.00		偏置绕组匝数
REXT			8.30	k-ohm	旁通引脚电阻的建立值 (使用标准5%的电阻)
设计参数					
DCON			4.50	us	输出二极管导通时间
TON			6.97	us	LinkSwitch-II导通时间 (在最小电感处计算)
RUPPER			23.19	k-ohm	反馈电阻分压器中的上侧电阻
RLOWER			6.04	k-ohm	电阻分压器中的下侧电阻



输入变压器磁芯结构变量					
磁芯类型					
磁芯大小	EPC13		EPC13		输入变压器磁芯。根据输出功率，推荐的磁芯尺寸为EE13或EE16
骨架			EPC13_BOBBIN		Generic EPC13_BOBBIN
AE			12.50	mm ²	磁芯等效截面积
LE			30.60	mm	磁芯等效路径长度
AL			870.00	nH/匝 ²	无气隙磁芯等效电感量
BW			6.88	mm	骨架绕线宽度
M			0.00	mm	安全挡墙宽度（初级至次级爬电距离的一半）
L			3.00		初级绕组层数
NS			16.00		次级绕组匝数。要调整次级绕组匝数，更改DCON
DC输入电压参数					
VMIN			51.52	V	最小DC总线电压
VMAX			374.77	V	最大DC总线电压
电流波形参数					
DMAX			0.46		在VMIN测得的最大占空比
Iavg			0.10	A	输入平均电流
IP			0.24	A	峰值初级电流
IR			0.24	A	初级纹波电流
IRMS			0.11	A	初级RMS电流
变压器初级绕组设计参数					
LPMIN			1512.00	uH	最小初级电感
LPTYP			1680.00	uH	典型初级电感
LP_TOLERANCE			10.00	%	初级电感量容差
NP			135.00		初级绕组匝数。要调整初级绕组匝数，更改BM_TARGET
ALG			92.18	nH/匝 ²	带气隙磁芯等效电感量
BM_TARGET			2500.00	高斯	目标磁通密度
BM			2488.89	高斯	最大工作磁通密度（在标称电感条件下计算），推荐BM < 2500
BP		告警	3011.56	高斯	!!! 告警。峰值磁通密度超过3000高斯，不推荐使用。升高NS以降低BP
BAC			1244.44	高斯	磁芯损耗曲线中的AC磁通密度（0.5 X 峰值-峰值）
ur			169.48		无气隙磁芯的相对磁导率
LG			0.17	mm	气隙长度(LG > 0.1 mm)
BWE			20.64	mm	等效骨架宽度
OD			0.15	mm	初级绕组最大线径（包括绝缘层）
INS			0.03		估计的总绝缘层厚度（= 2 * 膜厚度）
DIA			0.12	mm	裸线直径
AWG			37.00		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			20.16	Cmil	以Cmil为单位的裸线等效面积
CMA		告警	187.20	Cmil/A	!!! 告警。CMA小于200，可能造成初级绕组过热。增加初级绕组层数或使用较大的变压器



变压器次级绕组设计参数					
汇总参数					
ISP			2.00	A	峰值次级电流
ISRMS			0.73	A	次级RMS电流
IRIPPLE			0.65	A	输出电容RMS纹波电流
CMS			145.69	Cmil	次级绕组裸线最小Cmil数
AWGS			28.00		次级导线规格 (舍入到下一个较大的标准AWG值)
电压应力参数					
VDRAIN			563.09	V	最大漏极电压估计值 (假定箝位电压容差为20%, 此外还包括10%的温度容差)
PIVS			53.42	V	输出整流管最大反向峰值电压
微调					
RUPPER_ACTUAL			23.19	k-ohm	PCB上使用的上电阻(RUPPER)的实际值
RLOWER_ACTUAL			6.04	k-ohm	PCB上使用的下电阻(RLOWER)的实际值
实际 (测得的) 输出电压 (VDC)			9.00	V	从第一个原型测得的输出电压
实际 (测得的) 输出电流 (ADC)			0.33	Amp	从第一个原型测得的输出电流
RUPPER_FINE			23.19	k-ohm	反馈电阻分压器中的上电阻(RUPPER)的新值。最新的标准值为23.2 k-ohm
RLOWER_FINE			6.04	k-ohm	反馈电阻分压器中的下电阻(RLOWER)的新值。最新的标准值为6.04 k-ohm

注:

- 1) 当在漏极电流波形中没有发现饱和时, BP = 3011高斯是可以接受的。
- 2) CMA = 187 Cmil/A: 对初级绕组使用了#36 AWG。



8 变压器规格

8.1 电气原理图

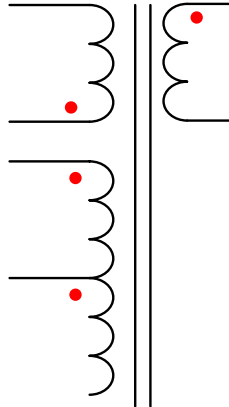


图6 – 变压器电气原理图

8.2 电气规格

绝缘强度	1秒, 60 Hz, 从初级到次级。	3000 VAC
初级电感量	引脚 5-6, 其他绕组开路, 在100 kHz、1 V _{RMS} 条件下测得	1.68 mH, ±7%
谐振频率	引脚5-6, 其他绕组开路。	500 kHz
初级漏感	引脚5-6, FL1-FL2短路, 在100 kHz, 1 V _{RMS} 条件下测得	60 μH

WD#3 Feedback
17T - 3 x #37

8.3 材料

项	说明
[1]	磁芯: EPC13, PC44, 气隙间距ALG为84.69 nH/T ² 。
[2]	骨架: EPC13, 水平, 10个引脚, (5/5)。
[3]	漆包线: #36 AWG
[4]	漆包线: #37 AWG
[5]	漆包线: #28 AWG, TIW。
[6]	胶带: 3M 1298聚酯薄膜, 2.0 mil厚, 7.0 mm宽。
[7]	浸渍: Dolph BC-359或同等材料。

WD# 2 Primary
135T - #36

WD#1 Cancellation
24T - 2 x #37



8.4 变压器结构图

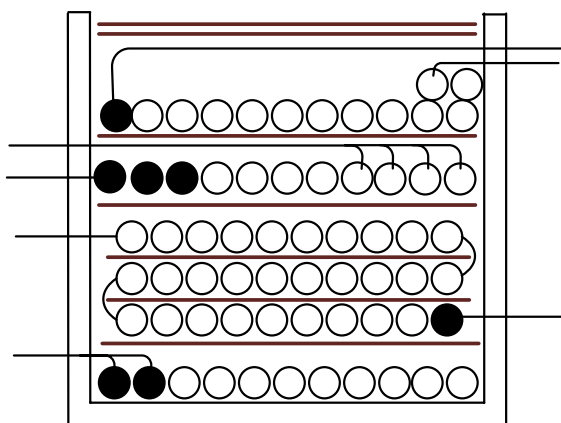


图7 - 变压器结构图

8.5 变压器构造

WD#1 抵消绕组	骨架的引脚1 - 引脚5侧指向左手侧。 从引脚5开始，分一层缠绕24匝双线项[4]。紧紧缠绕，使绕线均匀分布于骨架。剪断导线末端。 4
绝缘层	一层胶带项[6]用于基本绝缘。
WD#2 初级绕组	从引脚6开始，从右到左缠绕45匝项[3]。缠一层胶带[5]。然后在下一层从左到右再缠绕45匝。缠一层胶带[5]。从右到左缠绕最后45匝。在引脚5结束。紧紧缠绕，使绕线均匀分布于骨架。 3
绝缘层	一层胶带项[6]用于基本绝缘。 5
WD#3 反馈绕组	从引脚3开始，从左到右均匀缠绕17匝三线项[4]。使绕线均匀分布在整个骨架上，并在引脚4结束。
绝缘层	一层胶带项[6]用于基本绝缘。
WD#4 次级绕组	临时从引脚2开始，用1层从左到右缠绕16匝项[5]，在第2层缠绕3匝，使末端导线浮在右手侧，将其标记为FL2。将引线起始端穿过骨架到达右侧，然后伸出，将其标记为FL1。 5
绝缘层	2层胶带项[6]用于基本绝缘。
磁芯装配	将磁芯开气隙并进行装配。用胶带固定磁芯两半。
浸渍	用材料项[7]浸渍装配体。



9 性能数据

所有测量均在室温下使用LED板进行。以下数据采用负载范围介于7 V到11 V的3组负载测得。请参见9.3节的表格以了解整套测试数据。

9.1 效率

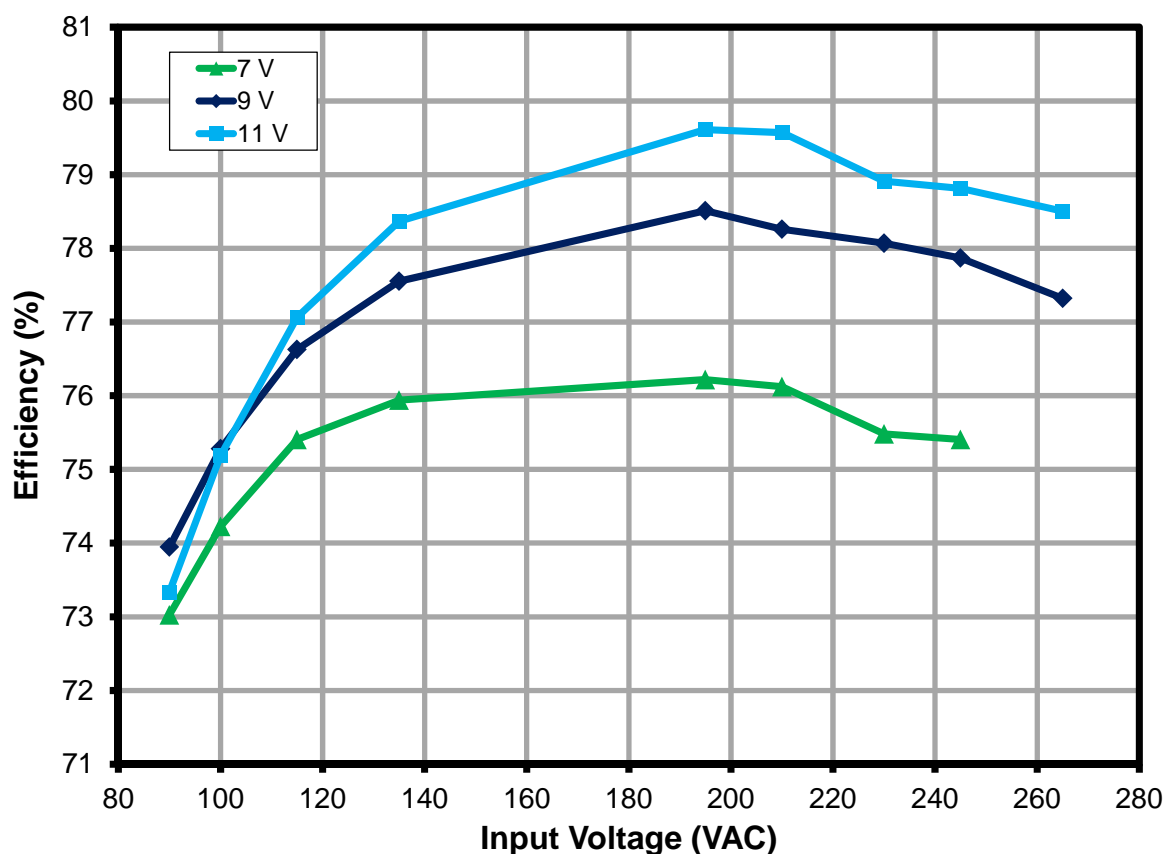


图8 – 效率相对于输入电压和负载的变化



9.2 输入电压调整率和负载调整率

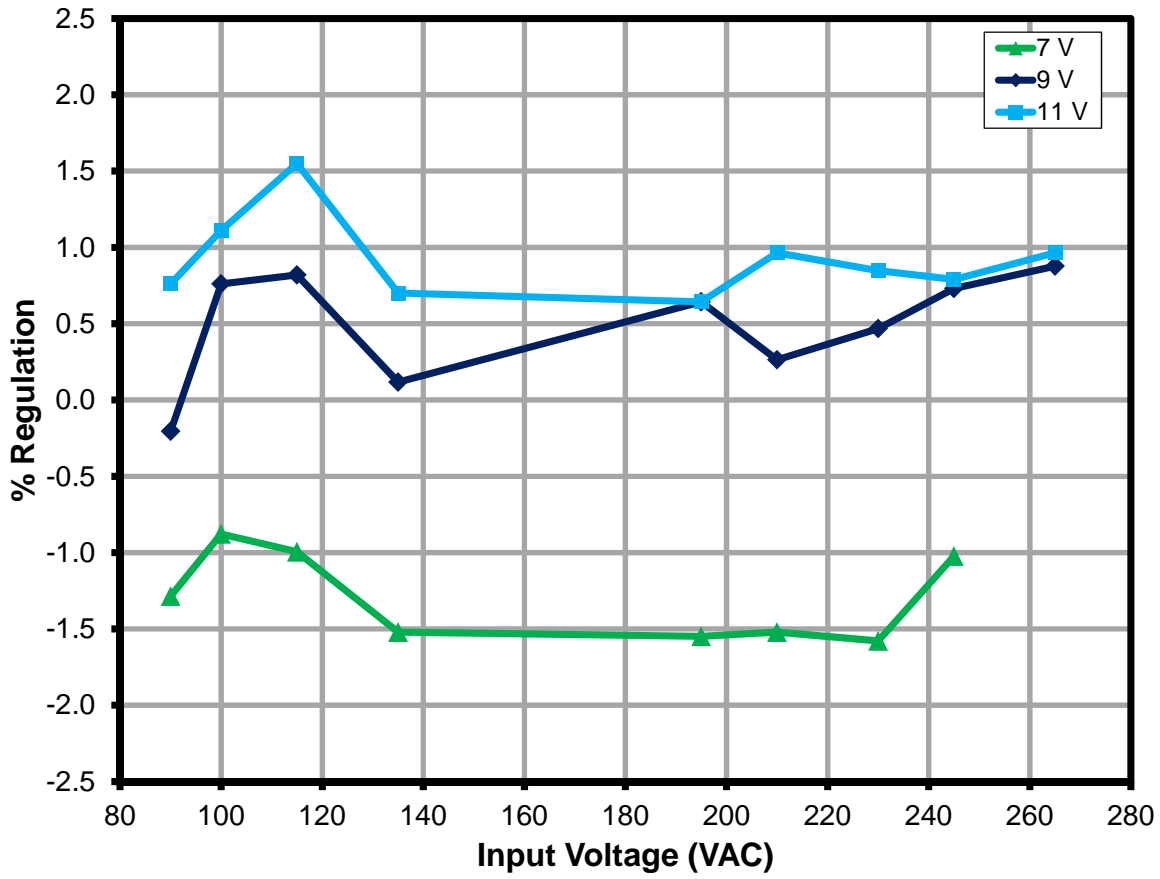


图9 - 调整率相对于输入电压和负载的变化



9.3 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。

9.3.1 测试数据，7 V输出

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

9.3.2 测试数据，9 V输出

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

9.3.3 测试数据，11 V输出

输入		输入测量			负载测量			计算		
VAC (V _{RMS})	频率 (Hz)	V _{IN} (V _{RMS})	I _{IN} (mA _{RMS})	P _{IN} (W)	V _{OUT} (V _{DC})	I _{OUT} (mA _{DC})	P _{OUT} (W)	P _{CAL} (W)	效率 (%)	损耗 (W)
90	60	89.93	89.18	5.28	11.21	344.60	3.87	3.86	73.34	1.41
100	60	99.97	79.75	5.17	11.20	345.80	3.89	3.87	75.19	1.28
115	60	114.98	70.44	5.06	11.20	347.30	3.90	3.89	77.06	1.16
135	60	134.97	61.67	4.93	11.19	344.40	3.87	3.85	78.37	1.07
195	50	194.99	47.10	4.85	11.18	344.20	3.86	3.85	79.61	0.99
210	50	209.94	45.17	4.87	11.18	345.30	3.88	3.86	79.57	1.00



230	50	230.02	42.90	4.90	11.18	344.90	3.87	3.86	78.91	1.03
245	50	244.95	41.28	4.90	11.17	344.70	3.87	3.85	78.81	1.04
265	50	265.04	39.43	4.93	11.17	345.30	3.87	3.86	78.50	1.06



10 热性能

在室温(25 °C)下运行30分钟以上后采集的图像, 无气流, 敞开式。

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

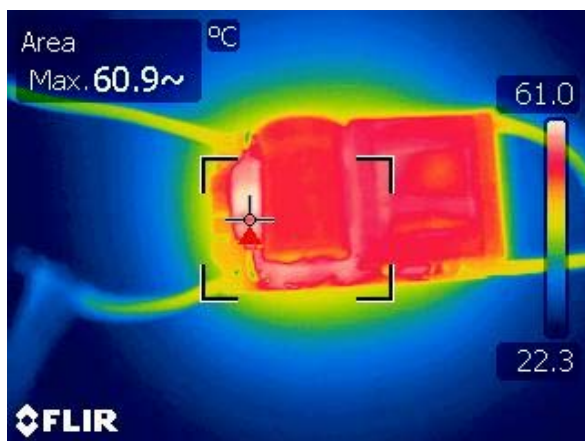


图10 – EMI滤波电感: 60.9 °C

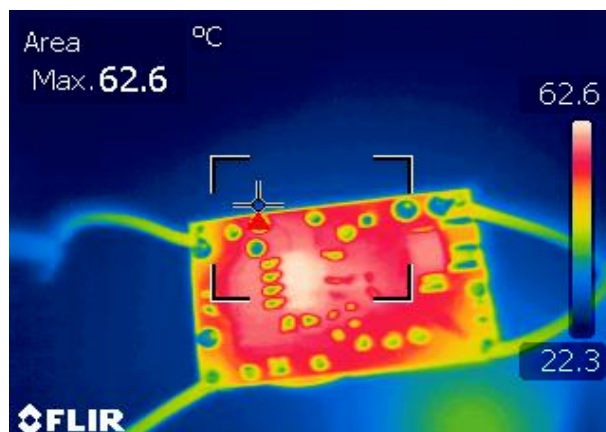


图11 – LNK604DG: 62.6 °C

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

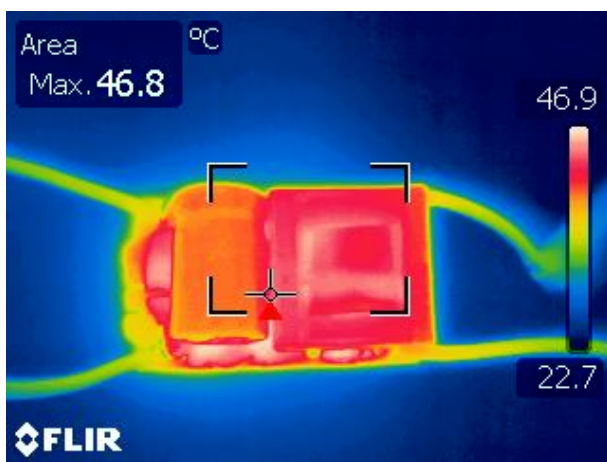


图12 – 变压器: 46.8 °C

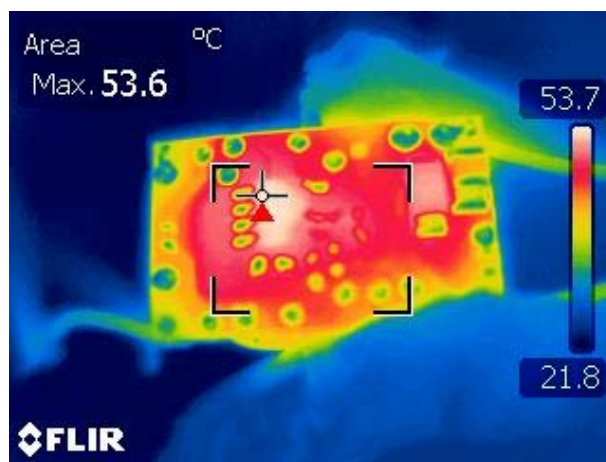


图13 – LNK604DG: 53.6 °C

11 波形

11.1 正常工作时的输入电压和输入电流

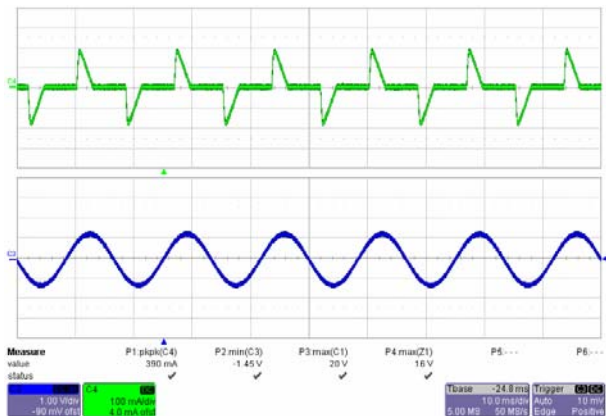


图14 – 90 VAC, 60 Hz, 满载
上: I_{IN} , 100 mA/格
下: V_{IN} , 100 V, 10 ms/格

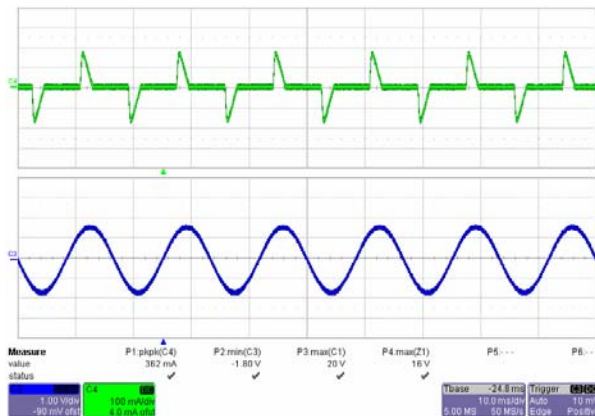


图15 – 115 VAC, 60 Hz, 满载
上: I_{IN} , 100 mA/格
下: V_{IN} , 100 V, 10 ms/格

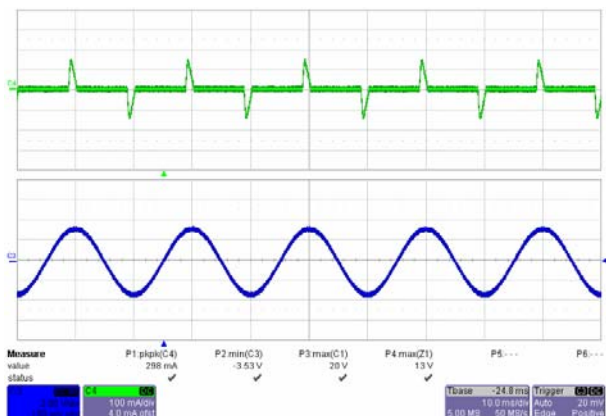


图16 – 230 VAC, 50 Hz, 满载
上: I_{IN} , 100 mA/格
下: V_{IN} , 200 V, 10 ms/格

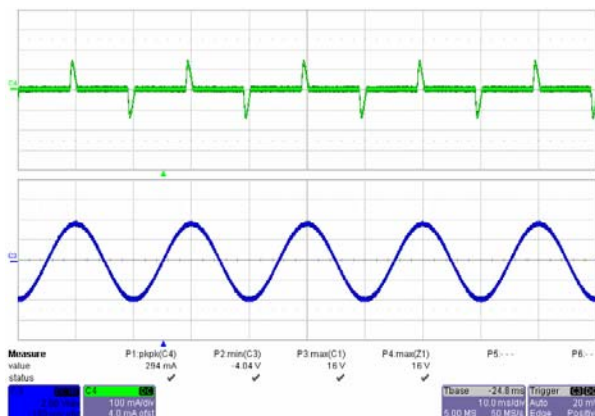


图17 – 265 VAC, 50 Hz, 满载
上: I_{IN} , 100 mA/格
下: V_{IN} , 200 V, 10 ms/格



11.2 正常工作时的输出电流和输出电压

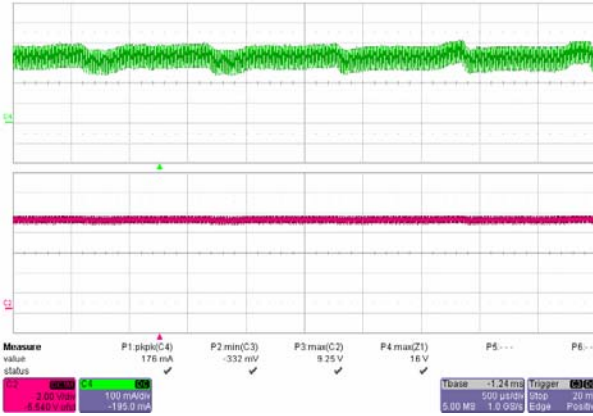


图18 – 90 VAC, 60 Hz, 满载
上: I_{OUT} , 100 mA/格
下: V_{OUT} , 20 V, 500 μ s/格

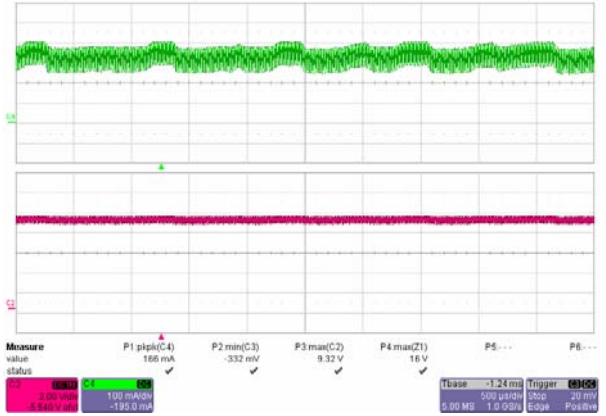


图19 – 115 VAC, 60 Hz, 满载
上: I_{OUT} , 100 mA/格
下: V_{OUT} , 20 V, 500 μ s/格

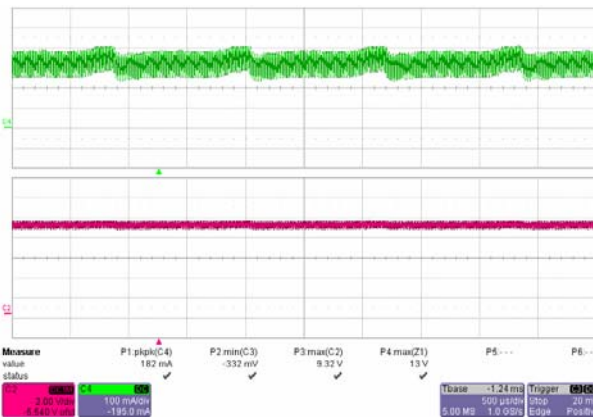


图20 – 230 VAC, 50 Hz, 满载
上: I_{OUT} , 100 mA/格
下: V_{OUT} , 20 V, 500 μ s/格

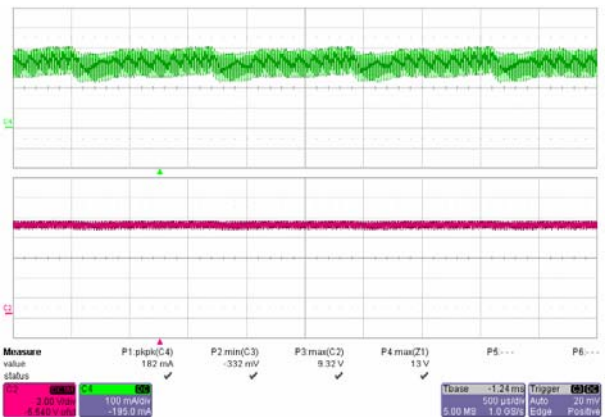


图21 – 265 VAC, 50 Hz, 满载
上: I_{OUT} , 100 mA/格
下: V_{OUT} , 20 V, 500 μ s/格

11.3 输出电流电压的升降

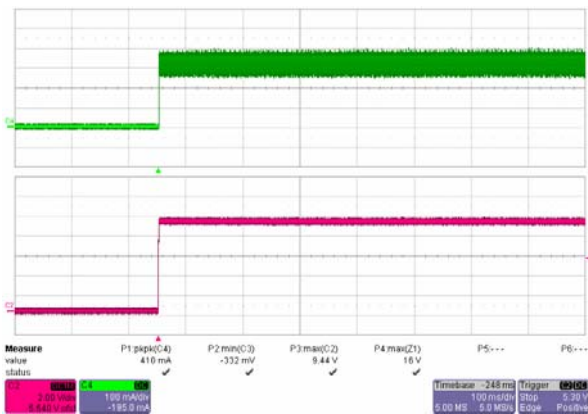


图22 – 90 VAC, 60 Hz, 输出上升
上: I_{OUT} , 100 mA/格
下: V_{OUT} , 20 V, 100 ms/格

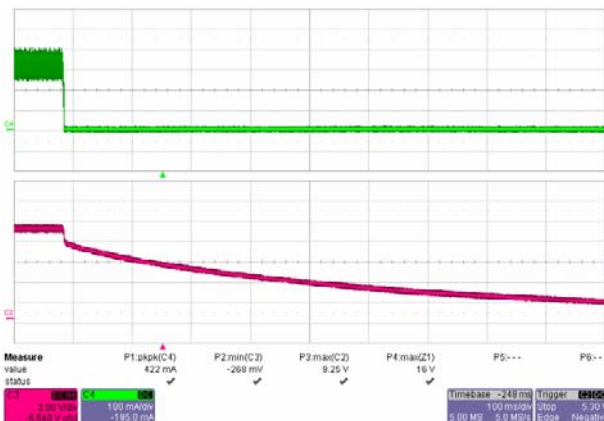


图23 – 90 VAC, 60 Hz, 输出下降
上: I_{OUT} , 100 mA/格
下: V_{OUT} , 20 V, 100 ms/格



图24 – 265 VAC, 50 Hz, 输出上升
上: I_{OUT} , 100 mA/格
下: V_{OUT} , 20 V, 100 ms/格

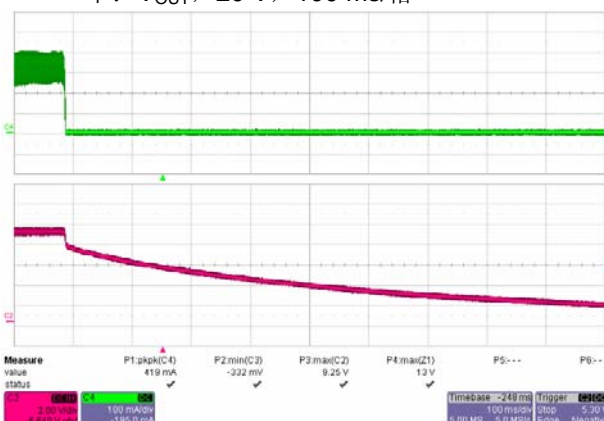


图25 – 265 VAC, 50 Hz, 输出下降
上: I_{OUT} , 100 mA/格
下: V_{OUT} , 20 V, 100 ms/格



11.4 启动时的输入电压和输出电流波形

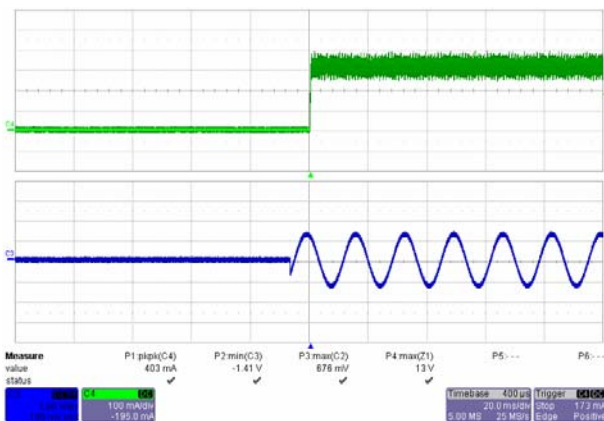


图26 – 90 VAC, 60 Hz
上: I_{OUT} , 100 mA/格
下: V_{IN} , 100 V, 20 ms/格

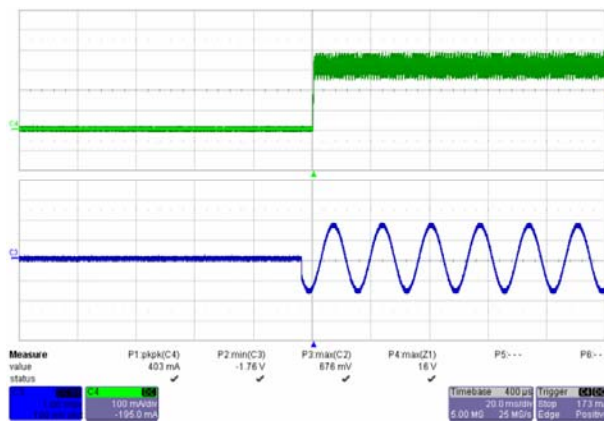


图27 – 115 VAC, 60 Hz
上: I_{OUT} , 100 mA/格
下: V_{IN} , 100 V, 20 ms/格

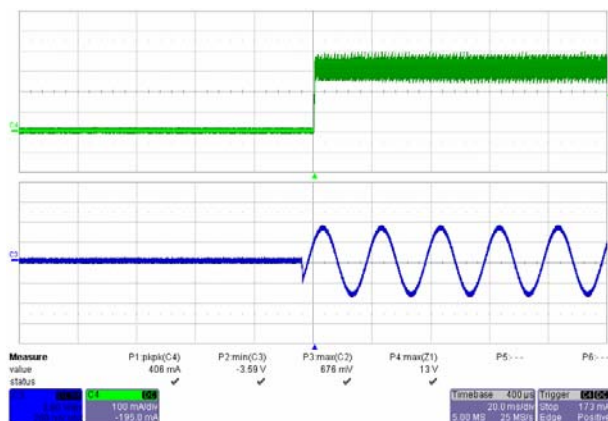


图28 – 230 VAC, 50 Hz
上: I_{OUT} , 100 mA/格
下: V_{IN} , 200 V, 20 ms/格

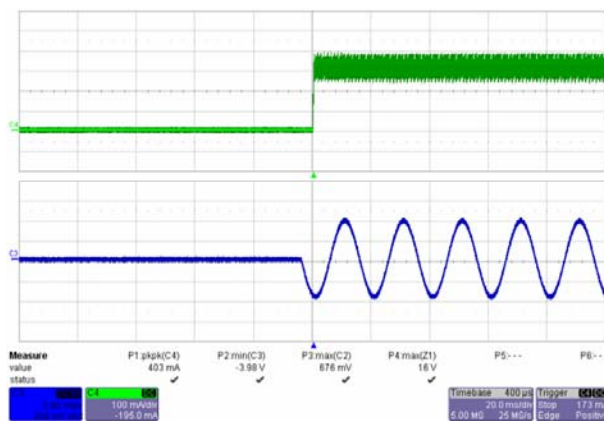


图29 – 265 VAC, 50 Hz
上: I_{OUT} , 100 mA/格
下: V_{IN} , 200 V, 20 ms/格

11.5 正常工作时的漏极波形

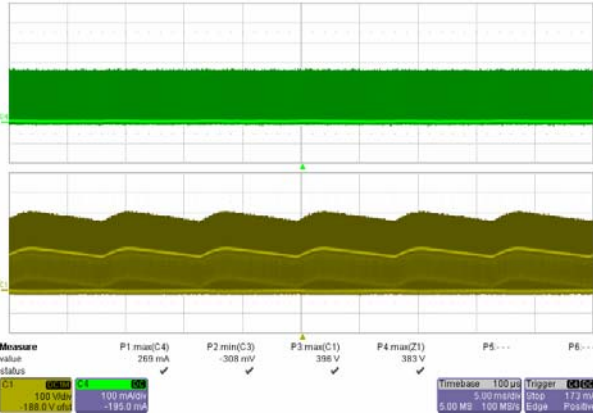


图30 – 90 VAC, 60 Hz

上: I_{DRAIN} , 100 mA/格
下: V_{DRAIN} , 100 V, 5 ms/格

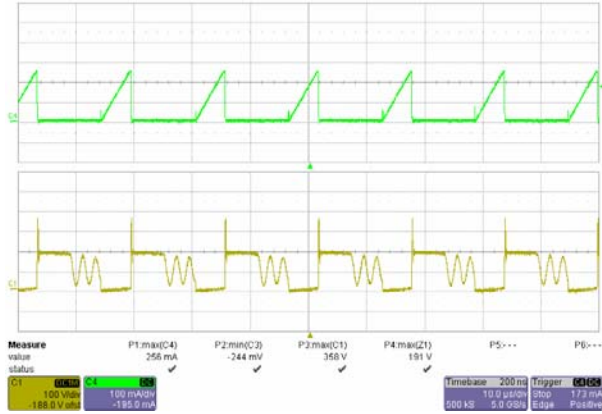


图31 – 90 VAC, 60 Hz

上: I_{DRAIN} , 100 mA/格
下: V_{DRAIN} , 100 V, 10 μs/格

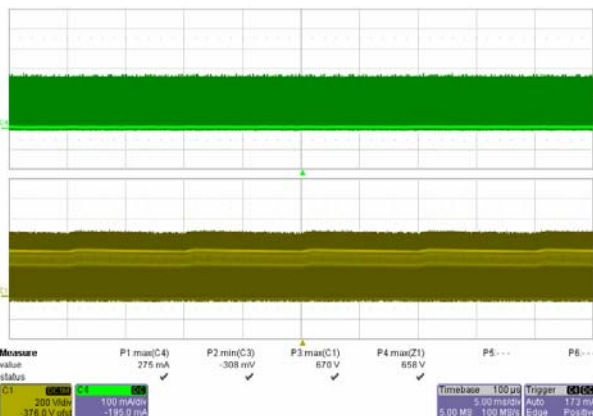


图32 – 265 VAC, 50 Hz

上: I_{DRAIN} , 100 A/格
下: V_{DRAIN} , 200 V, 5 ms/格

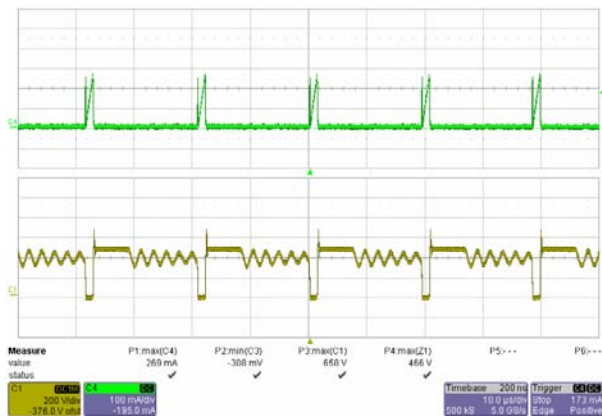


图33 – 265 VAC, 50 Hz

上: I_{DRAIN} , 100 A/格
下: V_{DRAIN} , 200 V, 10 μs/格



11.6 正常工作时的输出二极管波形

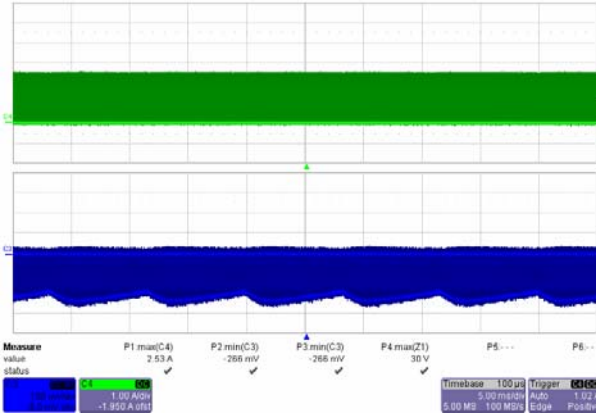


图34 – 90 VAC, 60 Hz

上: I_{DRAIN} , 1A/格
下: V_{DRAIN} , 100 V, 5 ms/格

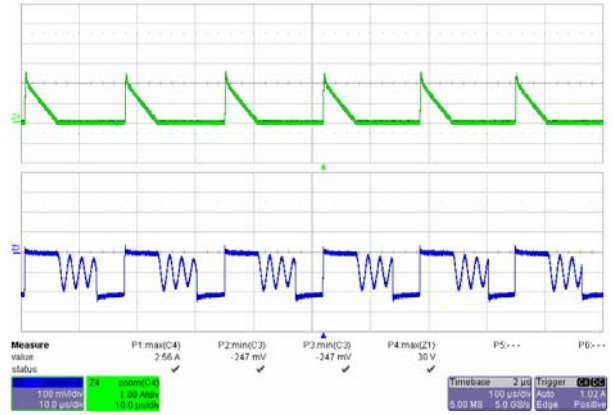


图35 – 90 VAC, 60 Hz

上: I_{DRAIN} , 1A/格
下: V_{DRAIN} , 100 V, 10 μs/格

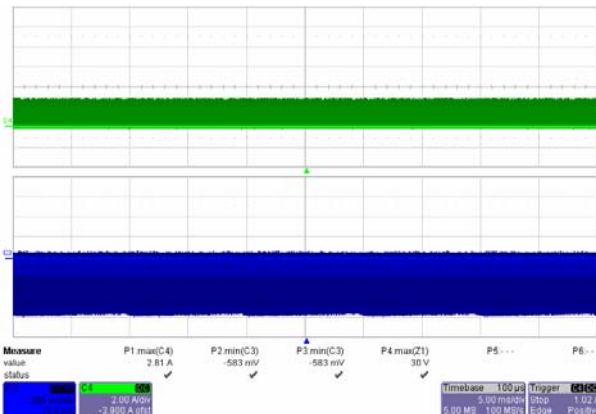


图36 – 265 VAC, 50 Hz

上: I_{DRAIN} , 2 A/格
下: V_{DRAIN} , 200 V, 5 ms/格

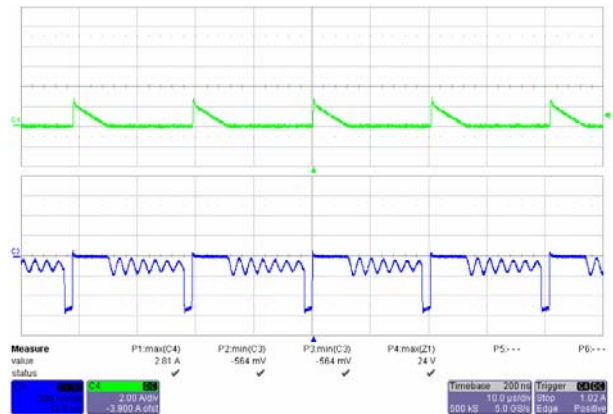


图37 – 265 VAC, 50 Hz

上: I_{DRAIN} , 2 A/格
下: V_{DRAIN} , 200 V, 10 μs/格



11.7 启动时的漏极电压和电流

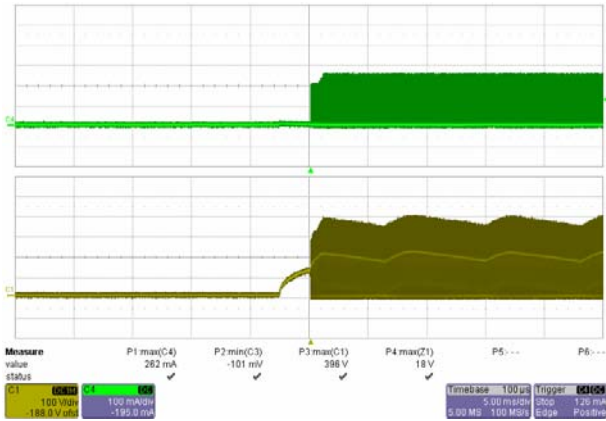


图38 – 90 VAC, 60 Hz

上: I_{DRAIN} , 100 mA/格
下: V_{DRAIN} , 100 V, 5 ms/格

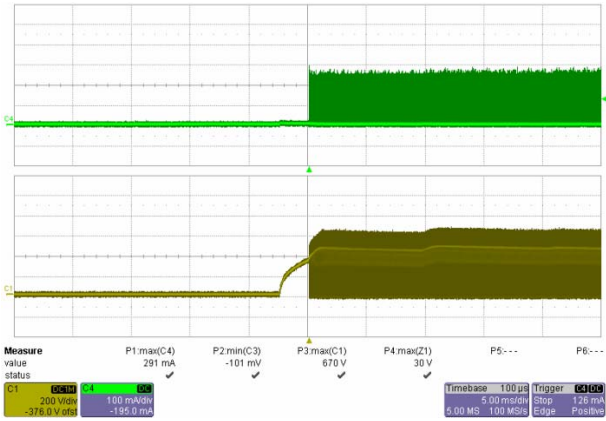


图39 – 265 VAC, 50 Hz

上: I_{DRAIN} , 100 mA/格
下: V_{DRAIN} , 200 V, 5 ms/格



11.8 输出短路时的漏极电流和漏极电压

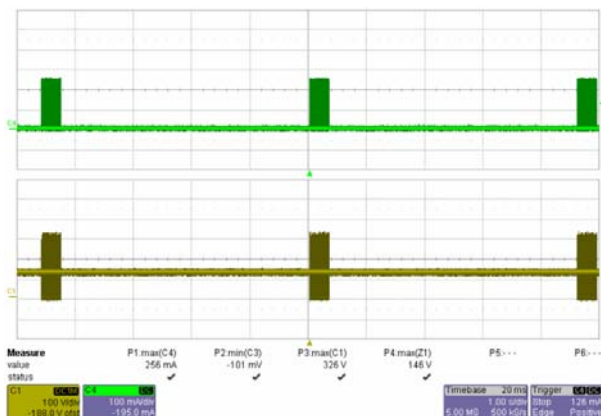


图40 – 90 VAC, 60 Hz, 输出短路
上: I_{DRAIN} , 100 mA/格
下: V_{DRAIN} , 100 V, 1 s/格

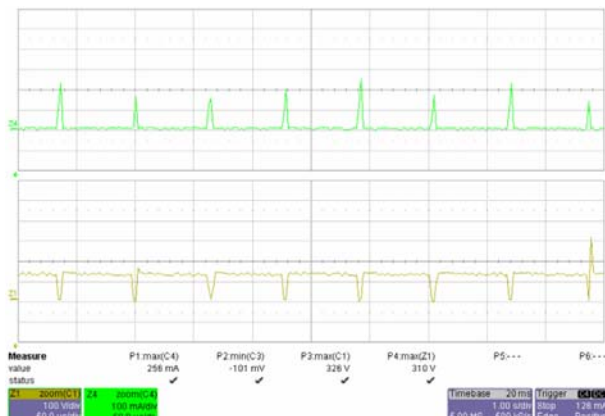


图41 – 90 VAC, 60 Hz, 输出短路
上: I_{DRAIN} , 100 mA/格
下: V_{DRAIN} , 100 V, 10 μ s/格

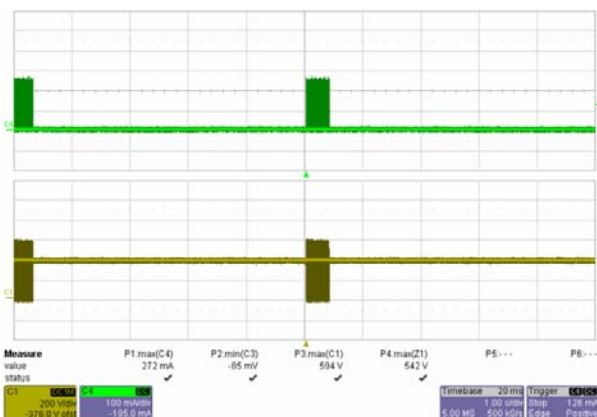


图42 – 265 VAC, 50 Hz, 输出短路
上: I_{DRAIN} , 100 mA/格
下: V_{DRAIN} , 200 V, 1 s/格

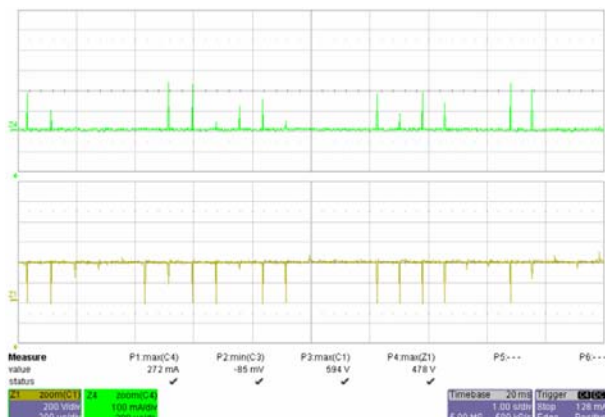


图43 – 265 VAC, 50 Hz, 输出短路
上: I_{DRAIN} , 100 mA/格
下: V_{DRAIN} , 200 V, 50 μ s/格

11.9 无负载输出电压

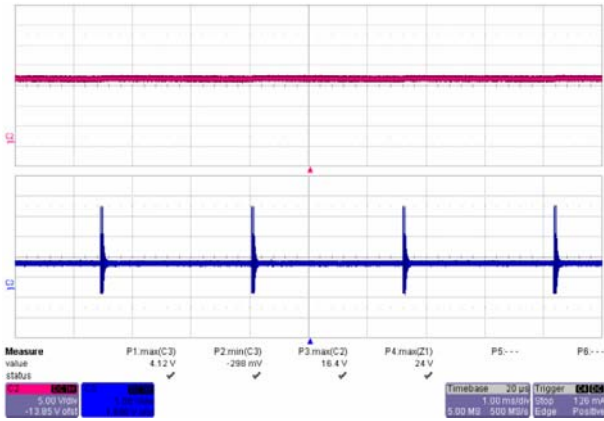


图44 – 90 VAC, 60 Hz, 无负载特性
上: V_{OUT} , 5 V/格
下: V_{DRAIN} , 100 V/格, 1 ms/格

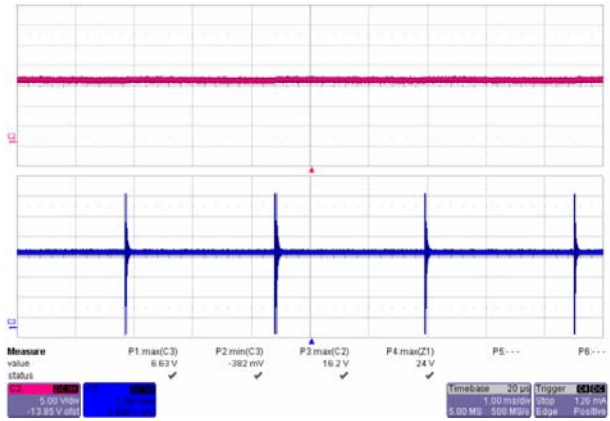


图45 – 265 VAC, 50 Hz, 无负载特性
上: V_{OUT} , 5 V/格
下: V_{DRAIN} , 100 V/格, 1 ms/格



12 传导EMI

本测试使用115 VAC输入电压、60 Hz工频的LED负载(9 V)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	9.4590904509 kHz	23.49	N gnd	
2 Average	116.100896051 kHz	18.66	L1 gnd	
2 Average	126.977840157 kHz	26.15	N gnd	
1 Quasi Peak	167.350252 kHz	57.92	N gnd	-7.16
2 Average	170.713992065 kHz	45.34	N gnd	-9.57
1 Quasi Peak	225.562855639 kHz	53.90	N gnd	-8.70
2 Average	227.818484195 kHz	40.90	N gnd	-11.62
1 Quasi Peak	280.761663784 kHz	48.87	N gnd	-11.92
2 Average	283.569280422 kHz	36.24	L1 gnd	-14.46
2 Average	500.008614528 kHz	32.42	N gnd	-13.57
1 Quasi Peak	1.1883298484 MHz	40.38	N gnd	-15.61
2 Average	1.87810643122 MHz	28.98	N gnd	-17.01
1 Quasi Peak	3.1196815376 MHz	44.07	N gnd	-11.92
2 Average	3.1196815376 MHz	31.28	N gnd	-14.71
2 Average	30 MHz	14.73	N gnd	-35.26

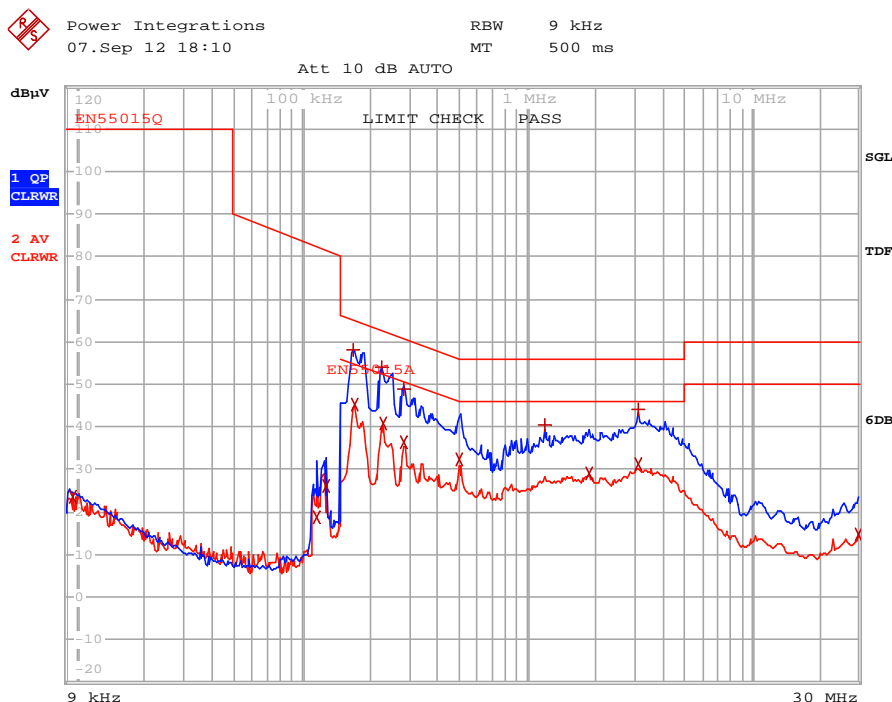


图46 – 传导EMI 9 V/330 mA负载, 115 VAC, 60 Hz, EN55015限值



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

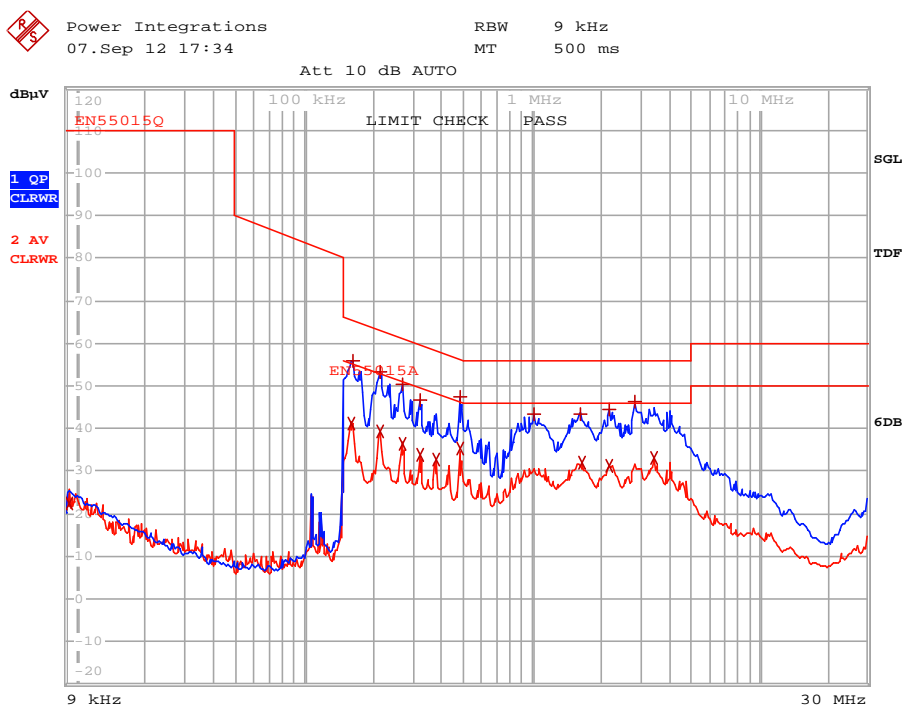


图47 – 传导EMI 9 V/330 mA负载，230 VAC，60 Hz，EN55015限值



13 输入浪涌

将输入电压设定在230 VAC/60 Hz。输出端加载9 V LED灯串。差模输入线1.2/50 μ s浪涌测试

13.1 500 V浪涌 (无箝位电路)

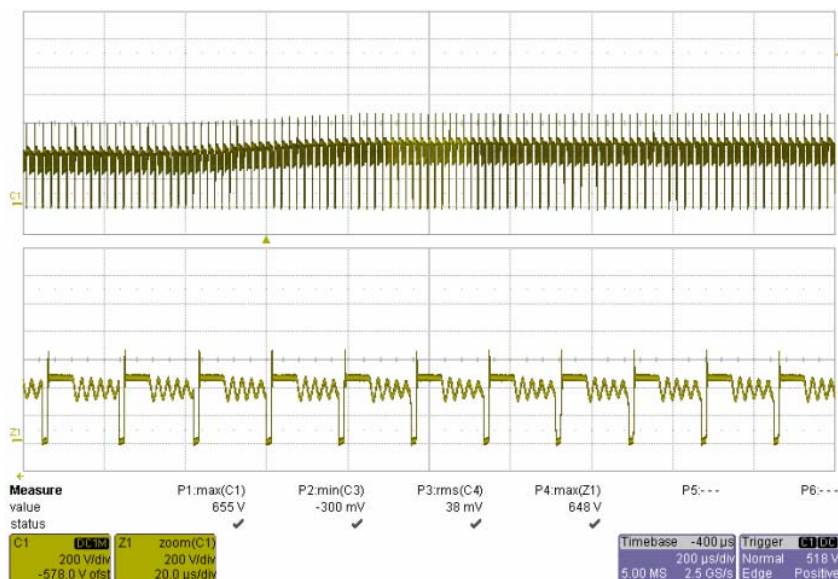


图48 – 500 V快速浪涌下的漏极电压波形

13.2 1 kV浪涌 (有箝位电路)

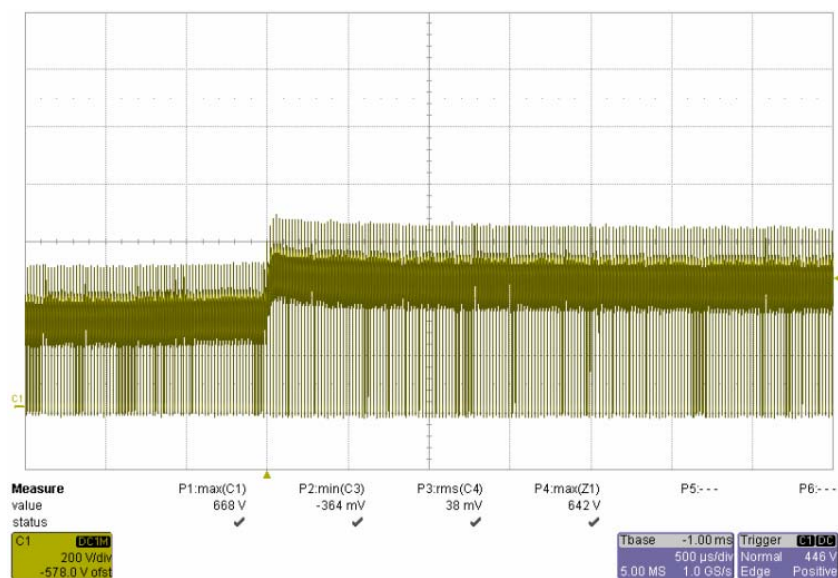


图49 – 1 kV快速浪涌下的漏极电压波形



14 版本历史

日期	作者	修订版本	说明与变更	审核者
2012年10月22日	DK	2.0	初始版本	Apps & Mktg
2012年11月14日	DK	2.1	更新了电路原理图3A和物料清单(BOM)	



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, Inc.

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