

设计范例报告

| | |
|------|--|
| 标题 | 使用LYTSwitch™ LYT4314E设计的9.5 W隔离反激式、可控硅调光、带功率因数校正(>0.96)的LED驱动器 |
| 规格 | 90 VAC – 132 VAC输入；18 V，530 mA输出 |
| 应用 | 轨道灯LED驱动器 |
| 作者 | 应用工程部 |
| 文档编号 | DER-353 |
| 日期 | 2012年11月13日 |
| 修订版本 | 1.0 |

特色概述

- 在120 VAC输入下，效率极高($\geq 81\%$)
- PF >0.96，轻松满足EN 61000-3-2 Class D (C)标准
- 总谐波失真(THD) <15%
- 提供两种可控硅调光配置
 - 带有源假负载 - 具有最广的调光器型号兼容性和较宽的调光范围
 - 不带有源假负载的配置成本最低 - 具有较宽的调光器兼容性，可兼容600 W调光器
- 低系统成本
 - 单级转换器
 - 单面PCB
 - 元件数量少
- 增强的用户体验
 - 无闪烁、单向快速启动(<200 ms) – 无可见延迟
 - 不存在突然变亮现象或调光死区
 - 广泛的调光器兼容性
- 集成的保护及可靠性能
 - 输出开路/输出短路保护，带自动恢复功能
 - 快速反应的输入过压关断可扩展输入故障时的电压耐受范围
 - 轻松满足 ± 2500 V振铃波和 ± 500 V差模浪涌

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。



目录

| | | |
|-------|--------------------------------------|----|
| 1 | 简介 | 6 |
| 2 | 电源规格 | 8 |
| 3 | 电路原理图 | 9 |
| 4 | 电路描述 | 10 |
| 4.1 | 输入滤波 | 10 |
| 4.2 | LYTSwitch 初级 | 10 |
| 4.3 | 反馈 | 11 |
| 4.4 | 输出整流 | 11 |
| 4.5 | 负载断开和短路保护 | 11 |
| 4.6 | 可控硅相位调光控制兼容性 | 12 |
| 4.6.1 | 有源假负载电路 | 12 |
| 5 | PCB 布局 | 14 |
| 6 | 物料清单(BOM) | 15 |
| 7 | 变压器规格 | 17 |
| 7.1 | 电气原理图 | 17 |
| 7.2 | 电气规格 | 17 |
| 7.3 | 材料 | 17 |
| 7.4 | 变压器结构图 | 18 |
| 7.5 | 变压器构造 | 18 |
| 8 | U1 散热片 | 19 |
| 8.1 | U1 散热片加工图 | 19 |
| 8.2 | U1 散热片装配图 | 20 |
| 8.3 | U1 和散热片装配图 | 21 |
| 9 | 性能数据 | 22 |
| 9.1 | 效率 | 22 |
| 9.2 | 输入电压调整率和负载调整率 | 23 |
| 9.3 | 功率因数 | 24 |
| 9.4 | A-THD | 25 |
| 9.5 | 谐波电流 | 26 |
| 9.5.1 | 15 V LED 负载 | 26 |
| 9.5.2 | 18 V LED 负载 | 27 |
| 9.5.3 | 21 V LED 负载 | 28 |
| 9.6 | 测试数据 | 29 |
| 9.6.1 | 测试数据, 15 V LED 负载 | 29 |
| 9.6.2 | 测试数据, 18 V LED 负载 | 29 |
| 9.6.3 | 测试数据, 21 V LED 负载 | 29 |
| 9.6.4 | 120 VAC 60 Hz, 15 V LED 负载谐波数据 | 30 |
| 9.6.5 | 120 VAC 60 Hz, 18 V LED 负载谐波数据 | 31 |
| 9.6.6 | 120 VAC 60 Hz, 21 V LED 负载谐波数据 | 32 |



| | | |
|--------|--|----|
| 10 | 调光性能数据 | 33 |
| 10.1 | 模拟可控硅调光曲线 | 33 |
| 10.2 | 实际调光器性能 | 34 |
| 10.2.1 | 调光曲线 | 34 |
| 10.2.2 | 典型前沿调光器的性能数据 | 35 |
| 10.2.3 | 典型后沿调光器的性能数据 | 36 |
| 10.2.4 | 调光器兼容性列表 | 36 |
| 11 | 热性能 | 38 |
| 11.1 | 非调光 $V_{IN} = 90$ VAC, 60 Hz, 21 V LED 负载 | 38 |
| 11.2 | 非调光 $V_{IN} = 132$ VAC, 60 Hz, 21 V LED 负载 | 38 |
| 11.3 | 调光 $V_{IN} = 120$ VAC, 60 Hz, 90° 导通角, 21 V LED 负载 | 39 |
| 12 | 非调光波形 | 40 |
| 12.1 | 输入电压和输入电流波形 | 40 |
| 12.2 | 正常工作时的输出电流和输出电压 | 41 |
| 12.3 | 启动时的输入电压和输出电流波形 | 42 |
| 12.4 | 正常工作时的漏极电压和电流 | 43 |
| 12.5 | 启动时的漏极电压和电流 | 44 |
| 12.6 | 输出短路条件下的漏极电压和电流 | 45 |
| 12.7 | 正常工作时的输出二极管电压和电流 | 46 |
| 12.8 | 启动和输出短路时的输出二极管电压和电流 | 47 |
| 12.9 | 开路负载时的输出电压 | 47 |
| 13 | 调光波形 | 48 |
| 13.1 | 输入电压和输入电流波形 | 48 |
| 13.2 | 输出电流波形 | 49 |
| 13.3 | 启动时的输入电压和输出电流波形 | 50 |
| 14 | 传导 EMI | 51 |
| 14.1 | 测试设置 | 51 |
| 14.2 | 测试结果 | 52 |
| 15 | 输入浪涌 | 53 |
| 16 | 无有源假负载选项 | 55 |
| 16.1 | 电路原理图 | 55 |
| 16.2 | 无有源假负载配置的物料清单(BOM) | 56 |
| 16.3 | 无有源假负载配置的效率 | 57 |
| 16.4 | 无有源假负载配置的输入电压调整率和负载调整率 | 58 |
| 16.5 | 无有源假负载配置的功率因数 | 59 |
| 16.6 | 无有源假负载配置的 A-THD | 60 |
| 16.7 | 无有源假负载配置的谐波电流 | 61 |
| 16.7.1 | 15 V LED 负载 | 61 |
| 16.7.2 | 18 V LED 负载 | 62 |
| 16.7.3 | 21 V LED 负载 | 63 |



| | | |
|---------|--------------------------------------|----|
| 16.8 | 无有源假负载配置的测试数据 | 64 |
| 16.8.1 | 测试数据, 15 V LED 负载 | 64 |
| 16.8.2 | 测试数据, 18 V LED 负载 | 64 |
| 16.8.3 | 测试数据, 21 V LED 负载 | 64 |
| 16.8.4 | 120 VAC 60 Hz, 15 V LED 负载谐波数据 | 65 |
| 16.8.5 | 120 VAC 60 Hz, 18 V LED 负载谐波数据 | 66 |
| 16.8.6 | 120 VAC 60 Hz, 21 V LED 负载谐波数据 | 67 |
| 16.9 | 无有源假负载配置的模拟可控硅调光曲线 | 68 |
| 16.10 | 无有源假负载配置的实际调光器性能..... | 69 |
| 16.10.1 | 调光曲线 | 69 |
| 16.10.2 | 典型前沿调光器的性能数据..... | 70 |
| 16.10.3 | 典型后沿调光器的性能数据..... | 70 |
| 16.10.4 | 调光器兼容性列表 | 71 |
| 17 | 版本历史 | 73 |

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隔离式高功率因数(PF)、可控硅调光的LED驱动器，它可以在90 VAC至132 VAC的输入电压范围内为LED灯串提供额定电压21 V、额定电流530 mA的驱动。该LED驱动器采用了LYTSwitch系列IC中的LYT4314E器件。

所采用的拓扑结构为单级、带功率因数校正的反激式拓扑结构，可提供高效率、高功率因数、低THD、隔离、低元件数以及出色的可控硅调光。

LYTSwitch IC还可提供各种复杂的保护功能，包括环路开环或输出短路条件下自动重新启动等，利用该器件可实现高功率因数和低THD。输入过压关断保护可提供增强的抗输入故障和浪涌能力，精确的迟滞热关断可确保在所有条件下平均PCB温度都处于安全范围内。

本文档包含LED驱动器规格、电路原理图、PCB设计图、物料清单、变压器规格文件和典型性能特征。

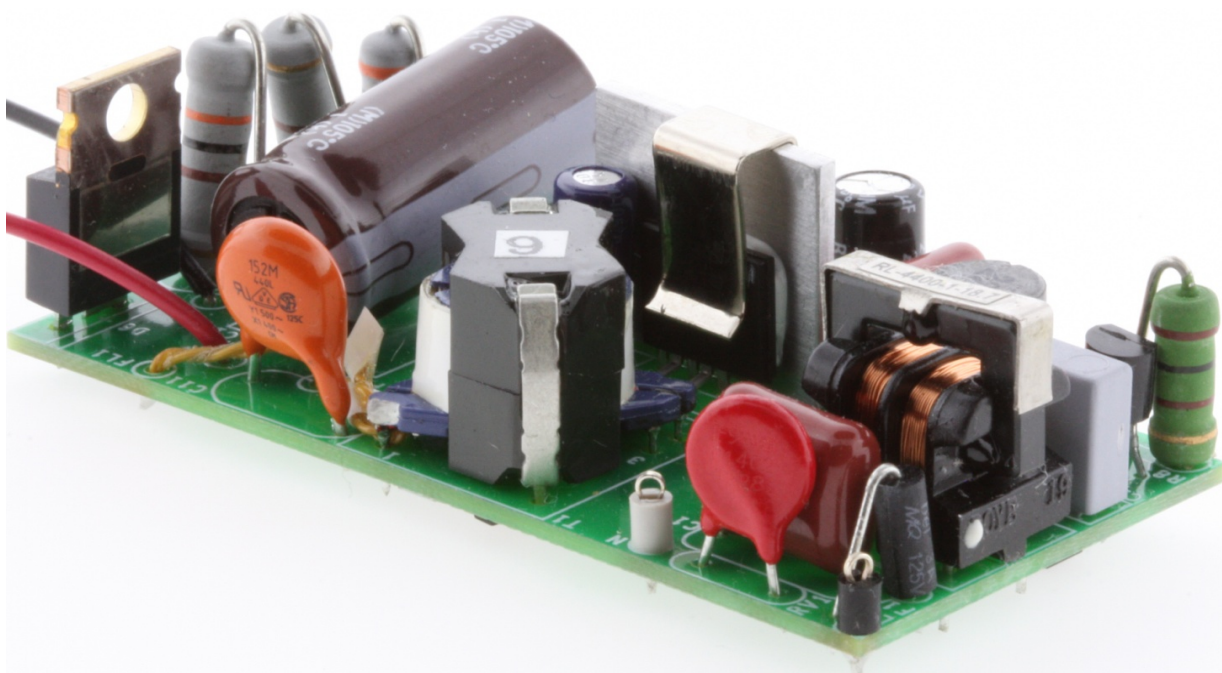


图1 – 装配后的电路板图片



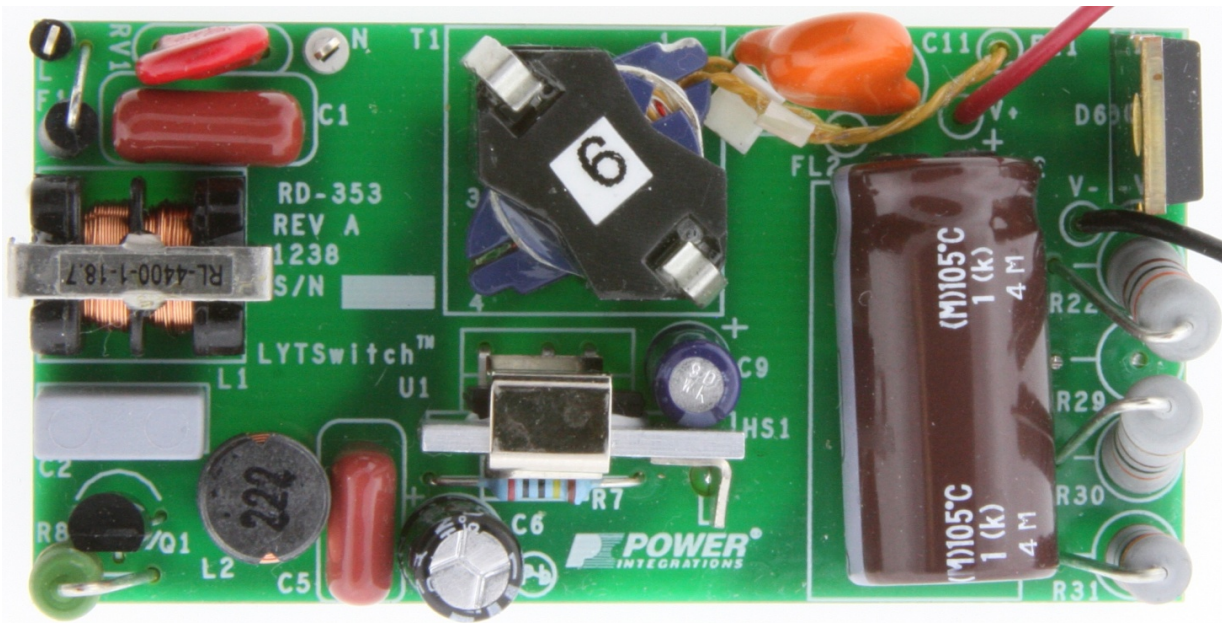


图2 - 装配后的电路板图片 (顶视图)

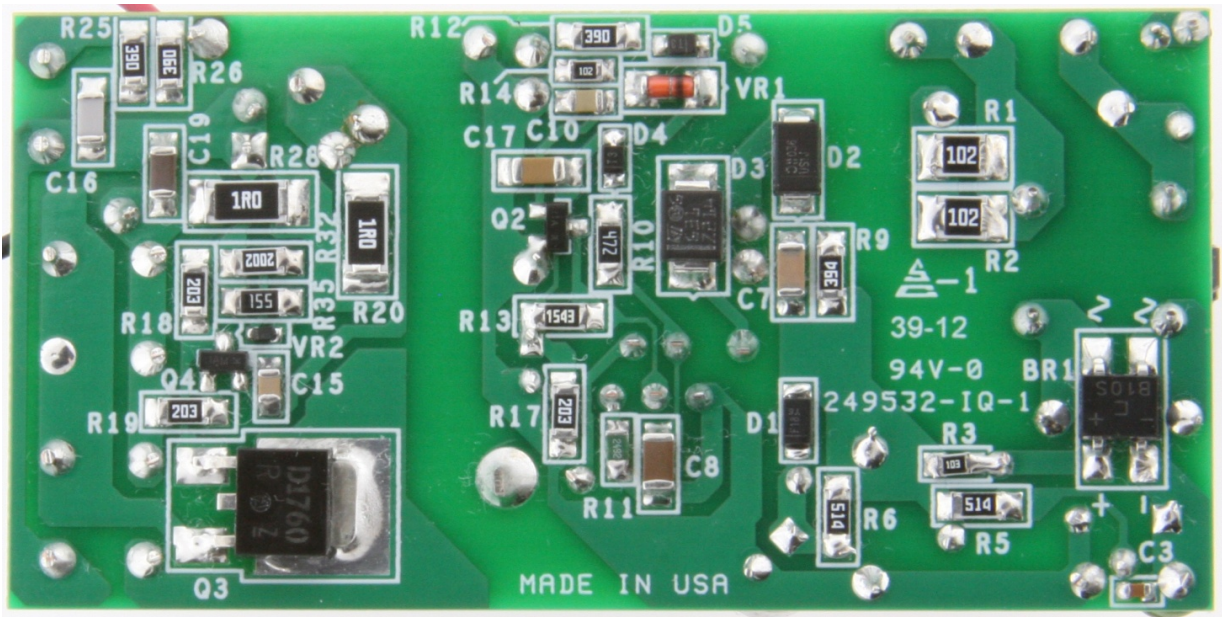


图3 - 装配后的电路板图片 (底视图)



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 | 120 60 | 132 | VAC Hz | |
| 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} | 15 | 18 530 9.5 | 21 | V mA W | $V_{OUT} = 21, V_{IN} = 120 \text{ VAC}, 25^\circ\text{C}$ |
| 效率 满载 | η | | 82 | | % | 在 $P_{OUT} 25^\circ\text{C}$ 条件下测得 |
| 环境 传导EMI 安全 振铃波(100 kHz) 差模(L1-L2) 共模(L1-L2) 差模浪涌(1.2 / 50 μs) | | CISPR 15B / EN55015B 隔离式 | | | | |
| 功率因数 | | | 0.96 | | | 在 $V_{OUT(TYP)}$ 、 $I_{OUT(TYP)}$ 以及120 VAC、60 Hz条件下测得 |
| 谐波电流 | | EN 61000-3-2 Class D (C) | | | | 当 $P_{IN} < 25 \text{ W}$ 时, Class C指定 Class D限值 |
| 环境温度 | T_{AMB} | | 50 | | $^\circ\text{C}$ | 自然对流, 海平面 |



3 电路原理图

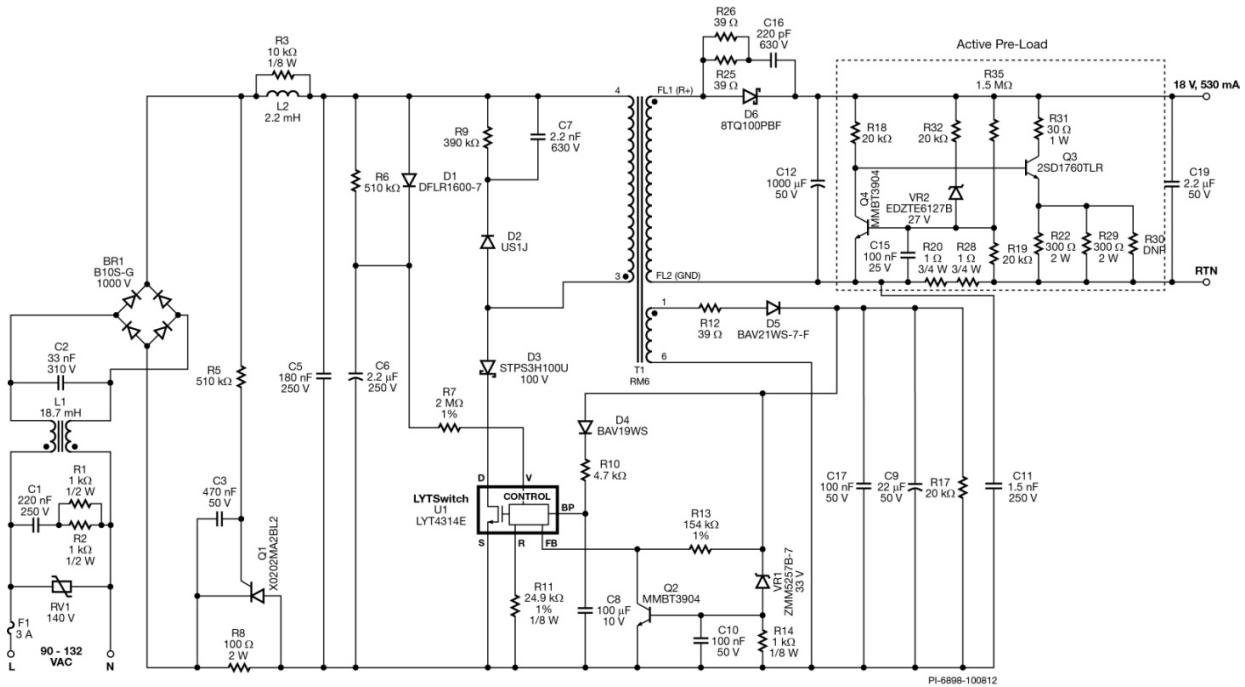


图4 - 带可选有源假负载的电路原理图

注释:

1. 未安装R30, 因为它是用于调整调光曲线的可选电阻。
2. 对于~0.2%的效率下降可以接受的成本敏感型应用, 可用快速整流管 (如ES2D) 来替换阻断二极管D3。
3. 对于≤500 V的差模输入浪涌水平, 不需要采用RV1。



4 电路描述

LYTSwitch器件是一种将控制器和650 V功率MOSFET集成在一起的器件，用于LED驱动器应用。LYTSwitch可用于单级反激式拓扑结构，提供初级侧调节的恒流隔离输出，同时使AC输入保持高功率因数。

4.1 输入滤波

保险丝F1提供元件故障保护。本电路选用了相对较高的电流额定值，以防止在差模(1.2 μ s / 50 μ s)输入浪涌期间出现故障。LYTSwitch的快速反应输入过压检测与D1和C6峰值检测电容一起提供箝位功能，用以限制在集成功率MOSFET上出现最大电压应力。可选MOV（金属氧化物压敏电阻）RV1可用来满足>500 V的差模输入电压浪涌要求。压敏电阻RV1提供箝位功能，用以限制在差模输入电压浪涌期间的最大电压。建议RV1的额定电压为140 VAC，略高于最大指定工作电压132 VAC。二极管桥堆BR1对AC线电压进行整流，电容C5为初级开关电流提供低阻抗通路（去耦）。

EMI滤波由电感L1、L2以及电容C2和C5提供。L2上的电阻R3可抑制由滤波元件和AC输入阻抗所产生的任何共振，不然会导致传导EMI测量值增大。

4.2 LYTSwitch初级

变压器(T1)一端连接到DC总线，另一端经过阻断二极管D3连接到LinkSwitch-PH器件的漏极(D)引脚。在功率MOSFET的导通时间内，初级绕组中的电流升高，存储的能量随后在功率MOSFET关断时间内传送到输出。本电路选用了RM6S/I磁芯尺寸，以满足设计的功率处理要求。

为向U1提供峰值输入电压信息，经整流AC的输入峰值经由D1对C6充电。然后电流经过R7，注入U1的电压监测(V)引脚。电阻R6为C6提供放电通路，时间常数远大于经整流AC的放电时间，以防止V引脚电流被线电压频率所调制（这会降低功率因数）。

输入过压关断功能可使整流后的线电压承受能力（在浪涌和线电压陡升期间）达到内部功率MOSFET的额定650 BV_{DSS}。当V引脚电流超过112 μ A或输入电压接近158 VAC时，触发输入过压关断。

V引脚电流和反馈(FB)引脚电流在内部用来控制LED平均输出电流。为了改善输入电压调整率和负载调整率，在参考(R)引脚(R11)和V引脚上分别使用了24.9 k Ω 电阻和2 M Ω (R7)电阻，使输入电压和输出电流保持线性关系。

在功率MOSFET的关断时间内，由于漏感的影响，D2、R9和C7将漏极电压箝位到一个安全水平。在C5上的电压（整流后的输入AC）降到反射输出电压（在设计表格中为参数V_{OR}）以下时，需要使用二极管D3来防止反向电流流经U1。为降低成本，可以选用超快速二极管(ES2D)，这会稍微降低效率（降0.3%）。



二极管D5、C9、R12和R17构成初级偏置供电，能量来自变压器的辅助绕组。电阻R12提供滤波，以使偏置电压密切跟踪输出电压，并使输出电流在LED电压发生变化时保持恒定。电阻R17防止C9在输出短路的情况下出现峰值充电，从而确保驱动器安全地进入自动重新启动。

电容C8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，C8从与漏极(D)引脚相连的内部高压电流源被充电至约6 V。充电完成后，U1开始开关，器件的供电电流再由偏置供电经过R10提供。

建议使用外部偏置供电（通过D4和R10）以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。

电容C8同时用来选择输出功率模式，选择100 μF （低功率模式）可以将器件功耗减至最低，降低对散热片的要求。

4.3 反馈

偏置绕组电压用来间接地反映输出电压的高低，而无需使用次级侧反馈元件。偏置绕组上的电压与输出电压成比例（由偏置绕组与次级绕组之间的匝数比决定）的。电阻R13将偏置电压转换为电流，馈入U1的FB引脚。U1中的内部引擎综合FB引脚电流、V测引脚电流和内部漏极电流信息，提供恒定的输出电流，同时保持较高的输入功率因数。

4.4 输出整流

变压器次级绕组由D6进行整流，由电容C12和C19进行滤波。如果不需要有源假负载，应将电容C19替换为一个20 k Ω 1206 smd电阻。

对于可以接受较高纹波的设计，可降低输出电容值。

4.5 负载断开和短路保护

只要FB电流低于 $I_{\text{FB(AR)}}$ 阈值超过~76 ms，元件就会进入自动重新启动。

如果出现开路（断开）负载故障，齐纳二极管VR1将导通晶体管Q2。晶体管Q2然后拉低FB引脚，强制IC进入自动重新启动模式。

在输出短路情况下，输出电压和偏置电压相继崩溃。这将导致流入FB引脚的电流降低到 $I_{\text{FB(AR)}}$ 以下。

一旦进入自动重新启动模式，功耗将限制到额定输出功率的~25%，从而提供安全条件。一旦故障移除，驱动器将在完成当前自动重新启动周期关断期间(~225 ms)后返回到正常工作条件。



4.6 可控硅相位调光控制兼容性

对于用低成本的可控硅前沿相控调光器提供输出调光的要求，我们需要在设计时进行全面权衡。

由于LED照明的功耗非常低，灯具所消耗的电流要小于调光器内可控硅的维持电流。这样会因为可控硅触发不一致而产生某些不良情况，比如灯具在调光器控制范围结束时关闭和/或闪烁。由于LED灯的阻抗相对较大，因此在可控硅导通时，浪涌电流会对输入电容进行充电，产生很严重的振铃。这同样会造成类似的不良情况，因为振铃会使可控硅电流降至零。

要克服这些问题，需要增加有源衰减电路和无源泄放电路。这些电路的缺点是会增大功耗，进而降低电源的效率。对于非调光应用，可以省略这些元件。

有源衰减电路由元件R5、Q1、C3和R8构成。该电路可以限制可控硅导通时流入C5并对其充电的浪涌电流，实现方式是在导通前1 ms内将R8串联。在大约1 ms后，Q1导通并将R8短路。这样可使R8的功耗保持在低水平，在限流时可以使用更大的值。电阻R5和C3在可控硅导通后提供1 ms延迟。Q1选用的SCR是采用TO-92封装的低电流、低成本器件。电阻R36（典型值为10 – 22 Ω ）与R8串联是一种可选的放置方式，用于为额定值1000 W的可控硅提供额外的衰减。

无源泄放电路由C1与R1和R2的并联组合构成。这样可以使输入电流始终大于可控硅的维持电流，而驱动器的输入电流将在每个AC半周期内增大，防止每个导通期间的起始阶段出现可控硅开关振荡。

4.6.1 有源假负载电路

添加有源假负载电路是为了扩展调光范围并在可控硅调光时提供额外的负载，这样可增加可兼容调光器型号的数量。

电阻R20和R28用于检测输出电流。如果输出电流波谷低于~200 mA，晶体管Q4将关断，晶体管Q3将导通，从而降低流入LED的输出电流。这种设计可以在30 V_{RMS}输入（切角输入电压）下向LED驱动器提供（相当于满载）~1%的输出电流。在达到200 mA的最小输出电流（纹波波谷）时，有源假负载电路断开以防止效率下降。电阻R22、R29和R31设置流入假负载电路的最大电流，因此可用来调整所需的调光曲线。也可以利用齐纳二极管VR2和R32在开路负载情况下断开有源假负载电路。电阻R22、R29和R31的温升会非常大，应在最终产品中进行检验。也可以将它们安装到LED散热片，因为只有达到LED满电流的<50%时才产生耗散。





需要了解更多信息?

使用您的智能手机从我们的网站上
获取相关内容。



5 PCB布局

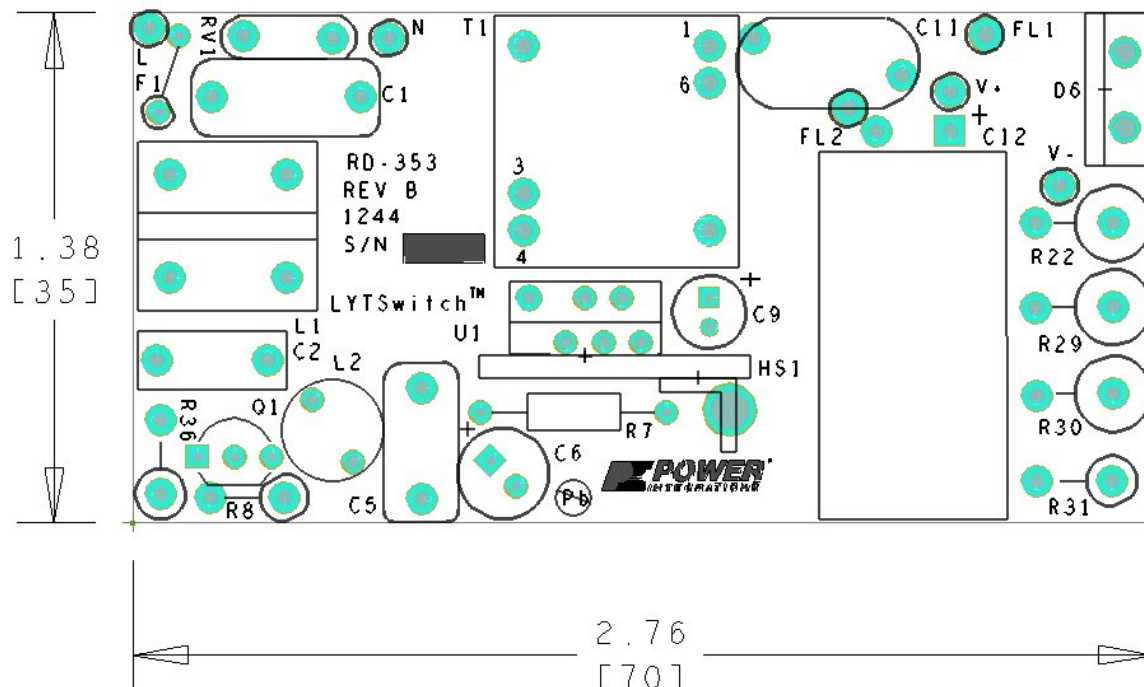


图5 - 顶部

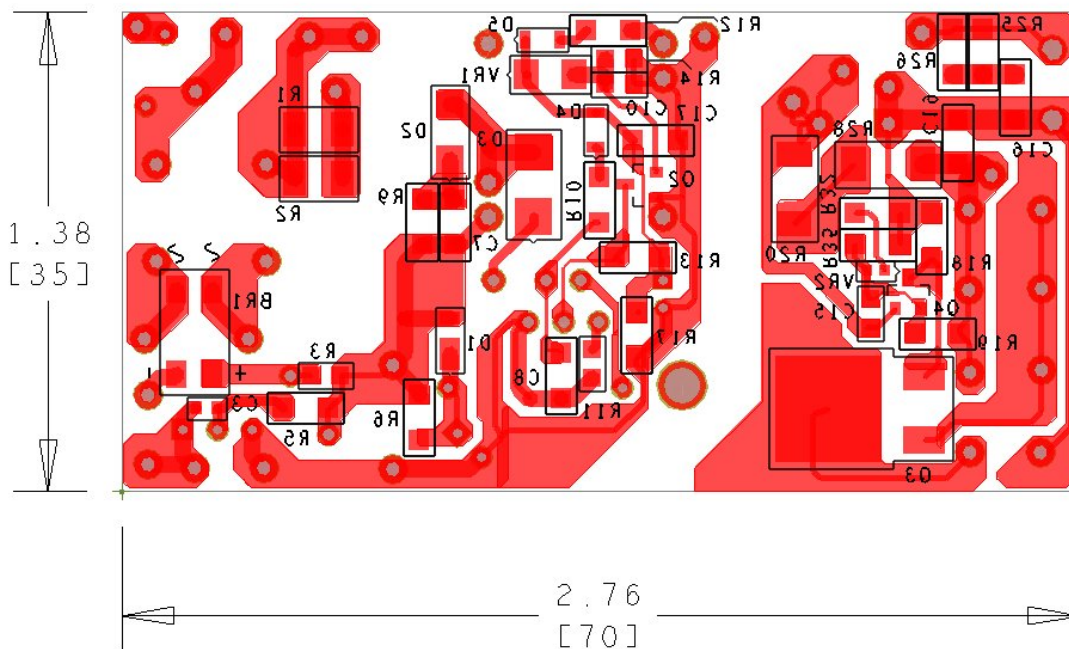


图6 - 底部



6 物料清单(BOM)

| 项 | 数量 | 参考序号 | 说明 | 生产商型号 | 生产商 |
|----|----|--------------------|--|--------------------|--------------------|
| 1 | 1 | BR1 | 1000 V, 0.8 A, 桥式整流管, SMD, MBS-1, 4-SOIC | B10S-G | Comchip |
| 2 | 1 | C1 | 220 nF, 250 V, 薄膜 | ECQ-E2224KF | Panasonic |
| 3 | 1 | C2 | 33 nF, 310 VAC, 聚酯薄膜, X2 | BFC233920333 | Vishay |
| 4 | 1 | C3 | 470 nF, 50 V, 陶瓷, Y5G, 0603 | C1608Y5V1H474Z | TDK |
| 5 | 1 | C5 | 180 nF, 250 V, 薄膜 | ECQ-E2184KB | Panasonic |
| 6 | 1 | C6 | 2.2 μF, 250 V, 电解, (6.3 x 11) | 225CKH250M | Illinois Capacitor |
| 7 | 1 | C7 | 2.2 nF, 630 V, 陶瓷, X7R, 1206 | ECJ-3FBJ222K | Panasonic |
| 8 | 1 | C8 | 100 μF, 10 V, X5R, 1206 | C3216X5R1A107M | TDK |
| 9 | 1 | C9 | 22 μF, 50 V, 电解, 低ESR, 900 m, (5 x 11.5) | ELXZ500ELL220MEB5D | Nippon Chemi-Con |
| 10 | 1 | C10 | 100 nF, 50 V, 陶瓷, X7R, 0805 | CC0805KRX7R9BB104 | Yageo |
| 11 | 1 | C11 | 1.5 nF, 陶瓷, Y1 | 440LD15-R | Vishay |
| 12 | 1 | C12 | 1000 μF, 50 V, 电解, 通用, (12.5 x 25) | EKMG500ELL102MK25S | Nippon Chemi-Con |
| 13 | 1 | C15 | 100 nF, 25 V, 陶瓷, X7R, 0805 | 08053C104KAT2A | AVX |
| 14 | 1 | C16 | 220 pF, 630 V, 陶瓷, NPO, 1206 | C3216C0G2J221J | TDK |
| 15 | 1 | C17 | 100 nF, 50 V, 陶瓷, X7R, 1206 | GRM319R71H104KA01D | Murata |
| 16 | 1 | C19 | 2.2 μF, 50 V, 陶瓷, Y5V, 1206 | GRM31MF51H225ZA01L | Murata |
| 17 | 1 | D1 | 600 V, 1 A, 整流管, 玻璃钝化, POWERDI123 | DFLR1600-7 | Diodes, Inc. |
| 18 | 1 | D2 | 超快速二极管, SW 600 V, 1 A, SMA | US1J-13-F | Diodes, Inc. |
| 19 | 1 | D3 | 100 V, 3 A, 肖特基, DO-214AA | STPS3H100U | ST Micro |
| 20 | 1 | D4 | 100 V, 0.2 A, 快速开关, 50 ns, SOD-323 | BAV19WS-7-F | Diodes, Inc. |
| 21 | 1 | D5 | 250 V, 0.2 A, 快速开关, 50 ns, SOD-323 | BAV21WS-7-F | Diodes, Inc. |
| 22 | 1 | D6 | 100 V, 8 A, 肖特基, TO-220AC | 8TQ100PBF | Vishay |
| 23 | 1 | F1 | 3 A, 125 V, 快速熔断微型轴向引线式保险丝 | MQ3 | Belfuse |
| 24 | 1 | L1 | 18.7 mH, 0.22 A, 共模扼流圈 | RL-4400-1-18.7 | Renco |
| 25 | 1 | L2 | 2.2 mH, 0.19 A, 铁氧体磁芯 | CTCH895F-222K | CT Parts |
| 26 | 1 | Q1 | SCR, 600 V, 1.25 A, TO-92 | X0202MA 2BL2 | ST Micro |
| 27 | 2 | Q2 Q4 | NPN, 小信号BJT, 40 V, 0.2 A, SOT-23 | MMBT3904LT1G | On Semir |
| 28 | 1 | Q3 | NPN, 功率BJT, 400 V, 2 A, SOT-428 | 2SD1760TLR | Rohm Semi |
| 29 | 2 | R1 R2 | 1 kΩ, 5%, 1/2 W, 厚膜, 1210 | ERJ-14YJ102U | Panasonic |
| 30 | 1 | R3 | 10 kΩ, 5%, 1/8 W, 厚膜, 0805 | ERJ-6GEYJ103V | Panasonic |
| 31 | 2 | R5 R6 | 510 kΩ, 5%, 1/4 W, 厚膜, 1206 | ERJ-8GEYJ514V | Panasonic |
| 32 | 1 | R7 | 2.00 MΩ, 1%, 1/4 W, 金属膜 | RNF14FTD2M00 | Stackpole |
| 33 | 1 | R8 | 100 Ω, 5%, 2 W, 金属氧化物 | RSMF2JT100R | Stackpole |
| 34 | 1 | R9 | 390 kΩ, 5%, 1/4 W, 厚膜, 1206 | ERJ-8GEYJ394V | Panasonic |
| 35 | 1 | R10 | 4.7 kΩ, 5%, 1/4 W, 厚膜, 1206 | ERJ-8GEYJ472V | Panasonic |
| 36 | 1 | R11 | 24.9 kΩ, 1%, 1/8 W, 厚膜, 0805 | ERJ-6ENF2492V | Panasonic |
| 37 | 3 | R12 R25 R26 | 39 Ω, 5%, 1/4 W, 厚膜, 1206 | ERJ-8GEYJ390V | Panasonic |
| 38 | 1 | R13 | 154 kΩ, 1%, 1/4 W, 厚膜, 1206 | ERJ-8ENF1543V | Panasonic |
| 39 | 1 | R14 | 1 kΩ, 5%, 1/8 W, 厚膜, 0805 | ERJ-6GEYJ102V | Panasonic |
| 40 | 4 | R17 R18 R19 R32 | 20 kΩ, 5%, 1/4 W, 厚膜, 1206 | ERJ-8GEYJ203V | Panasonic |
| 41 | 2 | R20 R28 | 1 Ω, 5%, 3/4 W, 厚膜, 2010 | ERJ-12ZYJ1R0U | Panasonic |
| 42 | 2 | R22 R29 | 300 Ω, 5%, 2 W, 金属氧化物 | RSF200JB-300R | Yageo |
| 43 | 1 | R31 | 30 Ω, 5%, 1 W, 金属氧化物 | RSF100JB-30R | Yageo |
| 44 | 1 | R35 | 1.5 M, 5%, 1/4 W, 厚膜, 1206 | ERJ-8GEYJ155V | Panasonic |
| 45 | 1 | R36 | 0 Ω, 1/4 W, 金属氧化物 | ZOR-25-R-52-0R | Yageo |
| 46 | 1 | RV1 | 140 V, 12 J, 7 mm, 径向 | V140LA2P | Littlefuse |



| | | | | | |
|----|---|-----|---------------------------------------|------------------------------|-------------------------|
| 47 | 1 | T1 | 骨架, RM6, 垂直, 6引脚 变压器 | B65808-N1006-D1 SNX-R1662 | Epcos Santronics USA |
| 48 | 1 | U1 | LYTSwitch, eSIP-7C | LYT4314E | Power Integrations |
| 49 | 1 | VR1 | 33 V, 5%, 500 mW, DO-213AA (MiniMELF) | ZMM5257BDICT-ND | Diodes, Inc. |
| 50 | 1 | VR2 | 27 V, 5%, 150 mW, SOD523 | EDZTE6127B | Rohm Semi |



7 变压器规格

7.1 电气原理图

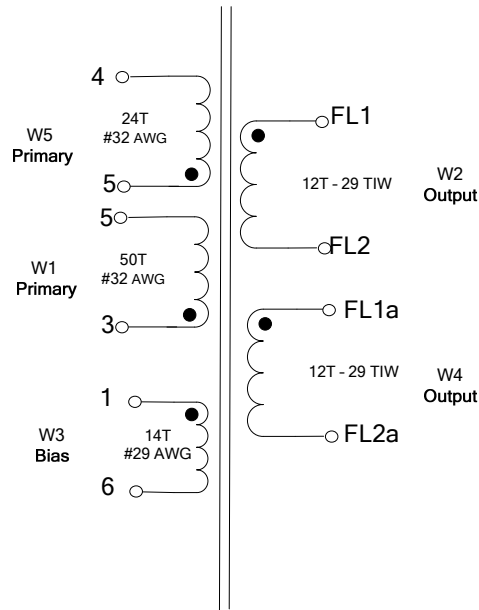


图7 – 变压器电气原理图

7.2 电气规格

| | | |
|-------|--|---------------|
| 绝缘强度 | 1秒, 60 Hz, 从引脚1、3、4和6到FL1和FL2。 | 3000 VAC |
| 初级电感量 | 引脚3-4, 所有其他绕组开路, 在100 kHz、0.4 V _{RMS} 条件下测得。 | 1.4 mH ±5% |
| 谐振频率 | 引脚3-4, 所有其他绕组开路。 | 1000 kHz (最小) |
| 初级漏感 | 引脚3-4, FL1-FL2短路, 在100 kHz、0.4 V _{RMS} 条件下测得。 | 15 μH max |

7.3 材料

| 项 | 说明 |
|-----|---|
| [1] | 磁芯: RM6S/I 3F3。 |
| [2] | B-RM6-V 6引脚(3/3)或同等材料。 带有安装夹, CLI/P-RM6。 |
| [3] | 胶带, 聚酯薄膜, 3M 1350F-1或同等材料, 6.4 mm宽 |
| [4] | 导线: 漆包线, #32 AWG, 可焊接, 双涂层 |
| [5] | 导线: 漆包线, #29 AWG, 可焊接, 双涂层 |
| [6] | 导线, 三层绝缘, Furukawa TEX-E或同等材料, #29 TIW。 |
| [7] | 变压器浸漆, Dolph BC-359或同等材料 |



7.4 变压器结构图

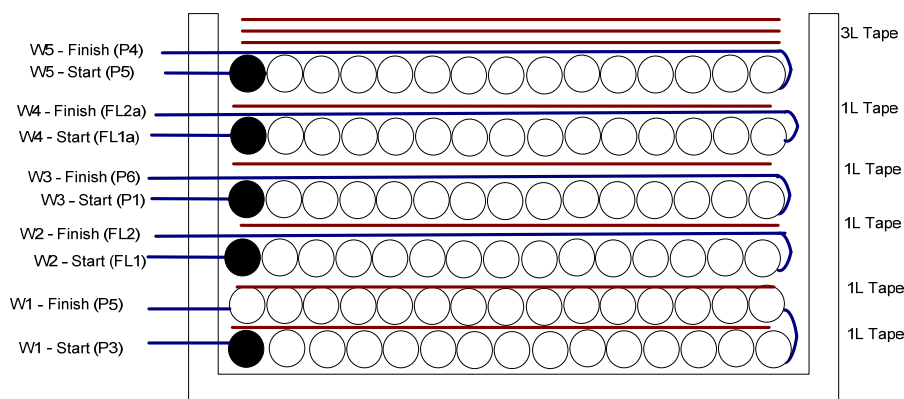


图8 – 变压器结构图

7.5 变压器构造

| | |
|-------------------|---|
| 骨架准备 | 将骨架项[2]放在绕线轴上，使引脚侧位于左侧。绕制方向为顺时针方向。 |
| WDG 1 (初级) | 从引脚3开始，分两层缠绕50匝导线项[4]。在第1层和第2层之间缠一层胶带[3]。在引脚5结束。 |
| 绝缘层 | 缠一层胶带项[3]。 |
| WDG 2 (次级) | 从骨架的引脚1侧开始，留出大约1”的导线项[6]，使用细胶带标记为FL1，分一层缠绕12匝。在最后一匝退出同一个槽，留出大约0.75”，标记为FL2。 |
| 绝缘层 | 缠一层胶带项[3]。 |
| WDG 3 (偏置) | 从引脚1开始，缠绕14匝导线项[5]，铺开导线，最后在引脚6结束。 |
| 绝缘层 | 缠一层胶带项[3]。 |
| WDG 2 (次级) | 从骨架的引脚1侧开始，留出大约1”的导线项[6]，使用细胶带标记为FL1a，分一层缠绕12匝。在最后一匝退出同一个槽，留出大约0.75”，标记为FL2a。将FL1a和FL1缠卷在一起，将FL2a和FL2缠卷在一起。 |
| WDG 3 (初级) | 从引脚5开始，分一层缠绕24匝导线项[4]。在引脚4结束。 |
| 增强绕制 | 缠三层胶带项[3]以增强缠绕层。 |
| 总装 | 截断引脚2和引脚5。打磨磁芯以使电感值达到1.4 mH。将两个半磁芯安装固定好，用清漆均匀的浸渍。使用清漆项[7]浸渍。 |



8 U1散热片

8.1 U1散热片加工图

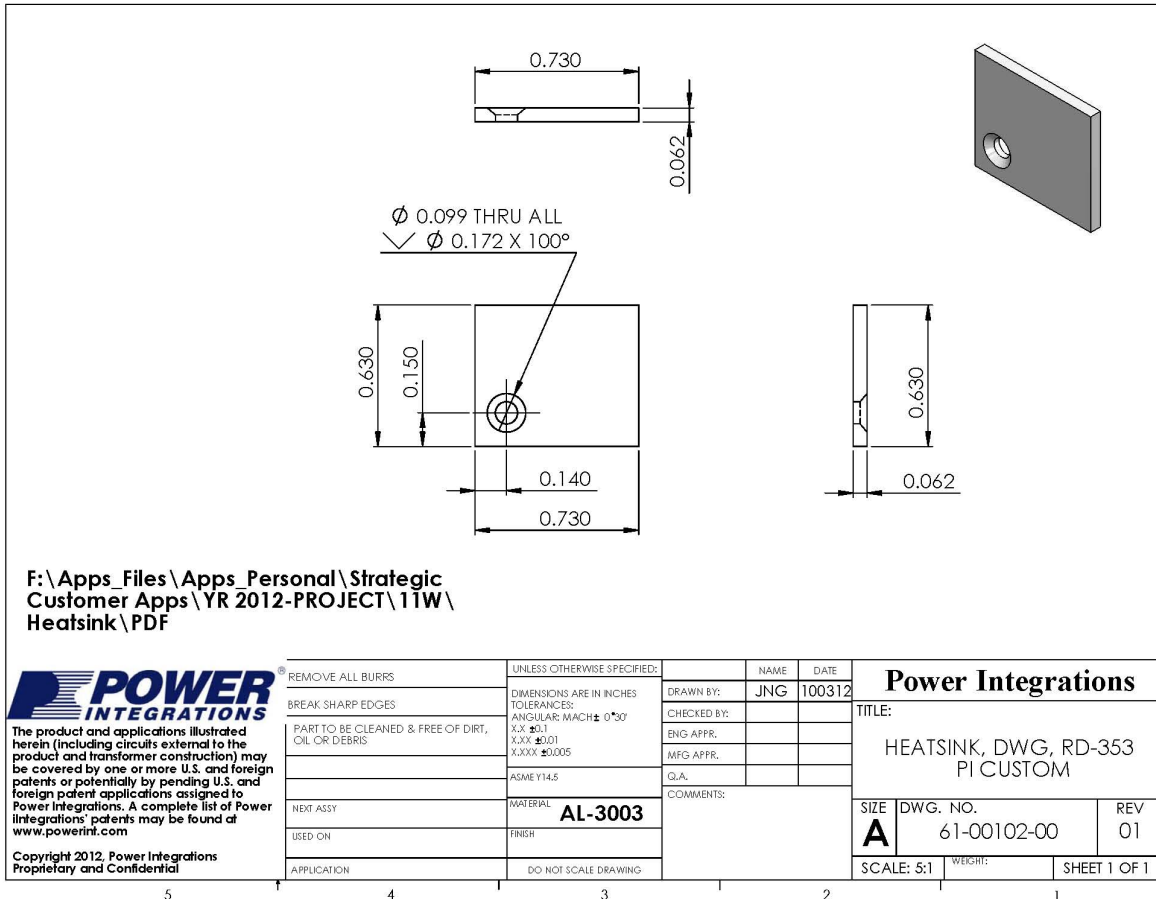


图9 - 散热片尺寸



8.2 U1散热片装配图

1 FOR COMPLETED ASSEMBLY
SEE 61-00102-02

| ITEM NO. | PART NUMBER | DESCRIPTION | QTY. |
|----------|-------------|--|------|
| 1 | 61-00102-00 | HEATSINK, CUSTOM, AL-3003, .062" THK | 1 |
| 2 | 60-00050-02 | BRACKET, HEATSINK TINY RIGHT | 1 |
| 3 | 75-00083-00 | RIVET, .093 DIA x 0.125, 100 DEGREE CSK, SOFT, 1100-F AL | 1 |

F:\Apps_Files\Apps_Personal\Strategic Customer Apps\YR 2012-PROJECT\11W\Heatsink\PDF

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|---|-----------|-----|-------|--------|-------------|--|------------|--|------------|--|-------|--|-----------|--|--|--|---|------|----------|-----|----------|-------------|----|------------|---------|--------------|
| <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.XX ±0.1</p> <p>X.XXX ±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 style="font-size: small;">DRAWN BY:</td> <td>JNG</td> <td style="font-size: small;">DATE:</td> <td>091912</td> </tr> <tr> <td style="font-size: small;">CHECKED BY:</td> <td></td> <td style="font-size: small;">ENG APPR.:</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="font-size: small;">MFG APPR.:</td> <td></td> <td style="font-size: small;">Q.A.:</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="font-size: x-small;">COMMENTS:</td> </tr> </table> | DRAWN BY: | JNG | DATE: | 091912 | CHECKED BY: | | ENG APPR.: | | MFG APPR.: | | Q.A.: | | COMMENTS: | | | | <p style="text-align: center;">Power Integrations</p> <p style="text-align: center;">TITLE:</p> <p style="text-align: center;">HEATSINK, FAB, RD-353 PI CUSTOM</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: x-small;"> <tr> <td style="width: 10%;">SIZE</td> <td style="width: 40%;">DWG. NO.</td> <td style="width: 50%;">REV</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; font-size: large;">A</td> <td style="text-align: center;">61-00102-01</td> <td style="text-align: center;">01</td> </tr> <tr> <td style="font-size: x-small;">SCALE: 2:1</td> <td style="font-size: x-small;">WEIGHT:</td> <td style="font-size: x-small;">SHEET 1 OF 1</td> </tr> </table> | SIZE | DWG. NO. | REV | A | 61-00102-01 | 01 | SCALE: 2:1 | WEIGHT: | SHEET 1 OF 1 |
| DRAWN BY: | JNG | DATE: | 091912 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CHECKED BY: | | ENG APPR.: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MFG APPR.: | | Q.A.: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| COMMENTS: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SIZE | DWG. NO. | REV | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | 61-00102-01 | 01 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SCALE: 2:1 | WEIGHT: | SHEET 1 OF 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

图9a – U1散热片装配图.



8.3 U1和散热片装配图

| ITEM NO. | PART NUMBER | DESCRIPTION | QTY. |
|----------|-------------|---|------|
| 1 | 61-00102-00 | HEATSINK, CUSTOM, AL 3003, 0.062" THK | 1 |
| 2 | 60-00035-00 | THERMAL GREASE-SILICONE,-5 OZ TUBE-ESIP | 1 |
| 3 | 60-00031-00 | HEATSINK, HUNTKEY BRIDGE, CUSTOM, AL | 1 |
| 4 | 10-00641-00 | LYTSWITCH, LYT4314E, ESIP-7C | 1 |

F:\Apps_Files\Apps_Personal\Strategic Customer Apps\YR 2012-PROJECT\11W\Heatsink\PDF

POWER INTEGRATIONS
 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
 Copyright 2012, Power Integrations Proprietary and Confidential

| | | | | |
|--|-----------------------------------|---------------|--------|---------------------------------|
| REMOVE ALL BURRS | UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: | NAME | DATE | Power Integrations |
| BREAK SHARP EDGES | DIMENSIONS ARE IN INCHES | DRAWN BY: JNG | 091912 | |
| PART TO BE CLEANED & FREE OF DIRT, OIL OR DEBRIS | TOLERANCES: ANGULAR: MACH ± 0°30' | CHECKED BY: | | TITLE: |
| | X.X: ±0.1 | ENG APPR. | | HEATSINK, ASSY, ESIP-7C |
| | X.XX: ±0.01 | MFG APPR. | | RD-353, PI CUSTOM |
| | X.XXX: ±0.005 | Q.A. | | SIZE DWG. NO. REV |
| NEXT ASSY | ASME Y14.5 | COMMENTS: | | A 61-00102-02 01 |
| USED ON | MATERIAL | | | SCALE: 1:1 WEIGHT: SHEET 1 OF 1 |
| APPLICATION | FINISH | | | |
| | DO NOT SCALE DRAWING | | | |

图10 – U1和散热片装配图

9 性能数据

所有测量均在室温下使用LED板进行。以下数据采用代表15 V ~ 21 V电压范围的3组负载测得。第9.6节中的表格提供了完整的测试数据。

9.1 效率

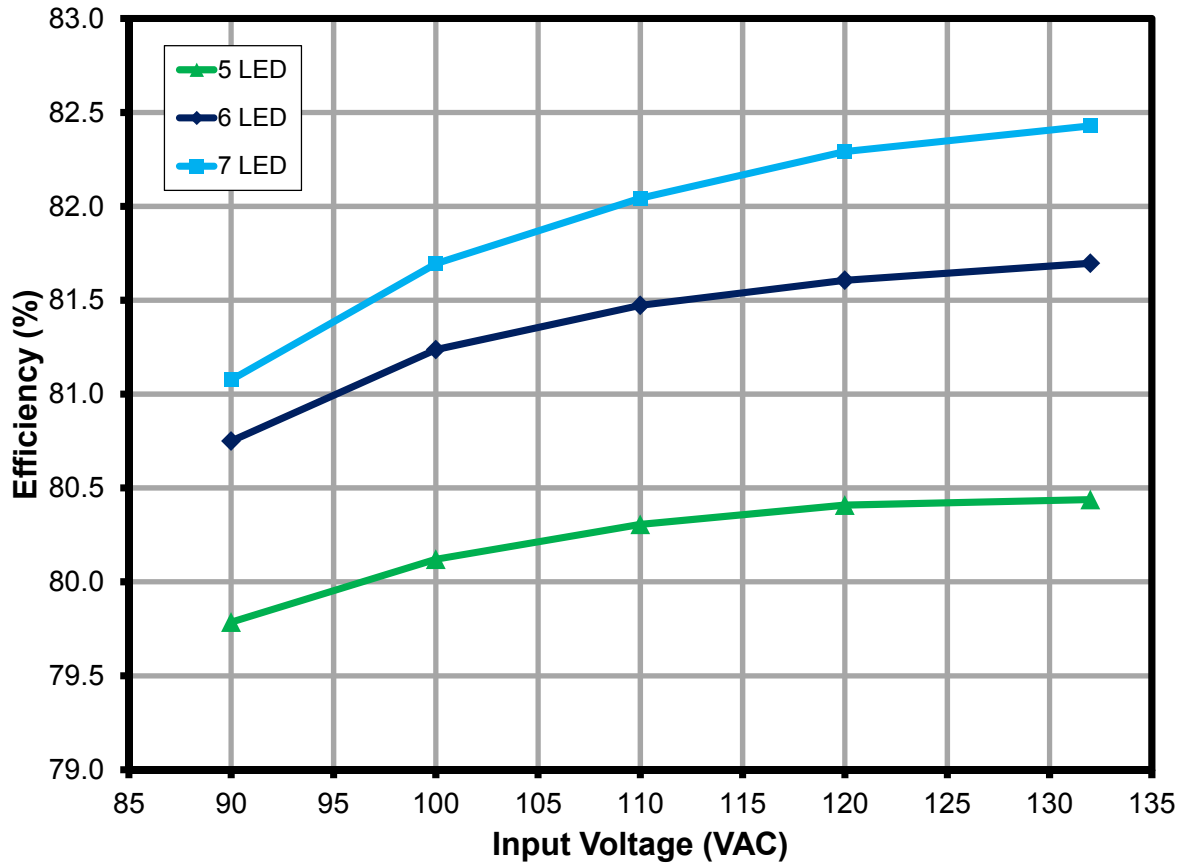


图11 – 效率随输入电压和负载的变化



9.2 输入电压调整率和负载调整率

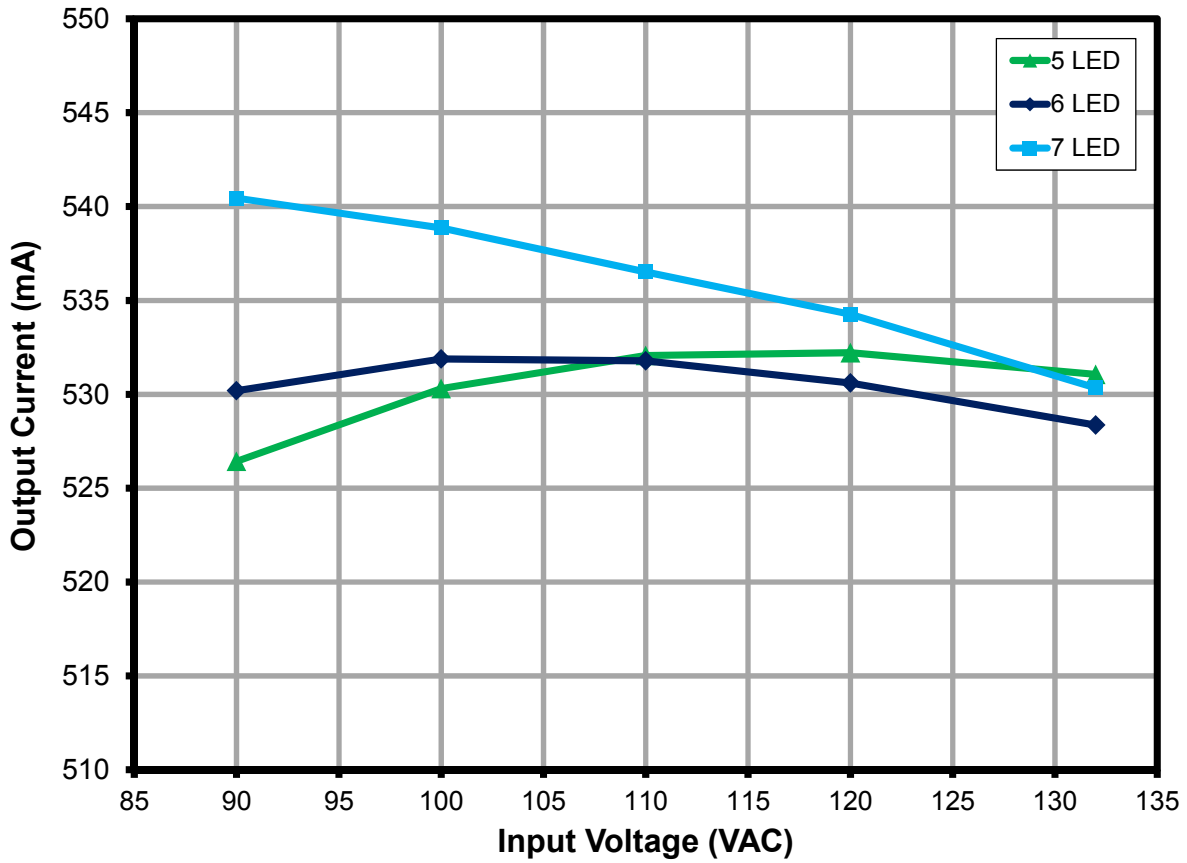


图12 - 调整率随输入电压和负载的变化



9.3 功率因数

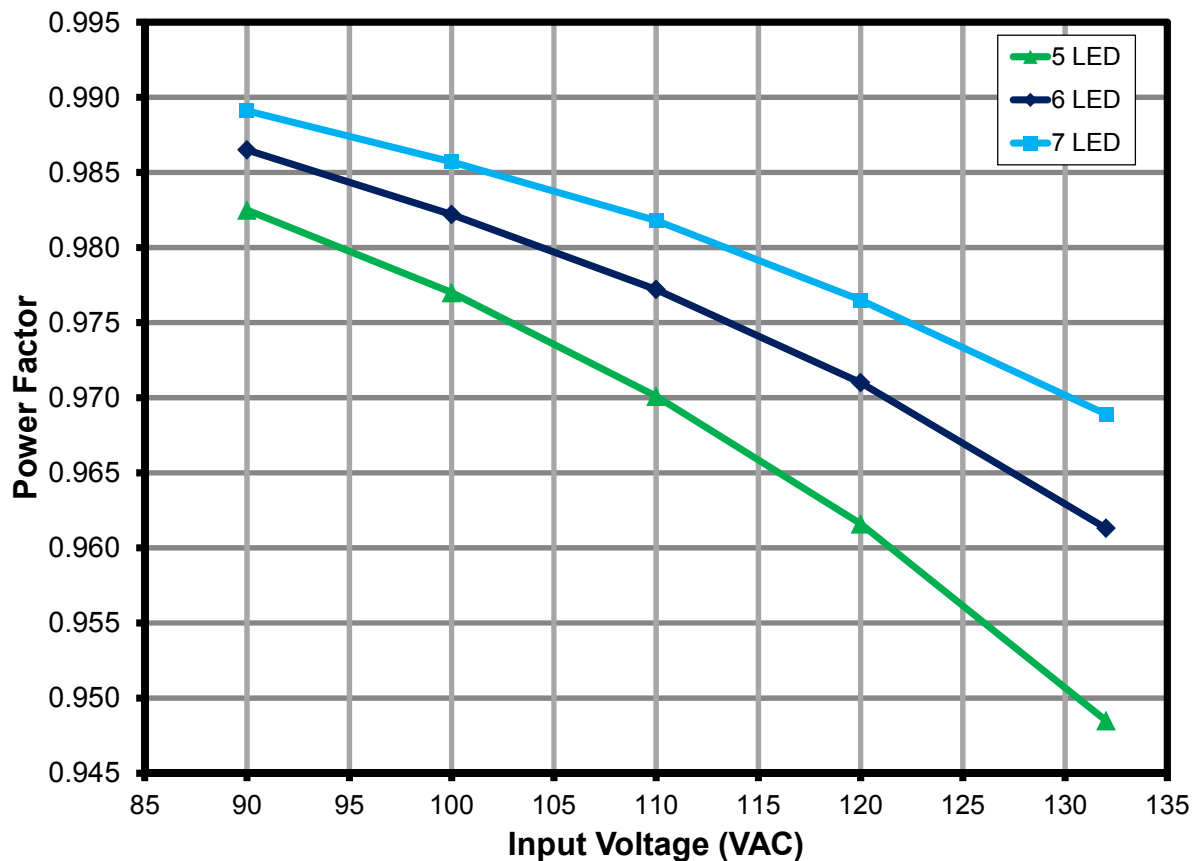


图13 - 功率因数随输入电压和负载的变化



9.4 A-THD

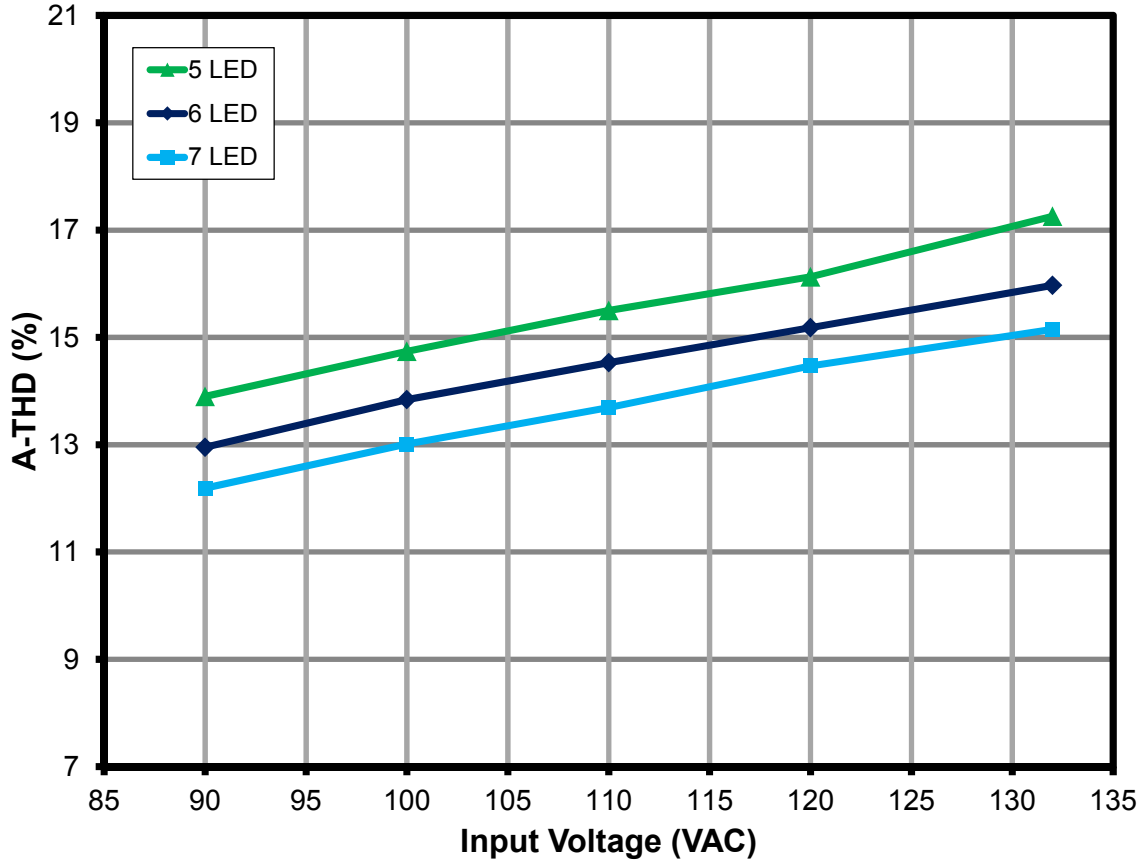


图14 - A-THD随输入电压和负载的变化



9.5 谐波电流

本设计满足有效输入功率 $\leq 25\text{ W}$ 的Class C设备的IEC61000-3-2限值（第7.3-b节），该标准规定谐波电流不得超过表3中的功率相关限值，列2是Class D设备限值。

9.5.1 15 V LED负载

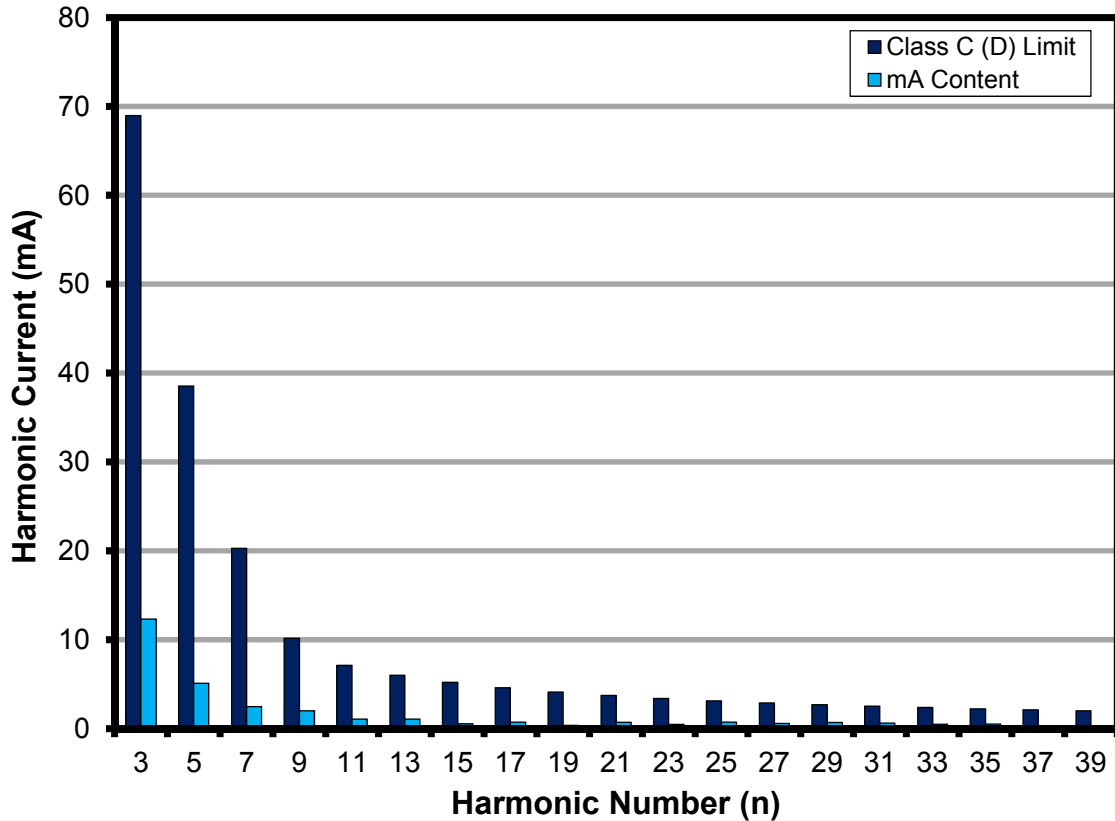


图15 – 15 V LED负载在120 VAC、60 Hz下的输入电流谐波(IEC61000-3-2)



9.5.2 18 V LED负载

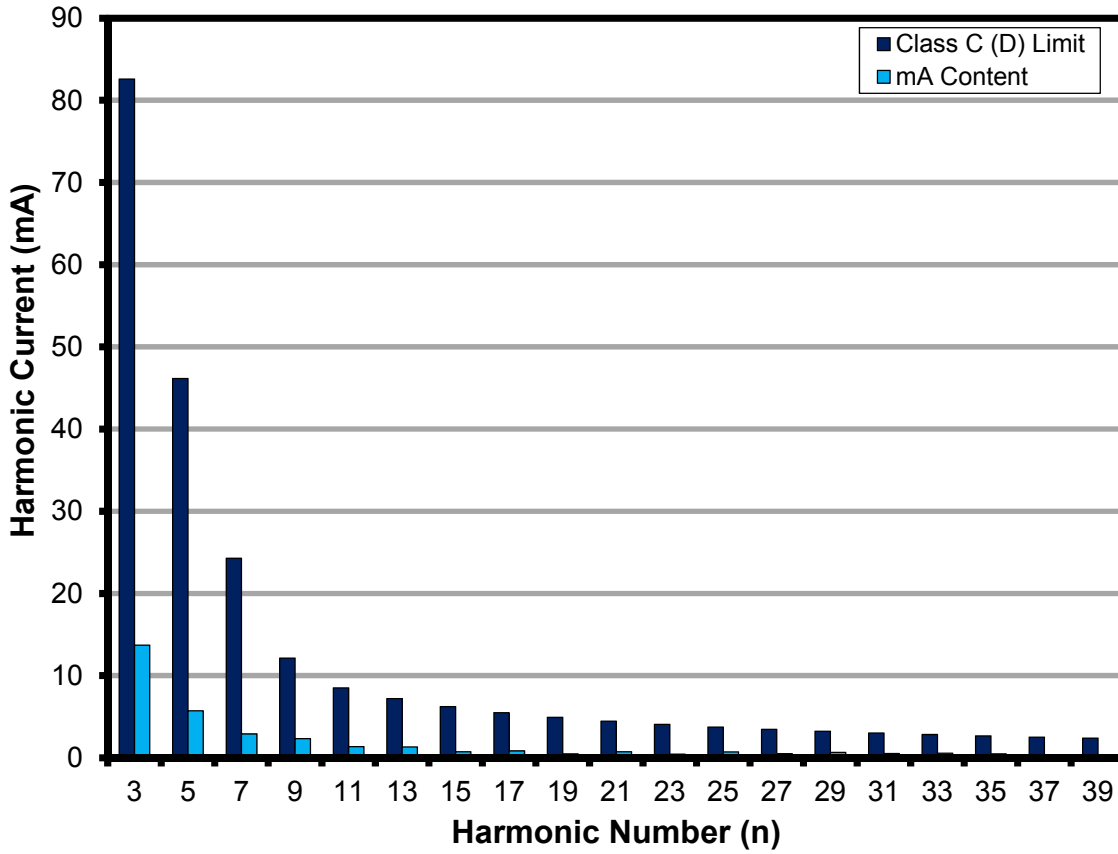


图16 – 18 V LED负载在120 VAC、60 Hz下的输入电流谐波(IEC61000-3-2)



9.5.3 21 V LED负载

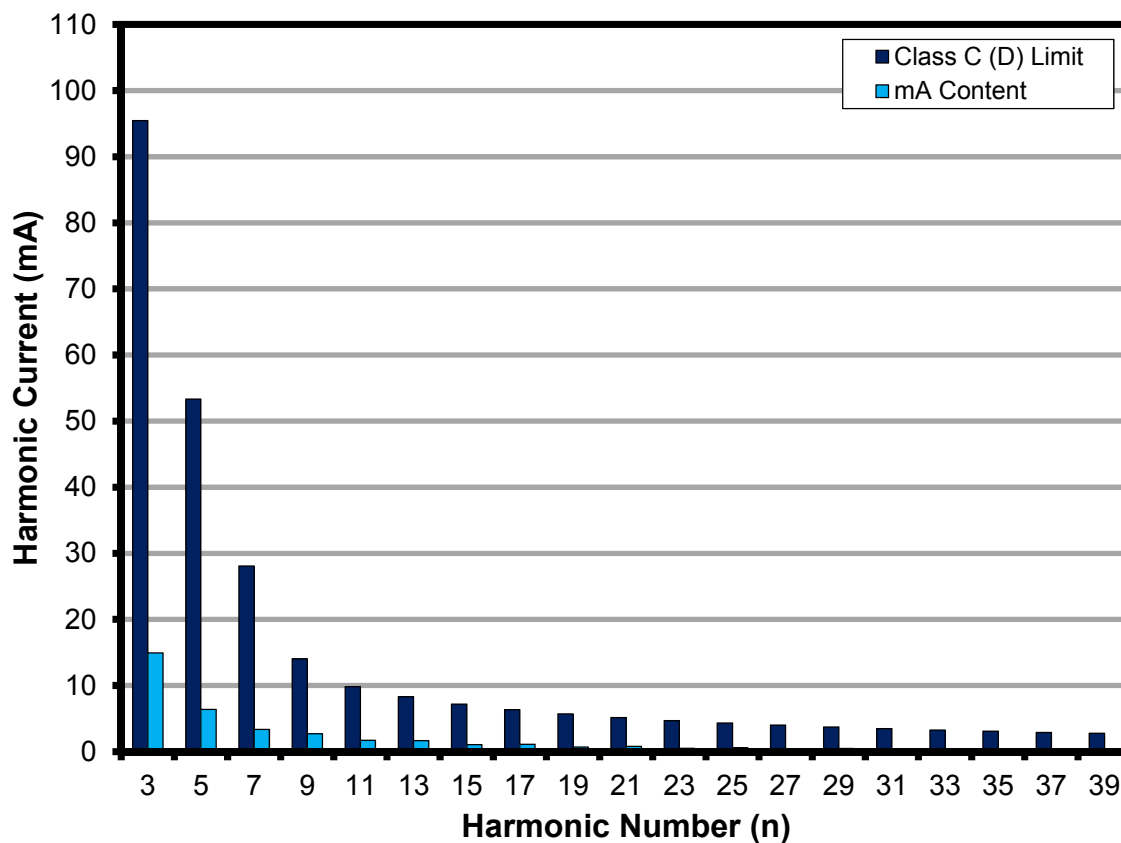


图17 - 21 V LED负载在120 VAC、60 Hz下的输入电流谐波(IEC61000-3-2)



9.6 测试数据

所有测量均在25 °C环境温度和60 Hz工频下进行，测量对象为敞开式电路板。

9.6.1 测试数据，15 V LED负载

| 输入测量 | | | | | 负载测量 | | | 计算 | | |
|--|---|------------------------|-------|-------|--|---|-------------------------|-------------------------|-----------|-----------|
| 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) |
| 90.05 | 114.25 | 10.109 | 0.983 | 13.90 | 15.27 | 526.43 | 8.07 | 8.04 | 79.79 | 2.04 |
| 100.02 | 103.80 | 10.144 | 0.977 | 14.74 | 15.28 | 530.30 | 8.13 | 8.10 | 80.12 | 2.02 |
| 110.08 | 95.09 | 10.155 | 0.970 | 15.5 | 15.28 | 532.07 | 8.16 | 8.13 | 80.31 | 2.00 |
| 120.05 | 87.86 | 10.143 | 0.962 | 16.13 | 15.28 | 532.21 | 8.16 | 8.13 | 80.41 | 1.99 |
| 132.08 | 80.73 | 10.114 | 0.949 | 17.26 | 15.28 | 531.06 | 8.14 | 8.11 | 80.44 | 1.98 |

9.6.2 测试数据，18 V LED负载

| 输入测量 | | | | | 负载测量 | | | 计算 | | |
|--|---|------------------------|-------|-------|--|---|-------------------------|-------------------------|-----------|-----------|
| 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) |
| 90.05 | 138.29 | 12.285 | 0.987 | 12.95 | 18.66 | 530.19 | 9.92 | 9.90 | 80.75 | 2.36 |
| 100.02 | 124.65 | 12.245 | 0.982 | 13.84 | 18.66 | 531.88 | 9.95 | 9.92 | 81.24 | 2.30 |
| 110.07 | 113.40 | 12.199 | 0.977 | 14.53 | 18.65 | 531.78 | 9.94 | 9.92 | 81.47 | 2.26 |
| 120.05 | 104.18 | 12.144 | 0.971 | 15.18 | 18.63 | 530.60 | 9.91 | 9.89 | 81.61 | 2.23 |
| 132.08 | 95.06 | 12.070 | 0.961 | 15.97 | 18.62 | 528.36 | 9.86 | 9.84 | 81.70 | 2.21 |

9.6.3 测试数据，21 V LED负载

| 输入测量 | | | | | 负载测量 | | | 计算 | | |
|--|---|------------------------|-------|-------|--|---|-------------------------|-------------------------|-----------|-----------|
| 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) |
| 90.04 | 162.22 | 14.447 | 0.989 | 12.19 | 21.63 | 540.45 | 11.71 | 11.69 | 81.08 | 2.73 |
| 100.01 | 144.90 | 14.285 | 0.986 | 13.01 | 21.61 | 538.86 | 11.67 | 11.65 | 81.69 | 2.62 |
| 110.07 | 130.95 | 14.151 | 0.982 | 13.69 | 21.60 | 536.52 | 11.61 | 11.59 | 82.04 | 2.54 |
| 120.04 | 119.76 | 14.038 | 0.977 | 14.47 | 21.58 | 534.26 | 11.55 | 11.53 | 82.29 | 2.49 |
| 132.07 | 108.61 | 13.898 | 0.969 | 15.15 | 21.56 | 530.34 | 11.46 | 11.43 | 82.43 | 2.44 |



9.6.4 120 VAC 60 Hz, 15 V LED负载谐波数据

IEC61000-3-2的电流谐波限值

| V | 频率 | I (mA) | P | PF | %THD |
|-----|-------|--------|-------------|-------------|-------|
| 120 | 60.00 | 87.86 | 10.1430 | 0.9616 | 16.13 |
| | | | | | |
| n阶 | mA含量 | %含量 | 限值 <25 W | 限值 >25 W | 备注 |
| 1 | 86.63 | | | | |
| 2 | 0.02 | 0.02% | | 2.00% | |
| 3 | 12.32 | 14.22% | 68.9724 | 28.85% | 通过 |
| 5 | 5.11 | 5.90% | 38.5434 | 10.00% | 通过 |
| 7 | 2.46 | 2.84% | 20.2860 | 7.00% | 通过 |
| 9 | 2.00 | 2.31% | 10.1430 | 5.00% | 通过 |
| 11 | 1.08 | 1.25% | 7.1001 | 3.00% | 通过 |
| 13 | 1.08 | 1.25% | 6.0078 | 3.00% | 通过 |
| 15 | 0.54 | 0.62% | 5.2067 | 3.00% | 通过 |
| 17 | 0.73 | 0.84% | 4.5942 | 3.00% | 通过 |
| 19 | 0.38 | 0.44% | 4.1106 | 3.00% | 通过 |
| 21 | 0.71 | 0.82% | 3.7191 | 3.00% | 通过 |
| 23 | 0.47 | 0.54% | 3.3957 | 3.00% | 通过 |
| 25 | 0.74 | 0.85% | 3.1240 | 3.00% | 通过 |
| 27 | 0.58 | 0.67% | 2.8926 | 3.00% | 通过 |
| 29 | 0.68 | 0.78% | 2.6931 | 3.00% | 通过 |
| 31 | 0.61 | 0.70% | 2.5194 | 3.00% | 通过 |
| 33 | 0.49 | 0.57% | 2.3667 | 3.00% | 通过 |
| 35 | 0.51 | 0.59% | 2.2315 | 3.00% | 通过 |
| 37 | 0.25 | 0.29% | 2.1108 | 3.00% | 通过 |
| 39 | 0.31 | 0.36% | 2.0026 | 3.00% | 通过 |
| 41 | 0.09 | 0.10% | | | |
| 43 | 0.13 | 0.15% | | | |
| 45 | 0.16 | 0.18% | | | |
| 47 | 0.20 | 0.23% | | | |
| 49 | 0.26 | 0.30% | | | |



9.6.5 120 VAC 60 Hz, 18 V LED负载谐波数据

IEC61000-3-2的电流谐波限值

| V | 频率 | I (mA) | P | PF | %THD |
|-----|--------|--------|---------|---------|-------|
| 120 | 60.00 | 104.18 | 12.1440 | 0.9710 | 15.18 |
| | | | | | |
| n阶 | mA含量 | %含量 | 限值<25 W | 限值>25 W | 备注 |
| 1 | 102.92 | | | | |
| 2 | 0.04 | 0.04% | | 2.00% | |
| 3 | 13.71 | 13.32% | 82.5792 | 29.13% | 通过 |
| 5 | 5.73 | 5.57% | 46.1472 | 10.00% | 通过 |
| 7 | 2.90 | 2.82% | 24.2880 | 7.00% | 通过 |
| 9 | 2.34 | 2.27% | 12.1440 | 5.00% | 通过 |
| 11 | 1.37 | 1.33% | 8.5008 | 3.00% | 通过 |
| 13 | 1.32 | 1.28% | 7.1930 | 3.00% | 通过 |
| 15 | 0.73 | 0.71% | 6.2339 | 3.00% | 通过 |
| 17 | 0.86 | 0.84% | 5.5005 | 3.00% | 通过 |
| 19 | 0.47 | 0.46% | 4.9215 | 3.00% | 通过 |
| 21 | 0.73 | 0.71% | 4.4528 | 3.00% | 通过 |
| 23 | 0.45 | 0.44% | 4.0656 | 3.00% | 通过 |
| 25 | 0.72 | 0.70% | 3.7404 | 3.00% | 通过 |
| 27 | 0.51 | 0.50% | 3.4633 | 3.00% | 通过 |
| 29 | 0.67 | 0.65% | 3.2244 | 3.00% | 通过 |
| 31 | 0.54 | 0.52% | 3.0164 | 3.00% | 通过 |
| 33 | 0.55 | 0.53% | 2.8336 | 3.00% | 通过 |
| 35 | 0.49 | 0.48% | 2.6717 | 3.00% | 通过 |
| 37 | 0.34 | 0.33% | 2.5273 | 3.00% | 通过 |
| 39 | 0.38 | 0.37% | 2.3977 | 3.00% | 通过 |
| 41 | 0.18 | 0.17% | | | |
| 43 | 0.24 | 0.23% | | | |
| 45 | 0.11 | 0.11% | | | |
| 47 | 0.13 | 0.13% | | | |
| 49 | 0.13 | 0.13% | | | |



9.6.6 120 VAC 60 Hz, 21 V LED负载谐波数据

IEC61000-3-2的电流谐波限值

| V | 频率 | I (mA) | P | PF | %THD |
|-----|--------|--------|---------|---------|-------|
| 120 | 60.00 | 119.76 | 14.0380 | 0.9765 | 14.47 |
| | | | | | |
| n阶 | mA含量 | %含量 | 限值<25 W | 限值>25 W | 备注 |
| 1 | 118.44 | | | | |
| 2 | 0.04 | 0.03% | | 2.00% | |
| 3 | 14.93 | 12.61% | 95.4584 | 29.30% | 通过 |
| 5 | 6.39 | 5.40% | 53.3444 | 10.00% | 通过 |
| 7 | 3.38 | 2.85% | 28.0760 | 7.00% | 通过 |
| 9 | 2.72 | 2.30% | 14.0380 | 5.00% | 通过 |
| 11 | 1.71 | 1.44% | 9.8266 | 3.00% | 通过 |
| 13 | 1.67 | 1.41% | 8.3148 | 3.00% | 通过 |
| 15 | 1.05 | 0.89% | 7.2062 | 3.00% | 通过 |
| 17 | 1.12 | 0.95% | 6.3584 | 3.00% | 通过 |
| 19 | 0.70 | 0.59% | 5.6891 | 3.00% | 通过 |
| 21 | 0.79 | 0.67% | 5.1473 | 3.00% | 通过 |
| 23 | 0.49 | 0.41% | 4.6997 | 3.00% | 通过 |
| 25 | 0.59 | 0.50% | 4.3237 | 3.00% | 通过 |
| 27 | 0.37 | 0.31% | 4.0034 | 3.00% | 通过 |
| 29 | 0.48 | 0.41% | 3.7273 | 3.00% | 通过 |
| 31 | 0.30 | 0.25% | 3.4869 | 3.00% | 通过 |
| 33 | 0.40 | 0.34% | 3.2755 | 3.00% | 通过 |
| 35 | 0.34 | 0.29% | 3.0884 | 3.00% | 通过 |
| 37 | 0.39 | 0.33% | 2.9214 | 3.00% | 通过 |
| 39 | 0.26 | 0.22% | 2.7716 | 3.00% | 通过 |
| 41 | 0.32 | 0.27% | | | |
| 43 | 0.23 | 0.19% | | | |
| 45 | 0.26 | 0.22% | | | |
| 47 | 0.23 | 0.19% | | | |
| 49 | 0.20 | 0.17% | | | |



10 调光性能数据

可控硅调光结果是在120 VAC输入电压、60 Hz工频及室温下使用21 V LED负载测量得出。

输出电流高限值 $I_{OUT(HL)}$ 和低限值 $I_{OUT(LL)}$ 基于NEMA SSL6-2010（第9页的第4节）进行合并。合并在后续图表中的限值假设，100%相对光输出在达到530 mA最大工作输出电流时下降，0 mA为0%光输出，并且输入电压为120 VAC、工频为60 Hz。

10.1 模拟可控硅调光曲线

Agilent 6812B交流电源供应器编程为完美的前沿调光器

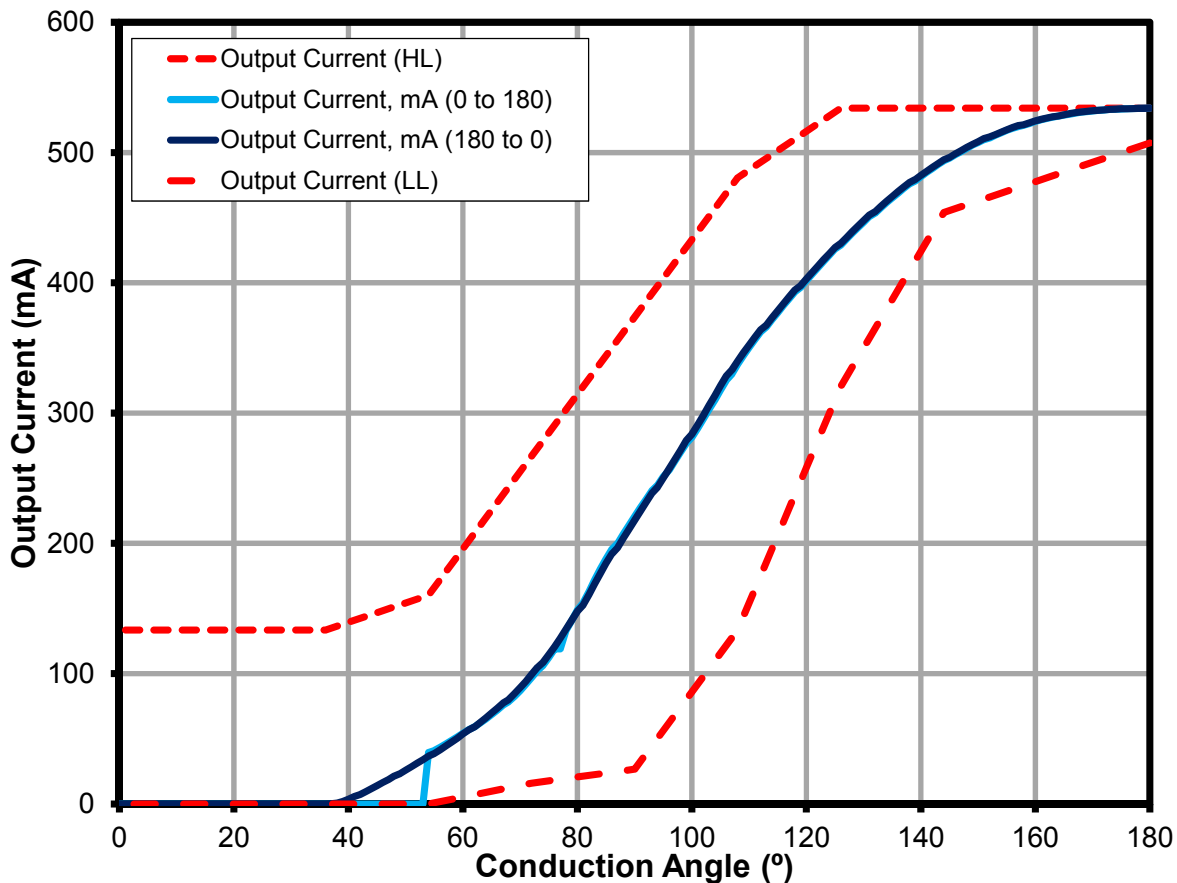


图18 – 在120 VAC、60 Hz输入、21 V LED负载条件下的调光曲线



10.2 实际调光器性能

以下数据是通过测量因可控硅斩切AC输入而施加到驱动器的RMS输入电压获得的。获得以下数据所采用的前沿及后沿可控硅调光器均使用21 V LED负载和120 V、60 Hz AC输入。

10.2.1 调光曲线

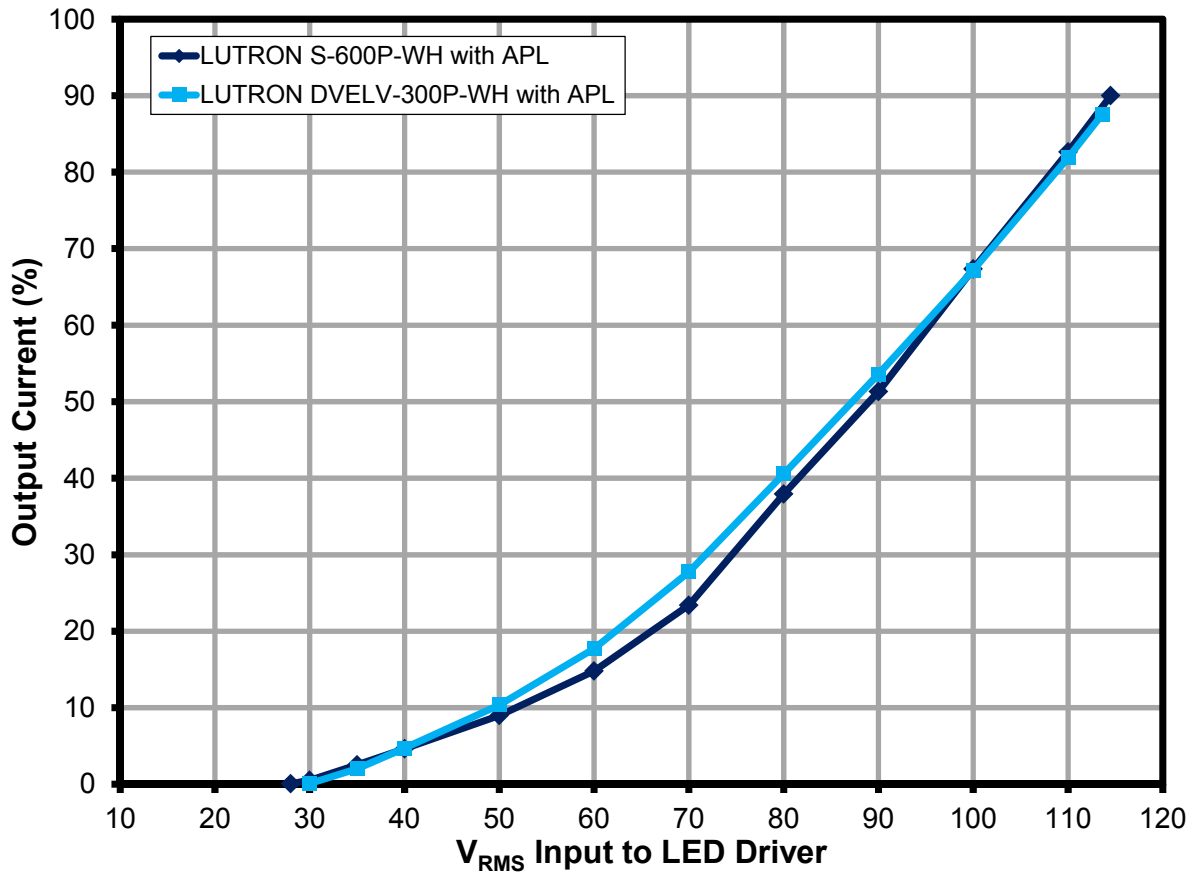


图19 – 调光曲线与驱动器的输入电压成函数关系



10.2.2 典型前沿调光器的性能数据

调光器: LUTRON S-600P-WH

输入: 120 VAC, 60 Hz

| $V_{IN(RMS)}$ (V) | I_{OUT} (mA) | I_{OUT} (%) | V_{OUT} (V) | P_{OUT} (W) | P_{IN} (W) | 效率 (%) | P_{LOSS} (W) | 启动时间 (ms) |
|----------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------|-------------------|--------------|
| 114.5 | 477 | 90.00 | 21.4 | 10.25 | 14 | 73.2 | 3.75 | 137 |
| 110 | 438 | 82.64 | 21.22 | 9.33 | 13.1 | 71.2 | 3.77 | 149 |
| 100 | 357 | 67.36 | 20.92 | 7.5 | 11.12 | 67.4 | 3.62 | 167 |
| 90 | 272 | 51.32 | 20.58 | 5.63 | 9.2 | 61.2 | 3.57 | 197 |
| 80 | 201 | 37.92 | 20.23 | 4.11 | 7.8 | 52.7 | 3.69 | 228 |
| 70 | 124 | 23.40 | 19.81 | 2.49 | 6.67 | 37.3 | 4.18 | 274 |
| 60 | 78.5 | 14.81 | 19.4 | 1.53 | 5.79 | 26.4 | 4.26 | 335 |
| 50 | 47.6 | 8.98 | 19.05 | 0.91 | 4.95 | 18.4 | 4.04 | 506 |
| 40 | 24.6 | 4.64 | 18.66 | 0.46 | 4.26 | 10.8 | 3.8 | 1250 |
| 35 | 13.5 | 2.55 | 18.37 | 0.25 | 3.9 | 6.4 | 3.65 | |
| 30 | 2.8 | 0.53 | 17.83 | 0.05 | 3.51 | 1.4 | 3.46 | |
| 28 | 0.43 | 0.08 | 17.3 | 0.007 | 3.34 | 0.2 | 3.333 | |



10.2.3 典型后沿调光器的性能数据

调光器: LUTRON DVELV-300P-WH

输入: 120 VAC, 60 Hz

| V _{IN(RMS)} (V) | I _{OUT} (mA) | I _{OUT} (%) | V _{OUT} (V) | P _{OUT} (W) | P _{IN} (W) | 效率 (%) | P _{Loss} (W) | 启动时间 (ms) |
|-----------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-----------|--------------------------|--------------|
| 113.6 | 464 | 87.55 | 21.42 | 9.97 | 13.37 | 74.6 | 3.4 | 133 |
| 110 | 434 | 81.89 | 21.24 | 9.25 | 12.48 | 74.1 | 3.23 | 133 |
| 100 | 356 | 67.17 | 20.95 | 7.5 | 10.38 | 72.3 | 2.88 | 140 |
| 90 | 284 | 53.58 | 20.64 | 5.88 | 8.58 | 68.5 | 2.7 | 151 |
| 80 | 215 | 40.57 | 20.3 | 4.39 | 7.19 | 61.1 | 2.8 | 176 |
| 70 | 147 | 27.74 | 19.97 | 2.97 | 6.13 | 48.5 | 3.16 | 189 |
| 60 | 94 | 17.74 | 19.55 | 1.86 | 5.26 | 35.4 | 3.4 | 226 |
| 50 | 55 | 10.38 | 19.1 | 1.05 | 4.45 | 23.6 | 3.4 | 296 |
| 40 | 25 | 4.72 | 18.63 | 0.466 | 3.7 | 12.6 | 3.234 | 468 |
| 35 | 10.85 | 2.05 | 18.26 | 0.198 | 3.3 | 6.0 | 3.102 | 727 |
| 30 | 0.47 | 0.09 | 17.28 | 0.008 | 2.9 | 0.3 | 2.892 | 1520 |

10.2.4 调光器兼容性列表

| 项 | 调光器列表 | 元件编号 | V _{RMS(MIN)} | I _{MIN} (mA) | V _{RMS(MAX)} | I _{MAX} (mA) | 调光率 |
|----|----------------------|------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------|
| 1 | LUTRON LG600PH-LA | LG-600PH-WH | 26 | 0.16 | 114.4 | 475 | 2969 |
| 2 | LUTRON S603P | S-603P-WH | 27.27 | 0.24 | 115.0 | 478 | 1992 |
| 3 | LUTRON SLV600P | SLV600P-WH | 28.3 | 0.96 | 115.4 | 485 | 505 |
| 4 | LUTRON S600 | S-600-WH | 27 | 0.17 | 117.5 | 508 | 2988 |
| 5 | LUTRON S-600PH-WH | S-600PH-WH | 27 | 0.24 | 114.8 | 479 | 1996 |
| 6 | LUTRON DVCL153P | DVWCL-153-PLH-WH | 27 | 0.27 | 113.3 | 464 | 1719 |
| 7 | LUTRON DV603P | DV-603P-WH | 27 | 0.25 | 114.4 | 477 | 1908 |
| 8 | LUTRON DV600P | DV-600P-WH | 26.9 | 0.18 | 114.6 | 477 | 2650 |
| 9 | LUTRON TG600PH-IV | TG-600PH-WH | 35 | 12.00 | 115.6 | 488 | 41 |
| 10 | LUTRON AY600P | AY-600P-WH | 36 | 14.30 | 115.1 | 483 | 34 |
| 11 | LUTRON GL600P-WH | GL-600P-WH | 27.6 | 0.48 | 114.7 | 479 | 998 |
| 12 | LEVITON 6633PLI | R62-06633-1LW | 27 | 0.70 | 118.4 | 521 | 744 |
| 13 | LEVITON 6631-LI | R62-06631-1LW | 28 | 0.22 | 116.4 | 495 | 2250 |
| 14 | LEVITON IPI06 | R60-IPI06-1LM | 38 | 22.00 | 118.1 | 516 | 23 |
| 15 | LEVITON 6161-I | R52-06161-00W | 33 | 0.65 | 115.0 | 482 | 742 |
| 16 | LEVITON RP106 | R52-RPI06-1LW | 36 | 0.68 | 119.0 | 526 | 774 |
| 17 | LEVITON 6681 | R60-06681-0IW | 27.4 | 0.20 | 112.0 | 450 | 2250 |
| 18 | LEVITON TGM10-1LW | TGM10-1LW | 30 | 2.60 | 113.2 | 463 | 178 |
| 19 | LEVITON 6684 | R60-06684-1IW | 28.7 | 0.12 | 118.9 | 527 | 4392 |
| 20 | LEVITON 6683 | 6683 | 30 | 0.22 | 119.0 | 527 | 2395 |
| 21 | LEVITON 6613 | R02-06613-PLW | 27 | 0.30 | 118.6 | 522 | 1740 |
| 22 | COOPER SLC03 | SLC03P-W-K-L | 27.4 | 0.36 | 116.0 | 492 | 1367 |
| 23 | LUTRON GL600-WH | GL-600-WH | 27 | 0.37 | 117.1 | 505 | 1365 |
| 24 | LUTRON DVPDC-203P-WH | DVPDC-203P-WH | 60 | 80.00 | 117.0 | 500 | 6 |
| 25 | LUTRON LX600PL | LX-600PL-wh | 27 | 0.21 | 116.6 | 497 | 2367 |
| 26 | LUTRON D600P | D-600P-WH | 28 | 0.50 | 113.1 | 462 | 924 |



| | | | | | | | |
|----|---------------------|---------------|-------|-------|-------|-----|------|
| 27 | LUTRON CTCL-153PDH | | 28 | 0.10 | 113.6 | 467 | 4670 |
| 28 | LUTRON S-600P | S-600P | 27 | 0.30 | 114.8 | 479 | 1597 |
| 29 | LUTRON TGLV-600P | TGLV-600P | 32 | 9.30 | 116.0 | 491 | 53 |
| 30 | LUTRON TGLV-600PR | TGLV-600PR | 34 | 11.00 | 115.3 | 485 | 44 |
| 31 | LUTRON TT-300NLH-WH | TT-300NLH-WH | 27 | 0.35 | 117.8 | 513 | 1466 |
| 32 | LUTRON TT-300H-WH | TT-300H-WH | 28 | 0.60 | 117.8 | 513 | 855 |
| 33 | LUTRON NLV-1000-WH | NLV-1000-WH | 26 | 0.10 | 116.1 | 493 | 4930 |
| 34 | Lutron | MAELV -600 | 33.8 | 9.40 | 115.1 | 478 | 51 |
| 35 | Lutron | S-600P | 26.2 | 0.12 | 114.4 | 475 | 3958 |
| 36 | Lutron | MAW-600 | 27 | 0.37 | 117.3 | 506 | 1368 |
| 37 | Cooper | MIR-600 | 30.1 | 5.10 | 117.1 | 503 | 99 |
| 38 | Lutron | S-600P | 29.8 | 4.10 | 115.0 | 480 | 117 |
| 39 | Lutron | S106P | 27.8 | 0.20 | 114.0 | 469 | 2345 |
| 40 | Lutron | S-600PNLH-WH | 26.7 | 0.19 | 115.4 | 485 | 2553 |
| 41 | Lutron | S-603PNL-WH | 27.8 | 0.49 | 115.3 | 484 | 988 |
| 42 | Lutron | SLV-603P-WH | 33.44 | 10.40 | 115.1 | 482 | 46 |
| 43 | Lutron | S-603PGH-WH | 27.2 | 0.33 | 105.6 | 397 | 1203 |
| 44 | Lutron | AYLV-600P-WH | 32.2 | 8.80 | 115.2 | 485 | 55 |
| 45 | Lutron | AYLV-603P-WH | 34 | 12.00 | 114.4 | 477 | 40 |
| 46 | Lutron | AY-103PNL-WH | 29.5 | 1.50 | 116.4 | 496 | 331 |
| 47 | Lutron | AY-10PNL-WH | 28.8 | 0.90 | 118.5 | 520 | 578 |
| 48 | Lutron | AY-10P-WH | 26 | 0.10 | 116.8 | 501 | 5010 |
| 49 | Lutron | AY-603PNL-WH | 30.4 | 3.20 | 112.6 | 459 | 143 |
| 50 | Lutron | AY-603PG-WH | 32.3 | 6.70 | 102.4 | 372 | 56 |
| 51 | Lutron | AY-603P-WH | 36.5 | 14.30 | 112.7 | 460 | 32 |
| 52 | Lutron | AY-600PNL-WH | 31.2 | 3.70 | 115.1 | 483 | 131 |
| 53 | Lutron | DVELV-300P-WH | 29.87 | 0.41 | 113.8 | 467 | 1139 |
| 54 | Lutron | DVLV-10P-WH | 33.37 | 10.65 | 114.3 | 474 | 45 |
| 55 | Lutron | DVLV-103P-WH | 31.74 | 7.00 | 114.6 | 477 | 68 |
| 56 | Lutron | DVLV-603P-WH | 30.67 | 4.70 | 114.8 | 479 | 102 |
| 57 | Lutron | S-1000-WH | 28.3 | 0.75 | 117.4 | 507 | 676 |
| 58 | Lutron | SELV-300P-WH | 28.3 | 0.06 | 112.4 | 455 | 7583 |
| 59 | Lutron | S-600P-WH | 27 | 0.18 | 114.6 | 476 | 2644 |
| 60 | Lutron | S-103PNL-WH | 31 | 0.59 | 114.3 | 474 | 803 |
| 61 | Lutron | GLV-600-WH | 27.5 | 0.58 | 117.3 | 507 | 874 |

图20 - 调光器兼容性列表



11 热性能

在室温(25 °C)下运行30分钟以上后采集的图像, 在指定条件下采用敞开式

11.1 非调光 $V_{IN} = 90 \text{ VAC}$, 60 Hz, 21 V LED负载

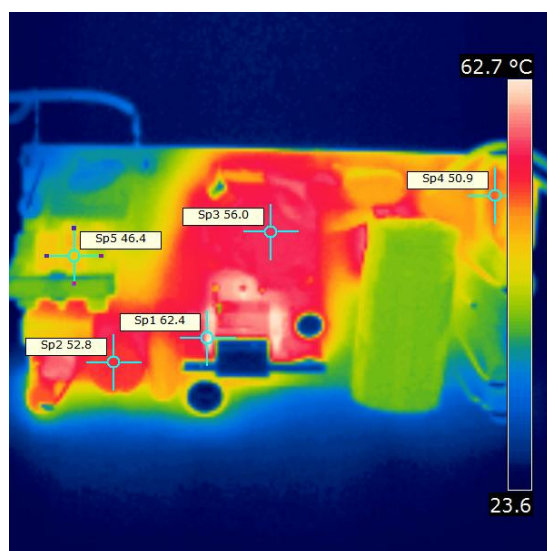


图21 – 顶部 $U1 = 62.4 \text{ °C}$

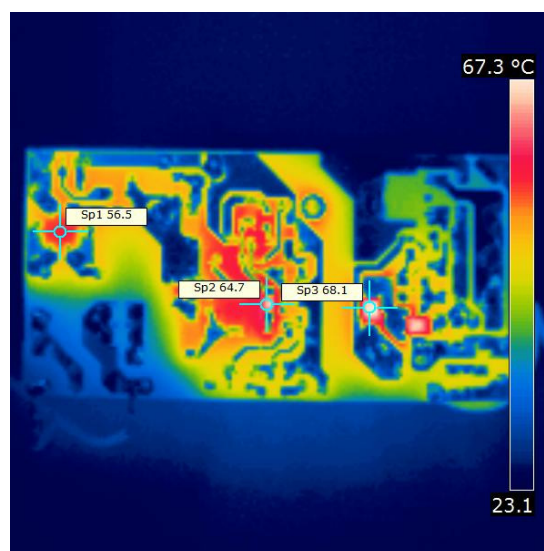


图22 – 底部 $R20 = 68.1 \text{ °C}$

11.2 非调光 $V_{IN} = 132 \text{ VAC}$, 60 Hz, 21 V LED负载

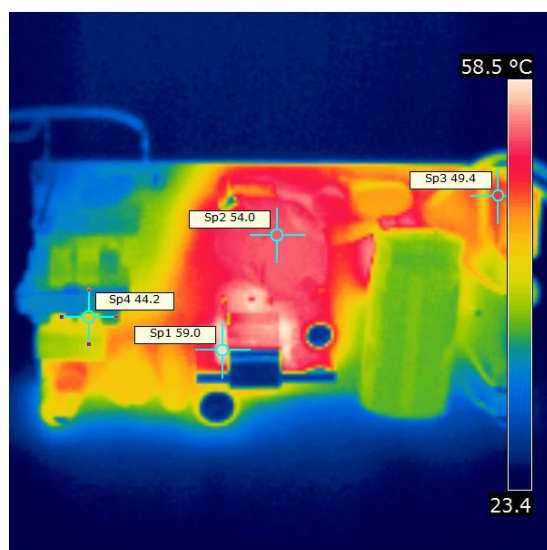


图23 – 顶部 $U1 = 59 \text{ °C}$

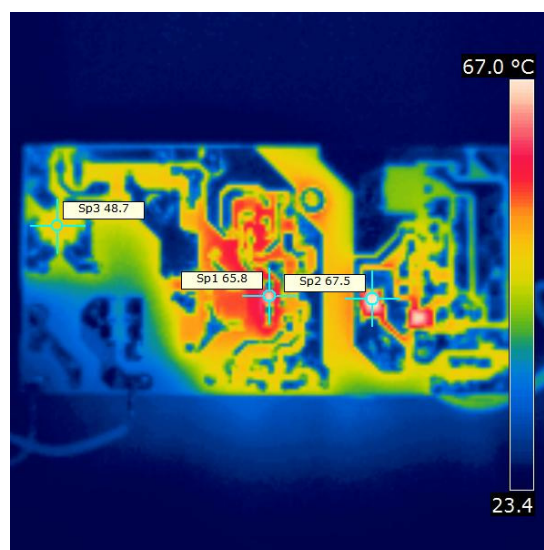


图24 – 底部 $R20 = 67.3 \text{ °C}$



11.3 调光 $V_{IN} = 120 \text{ VAC}$, 60 Hz, 90°导通角, 21 V LED负载

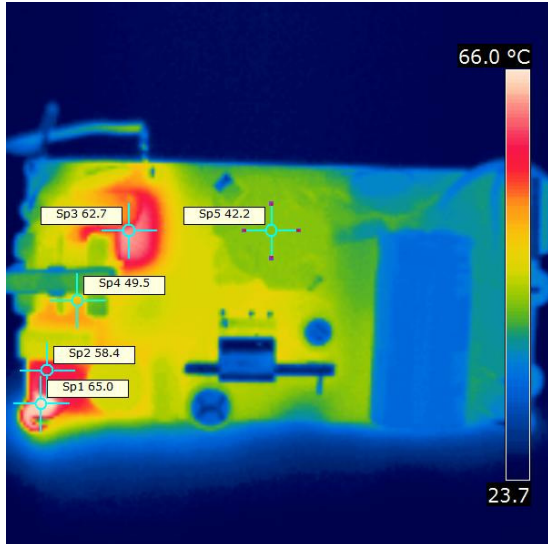


图25 - 顶部R8 = 65 °C

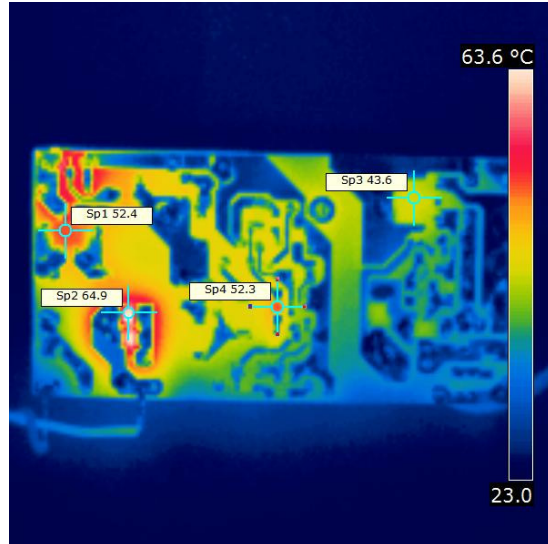


图26 - 底部R2=64.9 °C



12 非调光波形

12.1 输入电压和输入电流波形

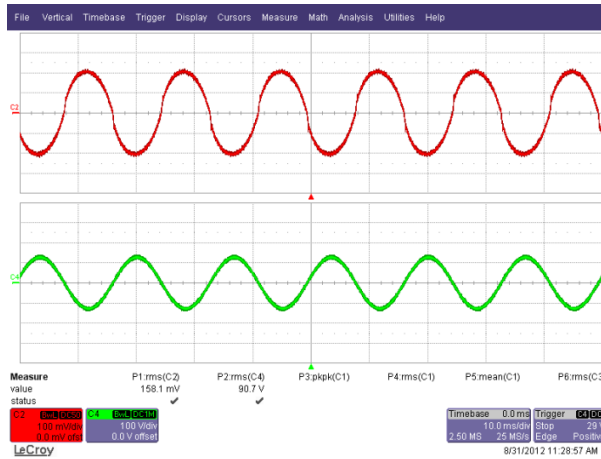


图27 – 90 VAC, 满载
 上: I_{IN} , 100 mA/格
 下: V_{IN} , 100 V, 10 ms/格

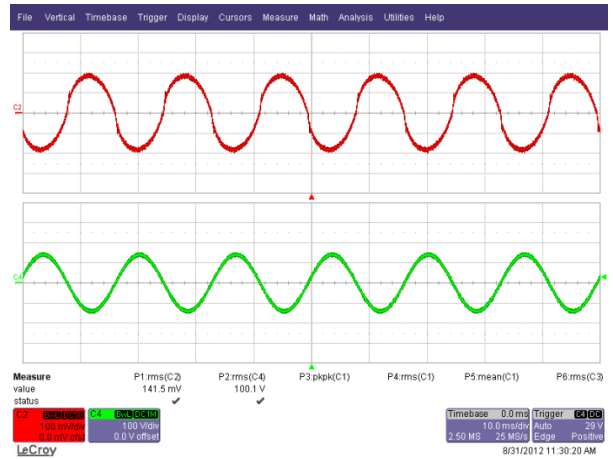


图28 – 100 VAC, 满载
 上: I_{IN} , 100 mA/格
 下: V_{IN} , 100 V, 10 ms/格

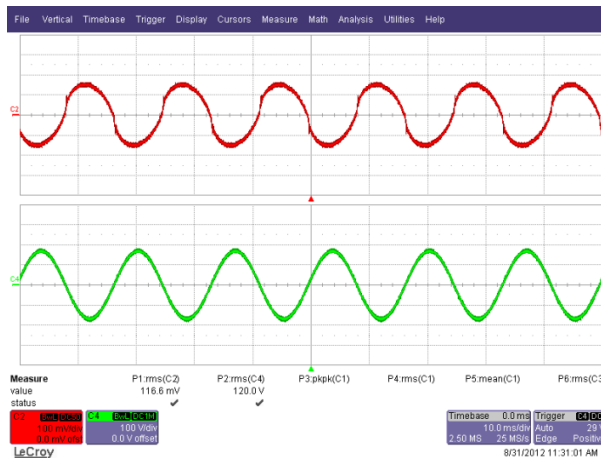


图29 – 120 VAC, 满载
 上: I_{IN} , 100 mA/格
 下: V_{IN} , 100 V, 10 ms/格

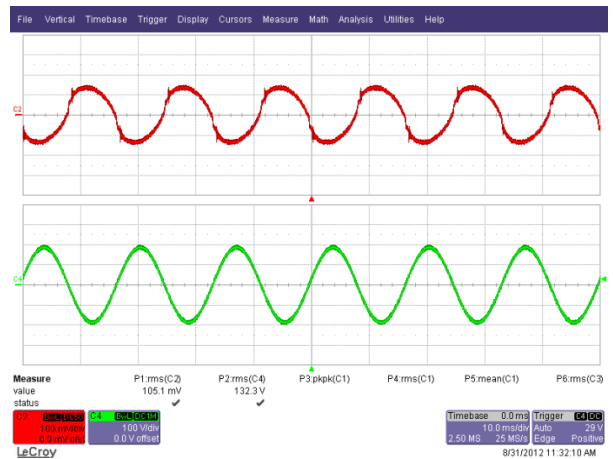


图30 – 132 VAC, 满载
 上: I_{IN} , 100 mA/格
 下: V_{IN} , 100 V, 10 ms/格



12.2 正常工作时的输出电流和输出电压

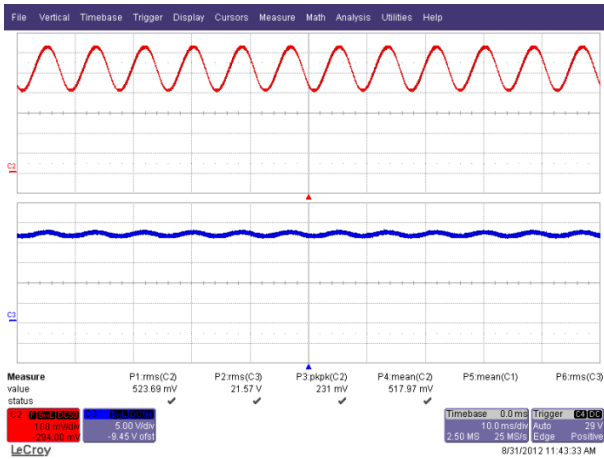


图31 - 90 VAC, 60 Hz, 满载
 上: I_{OUT} , 100 mA/格
 下: V_{OUT} , 5 V, 10 ms/格

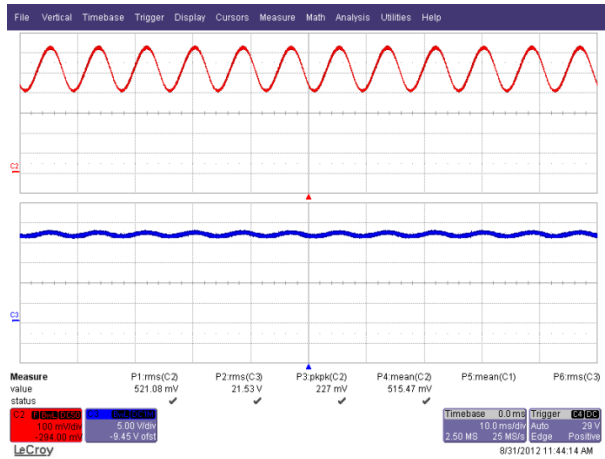


图32 - 100 VAC, 60 Hz, 满载
 上: I_{OUT} , 100 mA/格
 下: V_{OUT} , 5 V, 10 ms/格

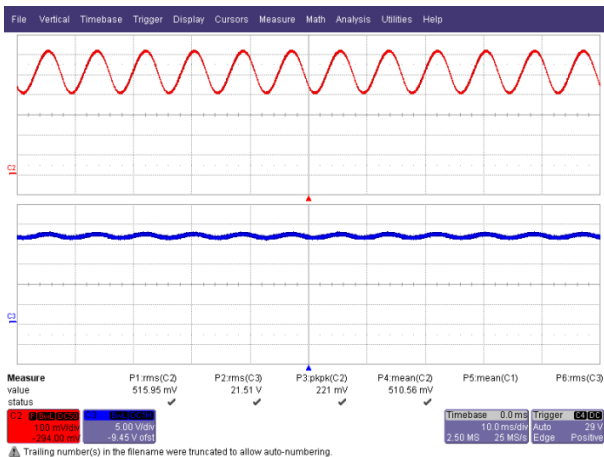


图33 - 120 VAC, 60 Hz, 满载
 上: I_{OUT} , 100 mA/格
 下: V_{OUT} , 5 V, 10 ms/格

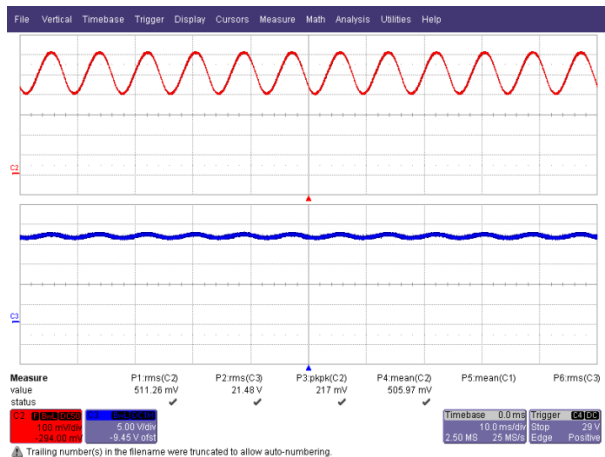


图34 - 132 VAC, 60 Hz, 满载
 上: I_{OUT} , 100 mA/格
 下: V_{OUT} , 5 V, 10 ms/格



12.3 启动时的输入电压和输出电流波形

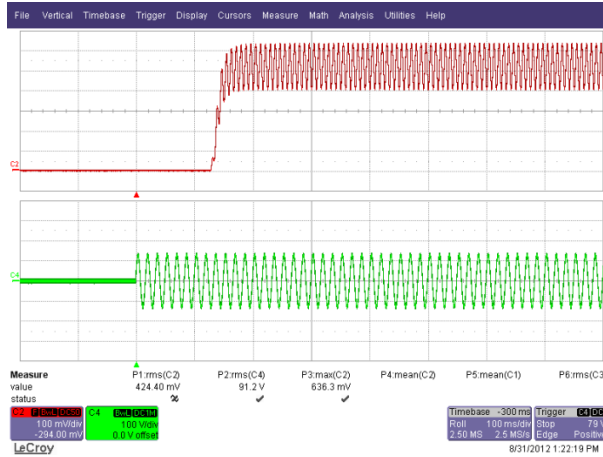


图35 – 90 VAC, 60 Hz
上: I_{OUT} , 100 mA/格
下: V_{IN} , 100 V, 100 ms/格

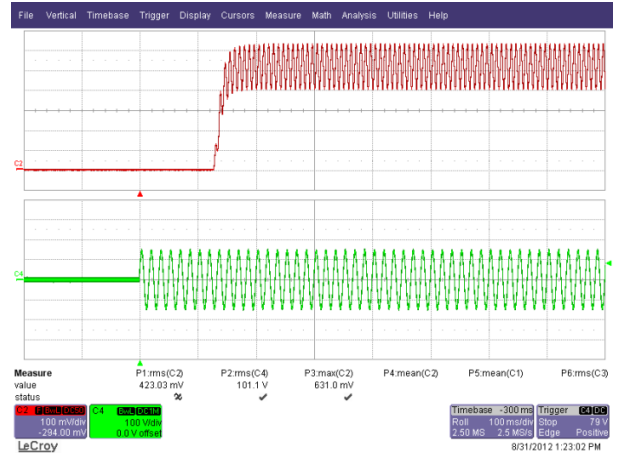


图36 – 100 VAC, 60 Hz
上: I_{OUT} , 100 mA/格
下: V_{IN} , 100 V, 100 ms/格

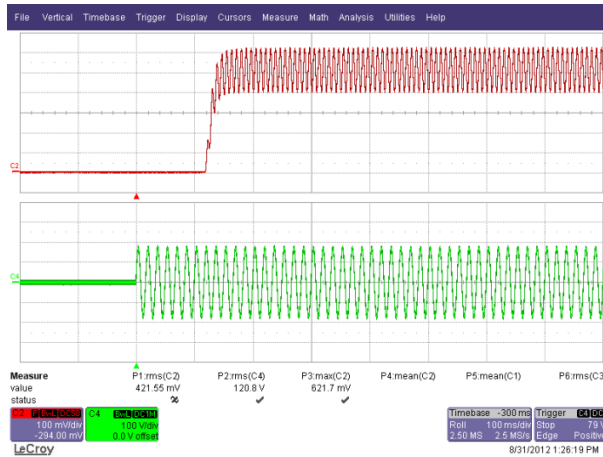


图37 – 120 VAC, 60 Hz
上: I_{OUT} , 100 mA/格
下: V_{IN} , 100 V, 100 ms/格

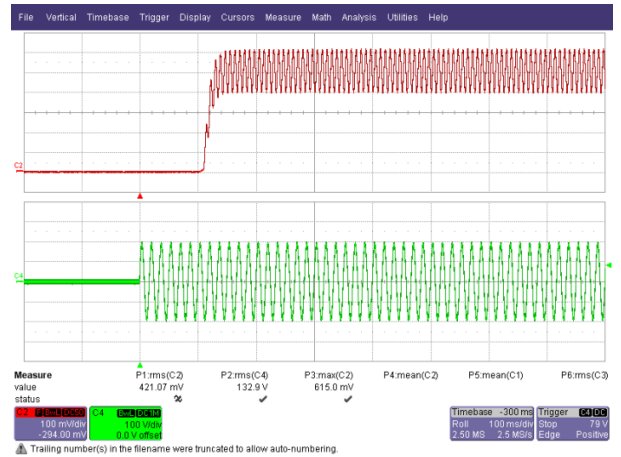


图38 – 132 VAC, 60 Hz
上: I_{OUT} , 100 mA/格
下: V_{IN} , 100 V, 100 ms/格



12.4 正常工作时的漏极电压和电流

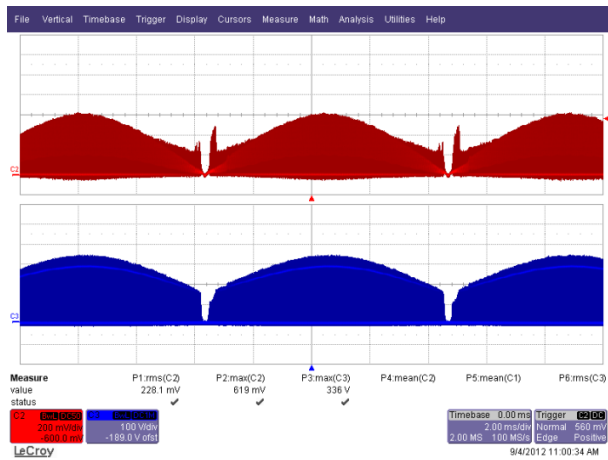


图39 – 90 VAC, 60 Hz
 上: I_{DRAIN} , 0.2 A/格
 下: V_{DRAIN} , 100 V, 2 ms/格

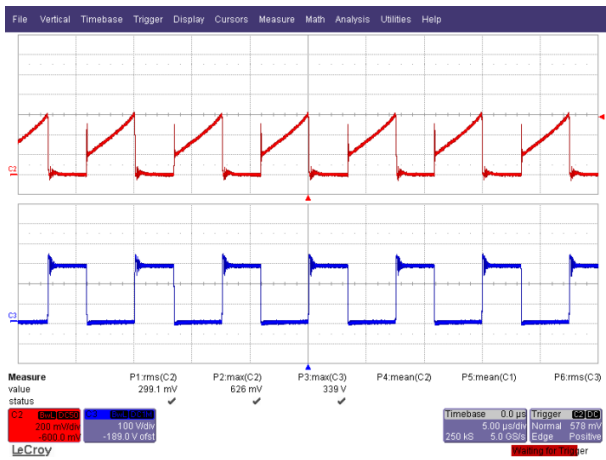


图40 – 90 VAC, 60 Hz
 上: I_{DRAIN} , 0.2 A/格
 下: V_{DRAIN} , 100 V/格, 5 μs/格

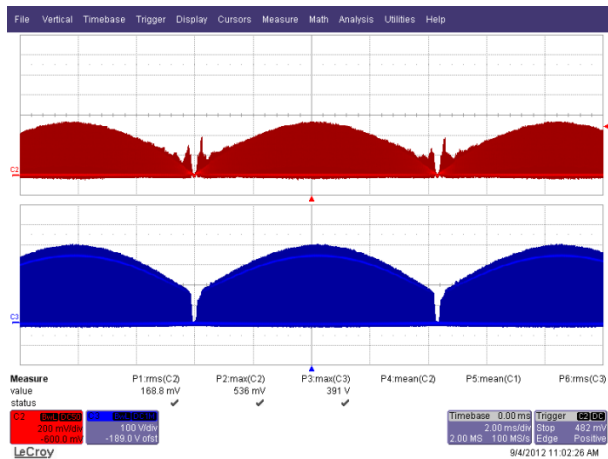


图41 – 132 VAC, 60 Hz
 上: I_{DRAIN} , 0.2 A/格
 下: V_{DRAIN} , 100 V, 2 ms/格

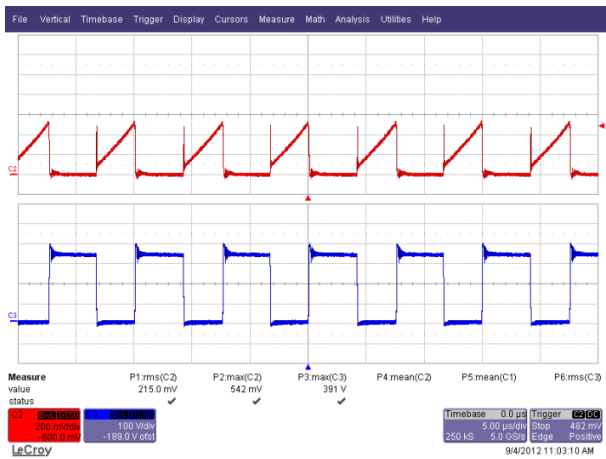


图42 – 132 VAC, 60 Hz
 上: I_{DRAIN} , 0.2 A/格
 下: V_{DRAIN} , 100 V/格, 5 μs/格

12.5 启动时的漏极电压和电流

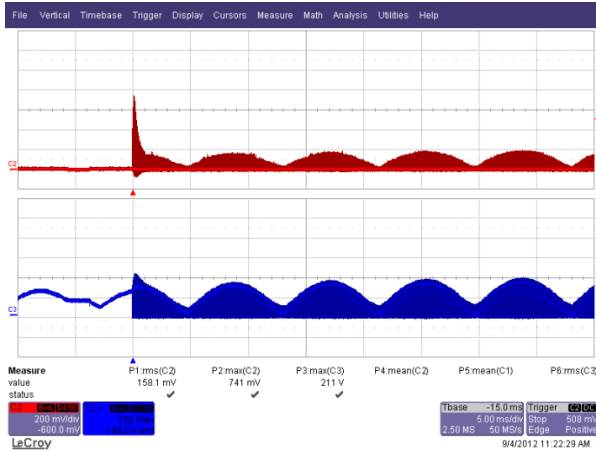


图43 – 90 VAC, 60 Hz, 启动
上: I_{DRAIN} , 200 mA/格
下: V_{DRAIN} , 100 V, 5 ms/格

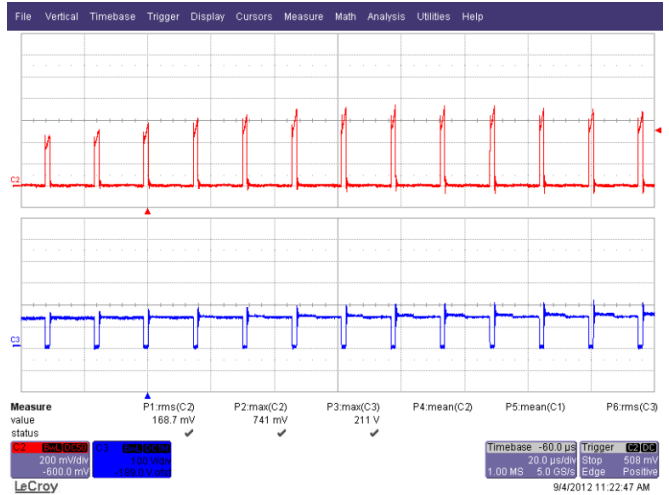


图44 – 90 VAC, 60 Hz, 启动
上: I_{DRAIN} , 200 mA/格
下: V_{DRAIN} , 100 V, 20 μ s/格

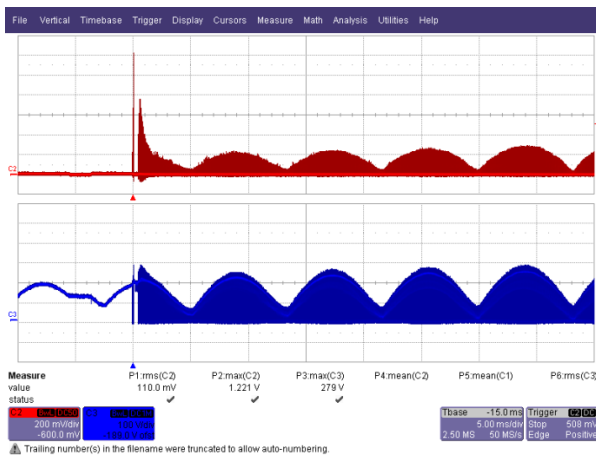


图45 – 132 VAC, 60 Hz, 启动
上: I_{DRAIN} , 200 mA/格
下: V_{DRAIN} , 100 V, 5 ms/格

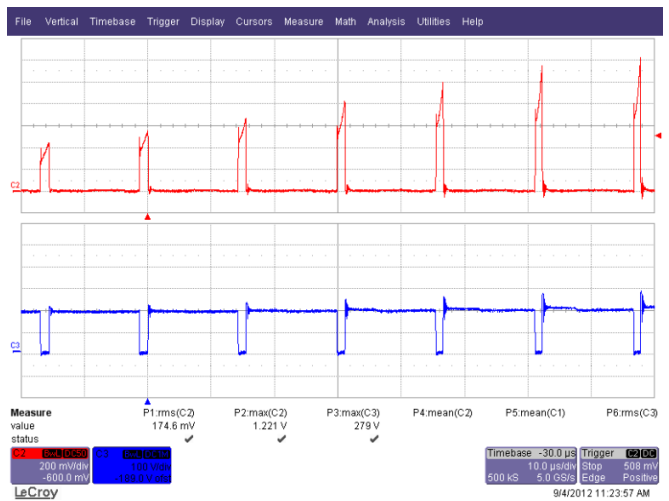


图46 – 132 VAC, 60 Hz, 启动
上: I_{DRAIN} , 200 mA/格
下: V_{DRAIN} , 100 V, 10 μ s/格



12.6 输出短路条件下的漏极电压和电流

在输出短路条件下， I_{FB} 电流降到 $I_{FB(AR)}$ 阈值以下，然后进入自动重启模式。在此条件下，为了降低功率与元件的功耗，自动重启电路将通常以 DC_{AR} 的自动重启占空比对电源进行接通和关断操作，直到故障排除为止。

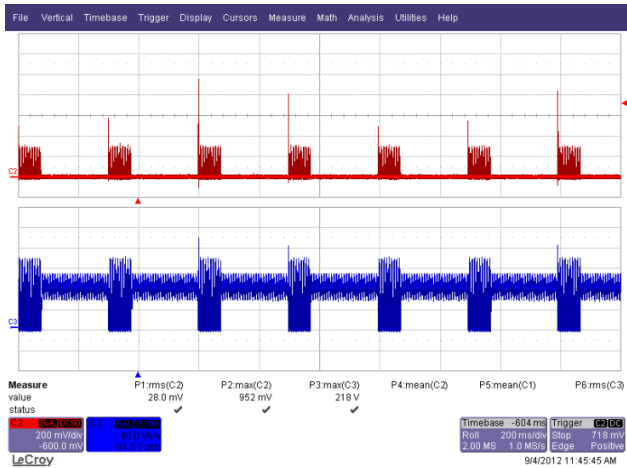


图47 – 90 VAC, 60 Hz输出短路条件
上: I_{DRAIN} , 200 mA/格
下: V_{DRAIN} , 50 V, 200 ms/格

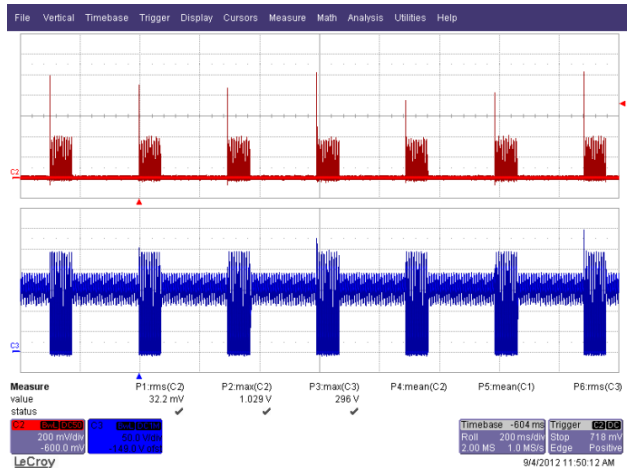


图48 – 132 VAC, 60 Hz输出短路条件
上: I_{DRAIN} , 200 mA/格
下: V_{DRAIN} , 50 V, 200 ms/格

12.7 正常工作时的输出二极管电压和电流

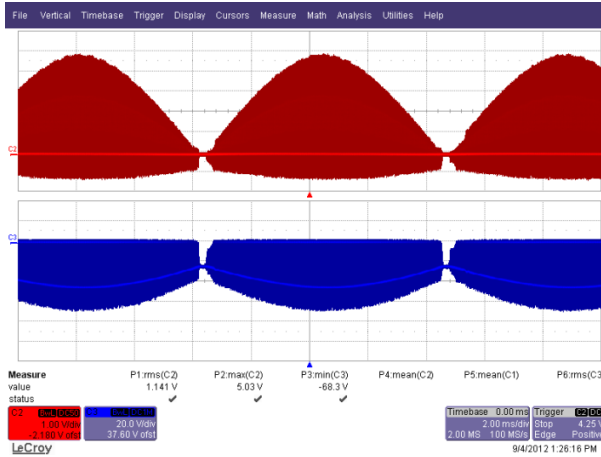


图49 – 90 VAC, 60 Hz
 上: I_{D6} , 1 A/格
 下: V_{D6} , 20 V, 2 ms/格

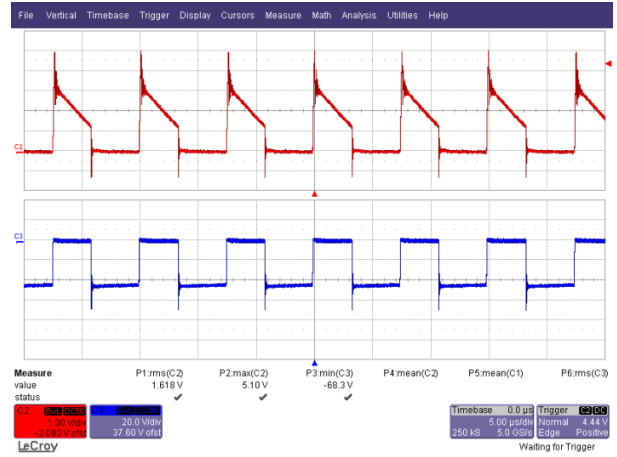


图50 – 90 VAC, 60 Hz
 上: I_{D6} , 1 A/格
 下: V_{D6} , 20 V/格, 5 μs/格

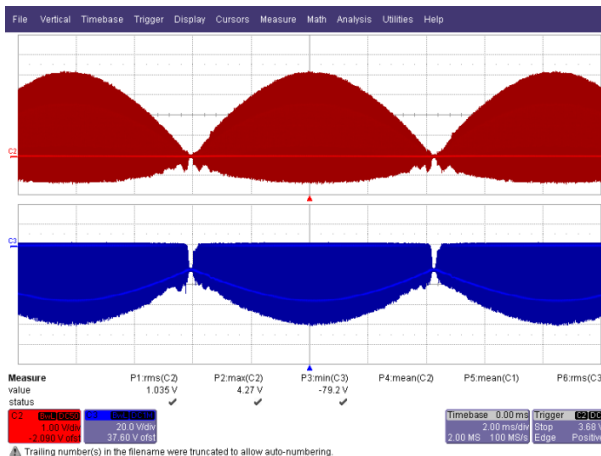


图51 – 132 VAC, 60 Hz
 上: I_{D6} , 1 A/格
 下: V_{D6} , 20 V, 2 ms/格

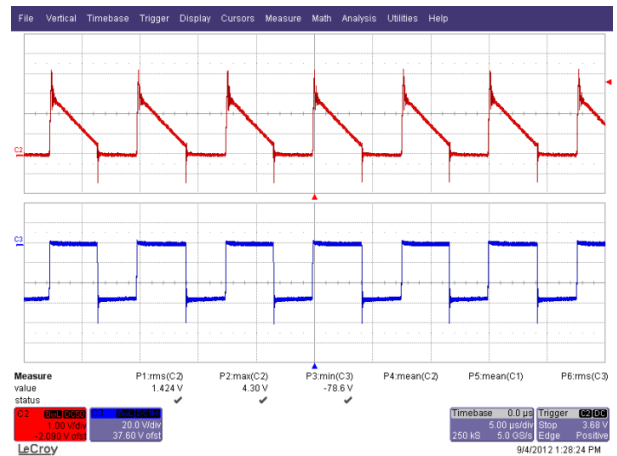


图52 – 132 VAC, 60 Hz
 上: I_{D6} , 1 A/格
 下: V_{D6} , 20 V/格, 5 μs/格



12.8 启动和输出短路时的输出二极管电压和电流

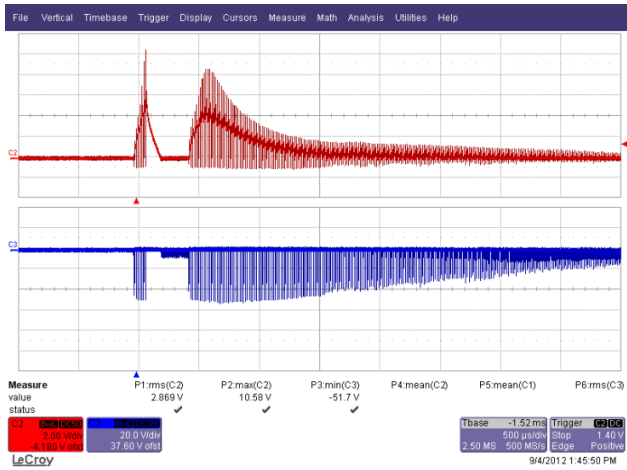


图53 – 132 VAC, 60 Hz, 启动条件
上: I_{D6} , 2 A/格
下: V_{D6} , 20 V, 0.5 ms/格

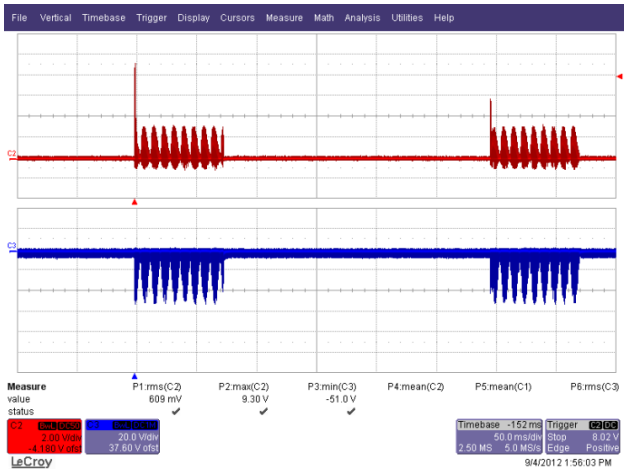


图54 – 132 VAC, 60 Hz输出短路条件
上: I_{D6} , 2 A/格
下: V_{D6} , 20 V, 50 ms/格

12.9 开路负载时的输出电压

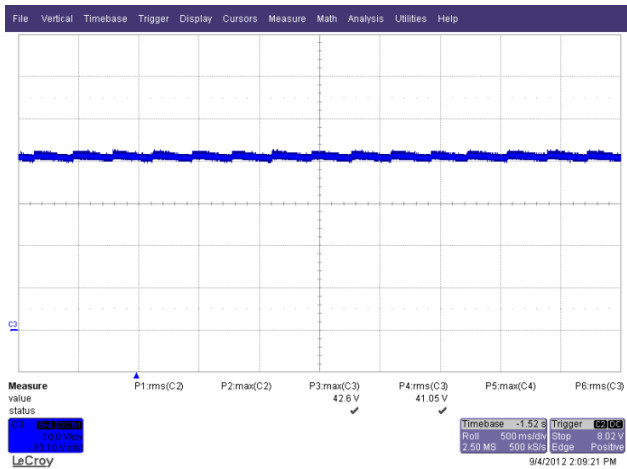


图55 – 90 VAC, 60 Hz开路负载条件
 V_{OUT} , 10 V/格

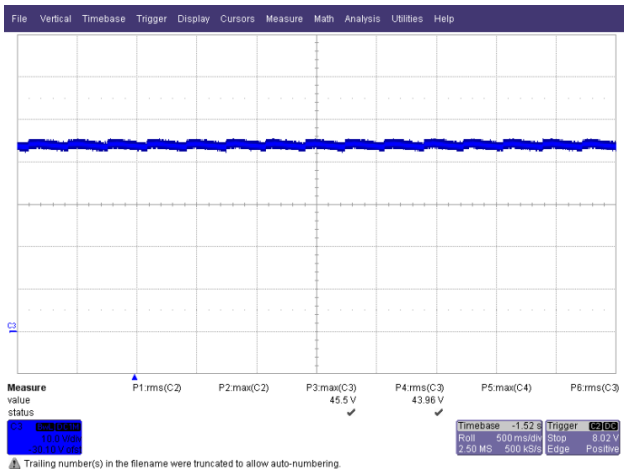


图56 – 132 VAC, 60 Hz开路负载条件
 V_{OUT} , 10 V/格



13 调光波形

13.1 输入电压和输入电流波形

输入: 120 VAC, 60 Hz市电线路
 输出: 22.5 V LED负载
 调光器: LUTRON S-600P-WH

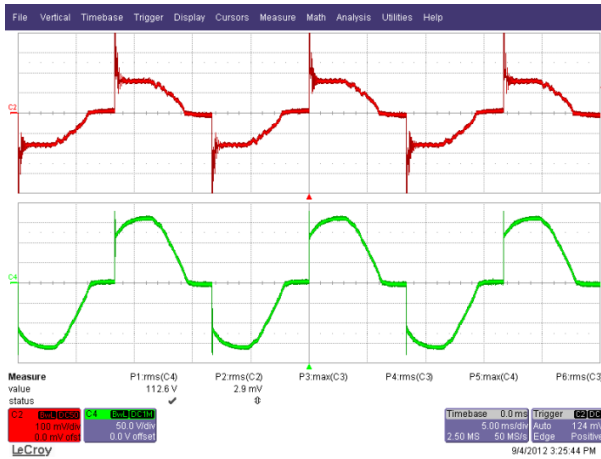


图57 - 132°导通角

上: I_{IN} , 100 mA/格
 下: V_{IN} , 50 V, 5 ms/格

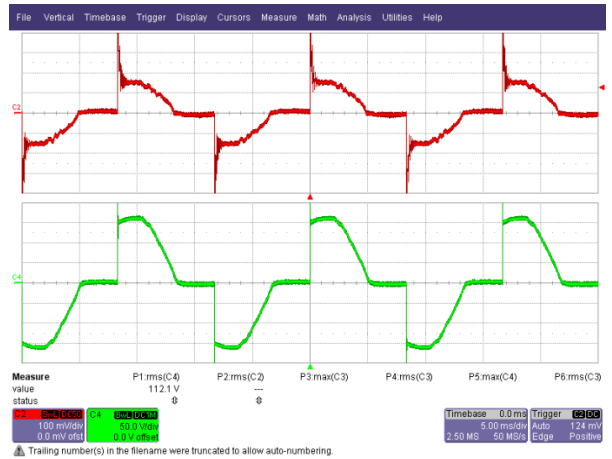


图58 - 108°导通角

上: I_{IN} , 100 mA/格
 下: V_{IN} , 50 V, 5 ms/格

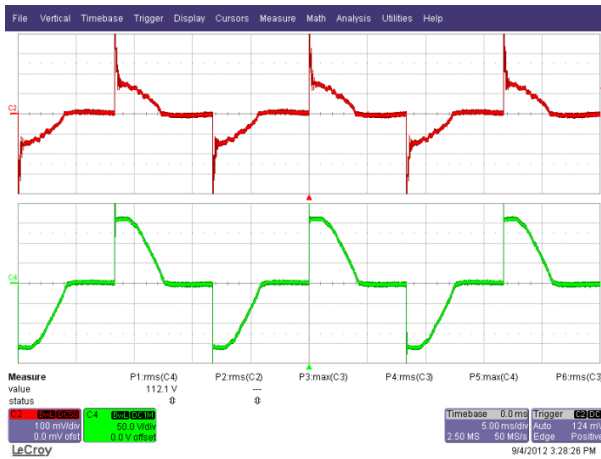


图59 - 86°导通角

上: I_{IN} , 100 mA/格
 下: V_{IN} , 50 V, 5 ms/格

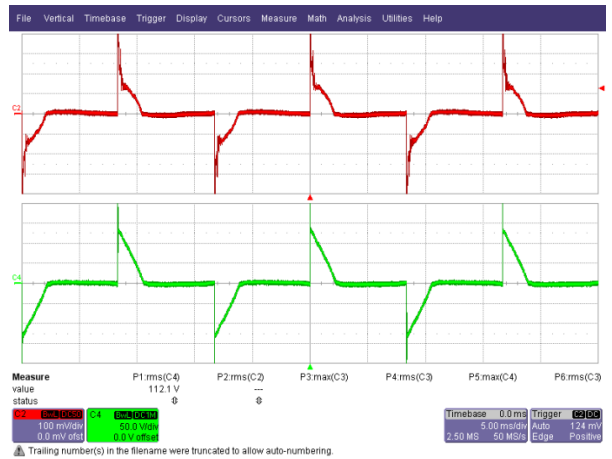


图60 - 45°导通角

上: I_{IN} , 100 mA/格
 下: V_{IN} , 50 V, 5 ms/格



13.2 输出电流波形

输入: 120 VAC, 60 Hz市电线路

输出: 22.5 V LED负载

调光器: LUTRON S-600P-WH

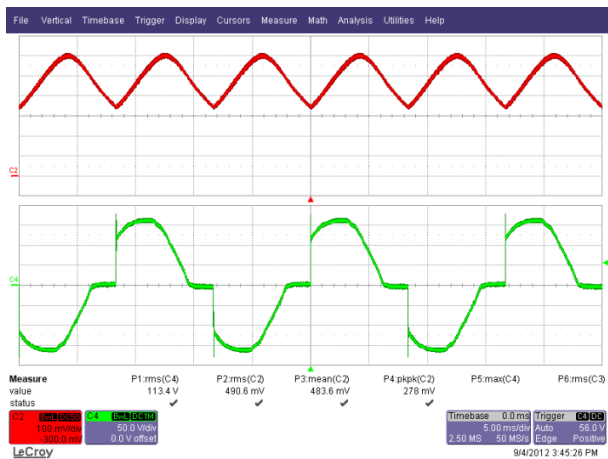


图61 - 132°导通角
上: I_{OUT} , 100 mA/格
下: V_{IN} , 50 V, 5 ms/格

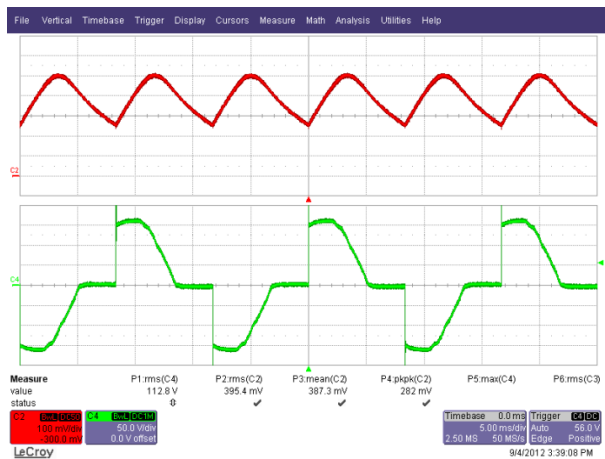


图62 - 108°导通角
上: I_{OUT} , 100 mA/格
下: V_{IN} , 100 V, 5 ms/格

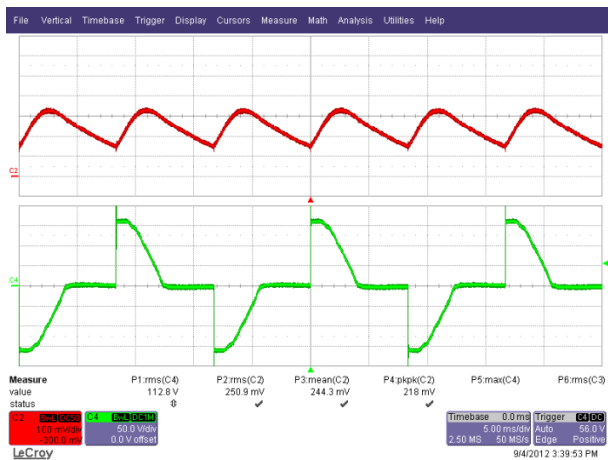


图63 - 86°导通角
上: I_{OUT} , 100 mA/格
下: V_{IN} , 50 V, 5 ms/格

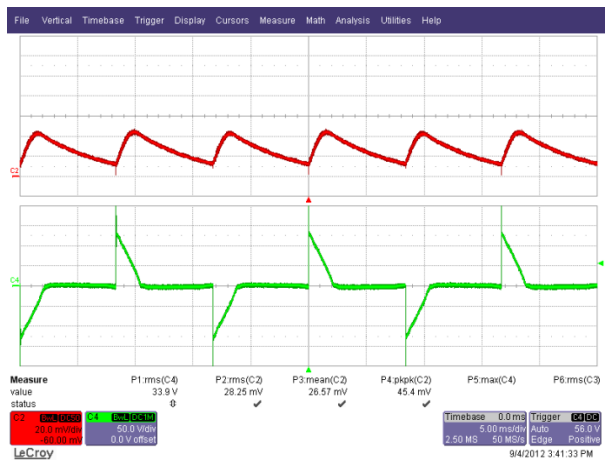


图64 - 45°导通角
上: I_{OUT} , 20 mA/格
下: V_{IN} , 50 V, 5 ms/格



13.3 启动时的输入电压和输出电流波形

输入: 120 VAC, 60 Hz市电线路

输出: 22.5 V LED负载

调光器: LUTRON S-600P-WH

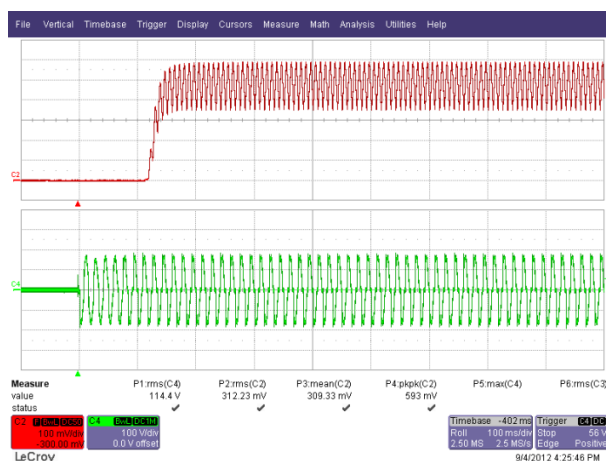


图65 – 120 VAC, 60 Hz, 132°导通角启动

上: I_{OUT} , 100 mA/格

下: V_{IN} , 100 V, 100 ms/格

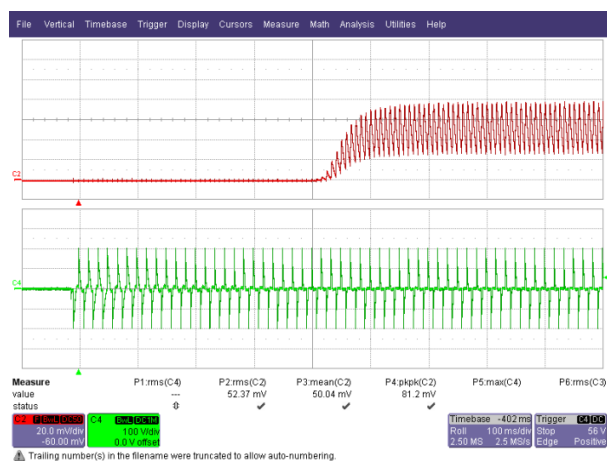


图66 – 120 VAC, 60 Hz 10% I_{OUT} 启动

上: I_{OUT} , 20 mA/格

下: V_{IN} , 100 V, 100 ms/格



Power Integrations, Inc.

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

www.powerint.com

14 传导EMI

14.1 测试设置

本测试使用120 VAC输入电压、60 Hz工频的LED负载(21 V V_{out})在室温下进行，并且被测电源放置在接地的锥形反射罩内。



图67 – EMI测试设置



14.2 测试结果



EDIT PEAK LIST (Final Measurement Results)

Trace1: EN55015Q
Trace2: EN55015A
Trace3: ---

| TRACE | FREQUENCY | LEVEL dBµV | DELTA LIMIT dB |
|--------------|-------------------|--------------|----------------|
| 2 Average | 129.530094744 kHz | 44.77 N gnd | |
| 2 Average | 132.133649648 kHz | 42.78 N gnd | |
| 2 Average | 198.193645035 kHz | 36.40 L1 gnd | -17.27 |
| 1 Quasi Peak | 261.871472881 kHz | 46.17 L1 gnd | -15.19 |
| 2 Average | 264.49018761 kHz | 41.30 L1 gnd | -9.98 |
| 2 Average | 393.789848222 kHz | 39.17 N gnd | -8.80 |
| 1 Quasi Peak | 397.727746704 kHz | 44.74 N gnd | -13.15 |
| 1 Quasi Peak | 654.11570866 kHz | 42.94 N gnd | -13.06 |
| 2 Average | 654.11570866 kHz | 35.60 N gnd | -10.39 |
| 1 Quasi Peak | 917.447639259 kHz | 40.02 L1 gnd | -15.97 |
| 2 Average | 917.447639259 kHz | 33.82 L1 gnd | -12.17 |
| 1 Quasi Peak | 1.04414099339 MHz | 39.67 L1 gnd | -16.33 |
| 1 Quasi Peak | 1.17656420634 MHz | 41.21 L1 gnd | -14.78 |
| 2 Average | 1.17656420634 MHz | 32.71 L1 gnd | -13.28 |
| 1 Quasi Peak | 1.43563192593 MHz | 40.67 L1 gnd | -15.32 |
| 1 Quasi Peak | 4.04078721227 MHz | 40.45 L1 gnd | -15.54 |
| 2 Average | 9.60341065306 MHz | 30.94 L1 gnd | -19.05 |
| 1 Quasi Peak | 9.89440359926 MHz | 40.43 L1 gnd | -19.56 |
| 1 Quasi Peak | 18.7049927256 MHz | 44.12 L1 gnd | -15.87 |
| 2 Average | 18.7049927256 MHz | 38.65 N gnd | -11.34 |

图68 – 传导EMI, 21 V LED负载, 120 VAC, 60 Hz, EN55015 B限值



15 输入浪涌

被测电源应能在120 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 | 120 | L1, L2 | 0 | 100 kHz振铃波(500 A) | 通过 |
| -2500 | 120 | L1, L2 | 0 | 100 kHz振铃波(500 A) | 通过 |
| +2500 | 120 | L1, L2 | 90 | 100 kHz振铃波(500 A) | 通过 |
| -2500 | 120 | 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 | 120 | L1, L2 | 0 | 浪涌(2 Ω) | 通过 |
| -500 | 120 | L1, L2 | 0 | 浪涌(2 Ω) | 通过 |
| +500 | 120 | L1, L2 | 90 | 浪涌(2 Ω) | 通过 |
| -500 | 120 | L1, L2 | 90 | 浪涌(2 Ω) | 通过 |

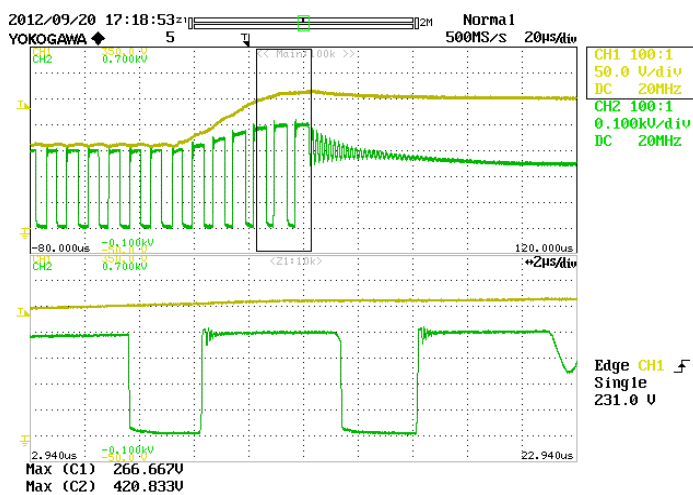


图69 – 在90°注入相位下为500 V差模输入浪涌
CH1: 输入整流电压; CH3: VDS_{U1}



被测电源还在去除RV1并用一个额定电压400 V的2.2 μ F电解电容替换C6的情况下进行了测试。当施加500 V差模浪涌时，测得的U1漏极电压为458 V。

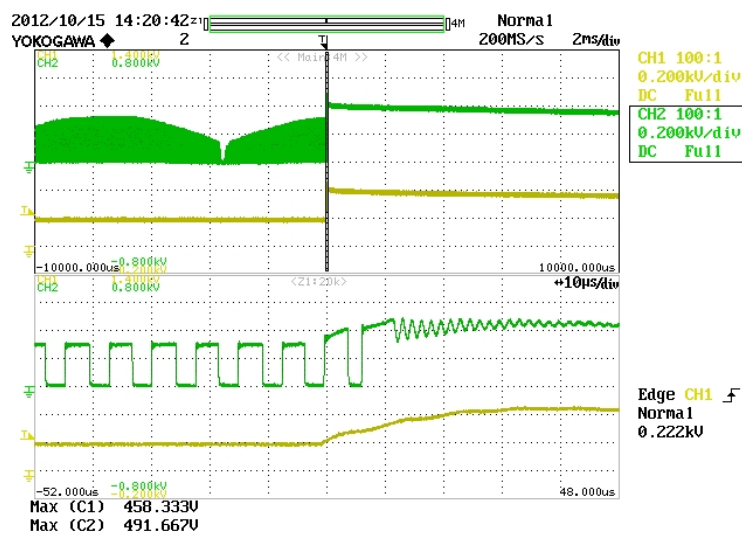


图70 – 在90°注入相位下为500 V差模输入浪涌（RV1去除）
CH1: C6（峰值检测电容）上的电压；CH2: VDS_{U1}



16 无源假负载选项

可以通过去除有源假负载来提高效率。需要在有限的可控硅调光器调光率与更高的最小导通角之间进行平衡。

16.1 电路原理图

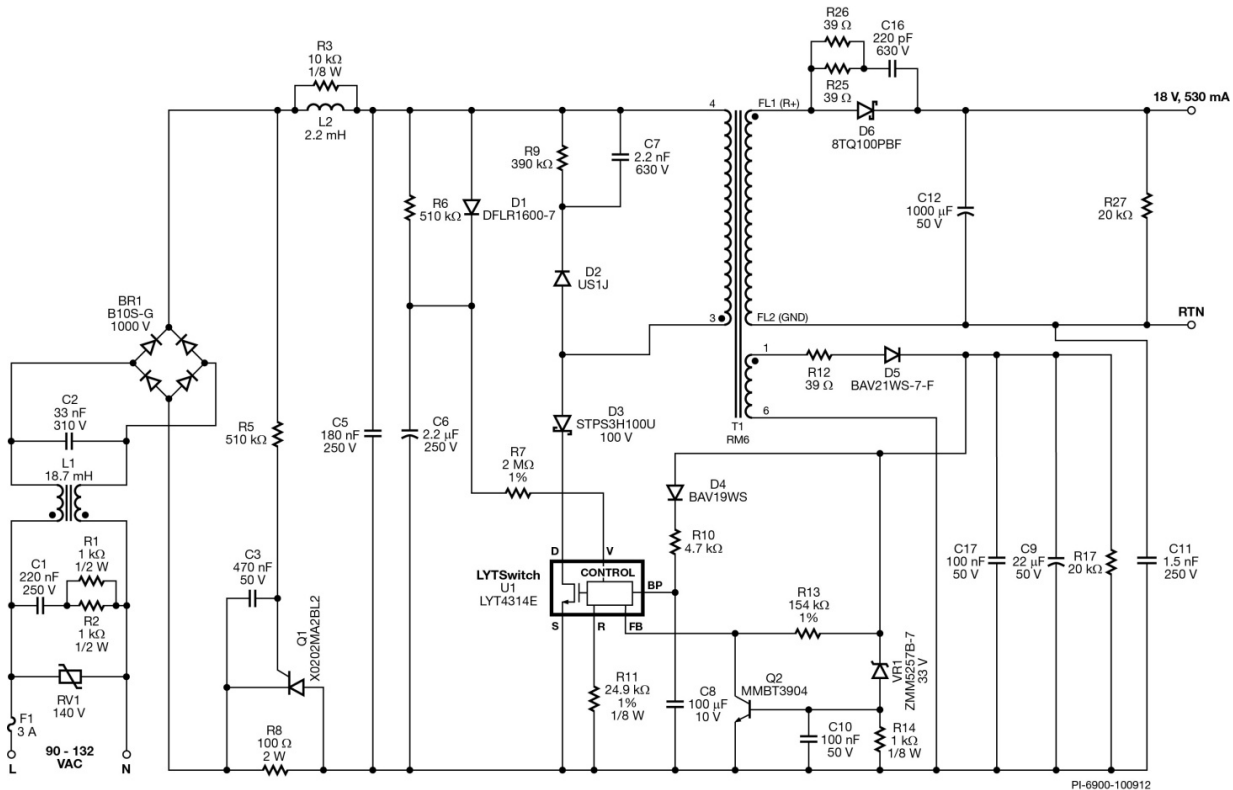


图71 - 无源假负载的电路原理图



16.2 无源负载配置的物料清单(BOM)

| 项 | 数量 | 参考序号 | 说明 | 生产商型号 | 生产商 |
|----|----|-------------------|---|--------------------|--------------------|
| 1 | 1 | BR1 | 1000 V, 0.8 A, 桥式整流管, SMD, MBS-1, 4-SOIC | B10S-G | Comchip |
| 2 | 1 | C1 | 220 nF, 250 V, 薄膜 | ECQ-E2224KF | Panasonic |
| 3 | 1 | C2 | 33 nF, 310 VAC, 聚酯薄膜, X2 | BFC233920333 | Vishay |
| 4 | 1 | C3 | 470 nF, 50 V, 陶瓷, Y5G, 0603 | C1608Y5V1H474Z | TDK |
| 5 | 1 | C5 | 180 nF, 250 V, 薄膜 | ECQ-E2184KB | Panasonic |
| 6 | 1 | C6 | 2.2 μ F, 250 V, 电解, (6.3 x 11) | 225CKH250M | Illinois Capacitor |
| 7 | 1 | C7 | 2.2 nF, 630 V, 陶瓷, X7R, 1206 | ECJ-3FBJ222K | Panasonic |
| 8 | 1 | C8 | 100 μ F, 10 V, X5R, 1206 | C3216X5R1A107M | TDK |
| 9 | 1 | C9 | 22 μ F, 50 V, 电解, 低ESR, 900 m, (5 x 11.5) | ELXZ500ELL220MEB5D | Nippon Chemi-Con |
| 10 | 1 | C10 | 100 nF, 50 V, 陶瓷, X7R, 0805 | CC0805KRX7R9BB104 | Yageo |
| 11 | 1 | C11 | 1.5 nF, 陶瓷, Y1 | 440LD15-R | Vishay |
| 12 | 1 | C12 | 1000 μ F, 50 V, 电解, 通用, (12.5 x 25) | EKMG500ELL102MK25S | Nippon Chemi-Con |
| 13 | 1 | C16 | 220 pF, 630 V, 陶瓷, NPO, 1206 | C3216C0G2J221J | TDK |
| 14 | 1 | C17 | 100 nF, 50 V, 陶瓷, X7R, 1206 | GRM319R71H104KA01D | Murata |
| 15 | 1 | D1 | 600 V, 1 A, 整流管, 玻璃钝化, POWERDI123 | DFLR1600-7 | Diodes, Inc. |
| 16 | 1 | D2 | 超快速二极管, SW 600 V, 1 A, SMA | US1J-13-F | Diodes, Inc. |
| 17 | 1 | D3 | 100 V, 3 A, 肖特基, DO-214AA | STPS3H100U | ST Micro |
| 18 | 1 | D4 | 100 V, 0.2 A, 快速开关, 50 ns, SOD-323 | BAV19WS-7-F | Diodes, Inc. |
| 19 | 1 | D5 | 250 V, 0.2 A, 快速开关, 50 ns, SOD-323 | BAV21WS-7-F | Diodes, Inc. |
| 20 | 1 | D6 | 100 V, 8 A, 肖特基, TO-220AC | 8TQ100PBF | Vishay |
| 21 | 1 | F1 | 3 A, 125V, 快速熔断微型轴向引线式保险丝 | MQ3 | BelFuse |
| 22 | 1 | L1 | 18.7 mH, 0.22 A, 共模扼流圈 | RL-4400-1-18.7 | Renco |
| 23 | 1 | L2 | 2.2 mH, 0.19 A, 铁氧体磁芯 | CTCH895F-222K | CT Parts |
| 24 | 1 | Q1 | SCR, 600 V, 1.25 A, TO-92 | X0202MA 2BL2 | ST Micro |
| 25 | 1 | Q2 | NPN, 小信号BJT, 40 V, 0.2 A, SOT-23 | MMBT3904LT1G | On Semi |
| 26 | 2 | R1 R2 | 1 k Ω , 5%, 1/2 W, 厚膜, 1210 | ERJ-14YJ102U | Panasonic |
| 27 | 1 | R3 | 10 k Ω , 5%, 1/8 W, 厚膜, 0805 | ERJ-6GEYJ103V | Panasonic |
| 28 | 2 | R5 R6 | 510 k Ω , 5%, 1/4 W, 厚膜, 1206 | ERJ-8GEYJ514V | Panasonic |
| 29 | 1 | R7 | 2.00 M Ω , 1%, 1/4 W, 金属膜 | RNF14FTD2M00 | Stackple |
| 30 | 1 | R8 | 100 Ω , 5%, 2 W, 金属氧化物 | RSMF2JT100R | Stackpole |
| 31 | 1 | R9 | 390 k Ω , 5%, 1/4 W, 厚膜, 1206 | ERJ-8GEYJ394V | Panasonic |
| 32 | 1 | R10 | 4.7 k Ω , 5%, 1/4 W, 厚膜, 1206 | ERJ-8GEYJ472V | Panasonic |
| 33 | 1 | R11 | 24.9 k Ω , 1%, 1/8 W, 厚膜, 0805 | ERJ-6ENF2492V | Panasonic |
| 34 | 3 | R12 R25 R26 | 39 Ω , 5%, 1/4 W, 厚膜, 1206 | ERJ-8GEYJ390V | Panasonic |
| 35 | 1 | R13 | 154 k Ω , 1%, 1/4 W, 厚膜, 1206 | ERJ-8ENF1543V | Panasonic |
| 36 | 1 | R14 | 1 k Ω , 5%, 1/8 W, 厚膜, 0805 | ERJ-6GEYJ102V | Panasonic |
| 37 | 2 | R17 R27 | 20 k Ω , 5%, 1/4 W, 厚膜, 1206 | ERJ-8GEYJ203V | Panasonic |
| 38 | 1 | RV1 | 140 V, 12 J, 7 mm, 径向 | V140LA2P | Littlefuse |
| 39 | 1 | T1 | 骨架, RM6, 垂直, 6引脚 | B65808-N1006-D1 | Epcos |
| 40 | 1 | U1 | LYTSwitch, eSIP-7C | LYT4314E | Power Integrations |
| 41 | 1 | VR1 | 33 V, 5%, 500 mW, DO-213AA (MiniMELF) | ZMM5257BDICT-ND | Diodes, Inc. |



16.3 无源假负载配置的效率

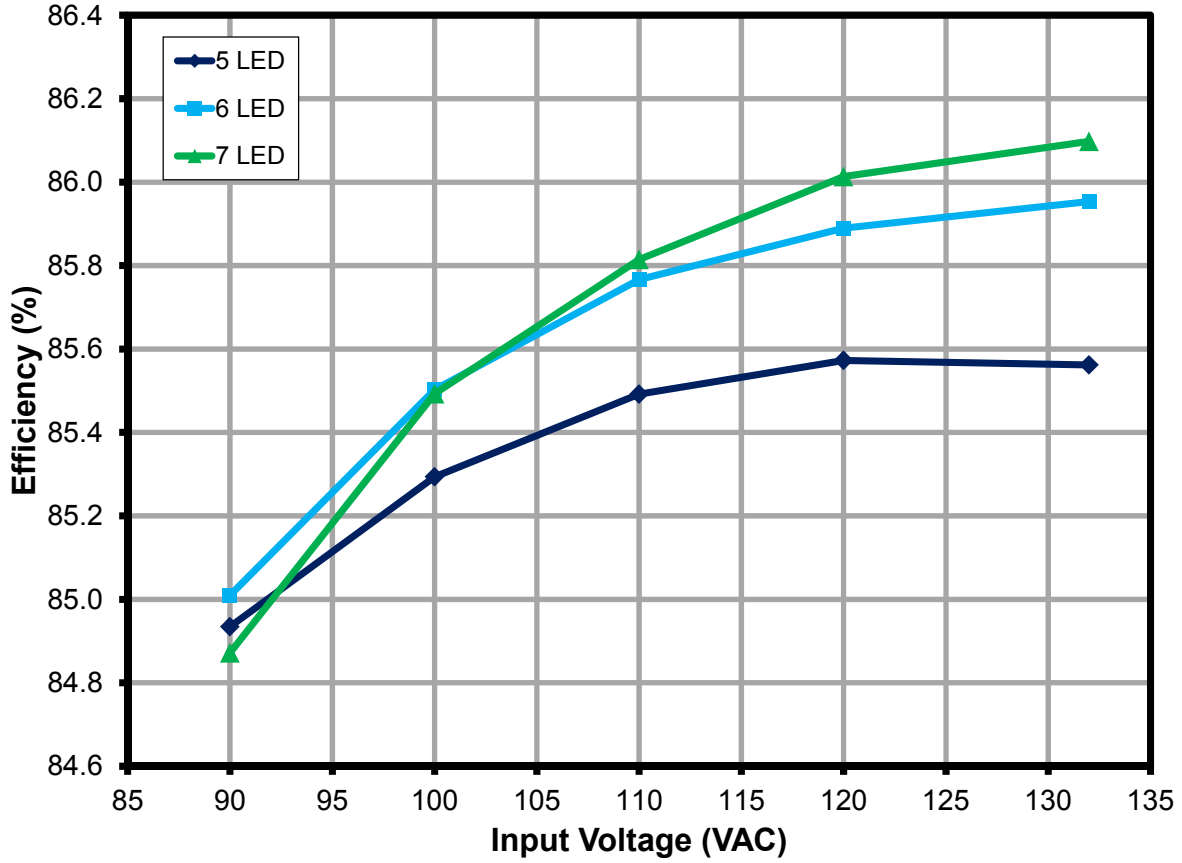


图72 - 效率随输入电压和负载的变化



16.4 无源假负载配置的输入电压调整率和负载调整率

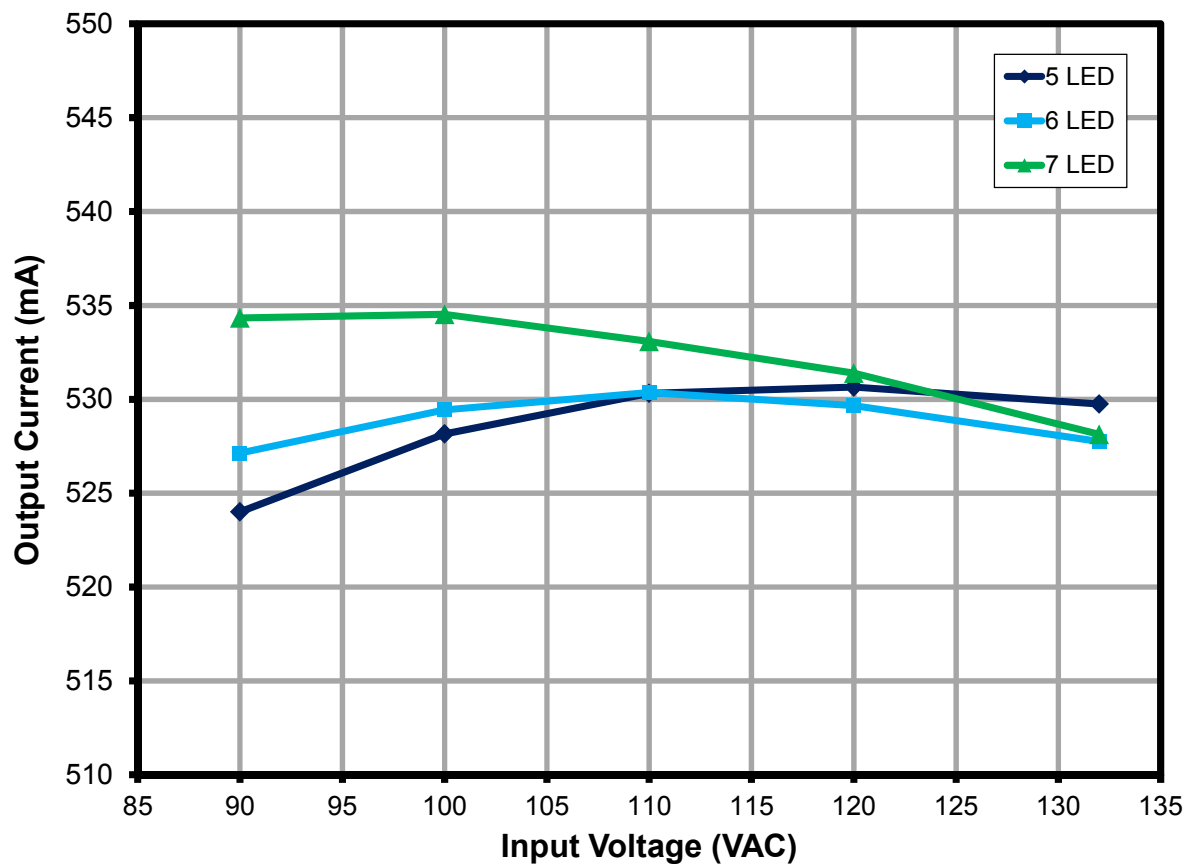


图73 - 调整率随输入电压和负载的变化



16.5 无有源假负载配置的功率因数

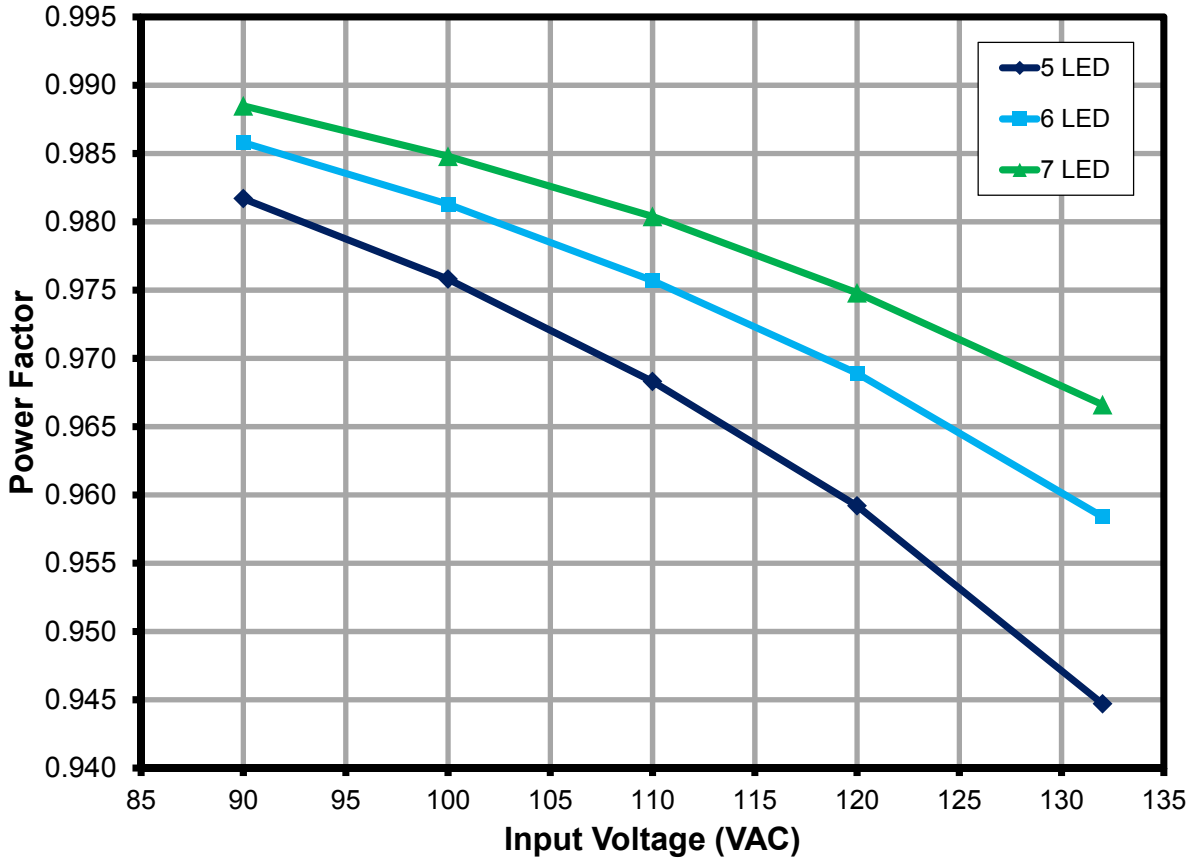


图74 - 功率因数随输入电压和负载的变化



16.6 无源假负载配置的A-THD

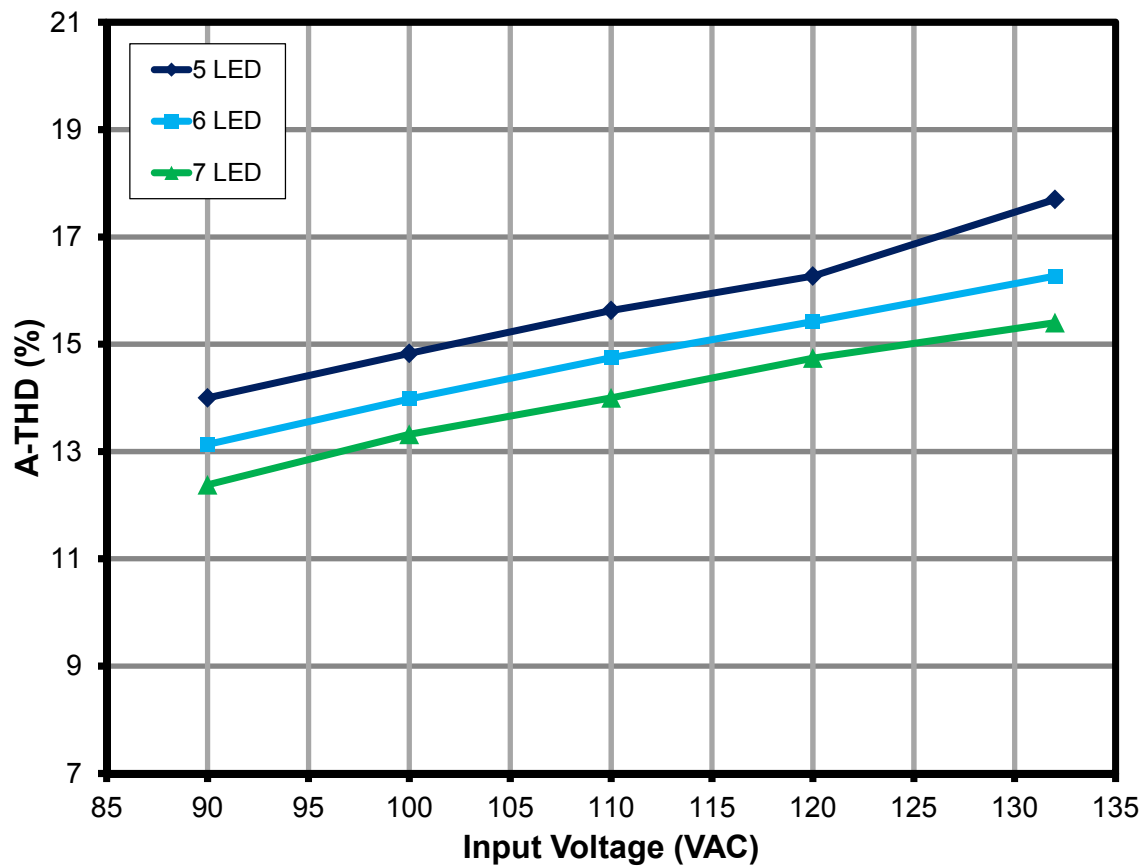


图75 – A-THD随输入电压和负载的变化



16.7 无源假负载配置的谐波电流

本设计满足有效输入功率<25 W的Class C设备的限值要求。在本例中，IEC61000-3-2规定谐波电流不得超过Class D设备的限值要求¹。因此，下面图表中所示的限值为Class D限值，只有不超过这些限值才能满足Class C标准。

16.7.1 15 V LED负载

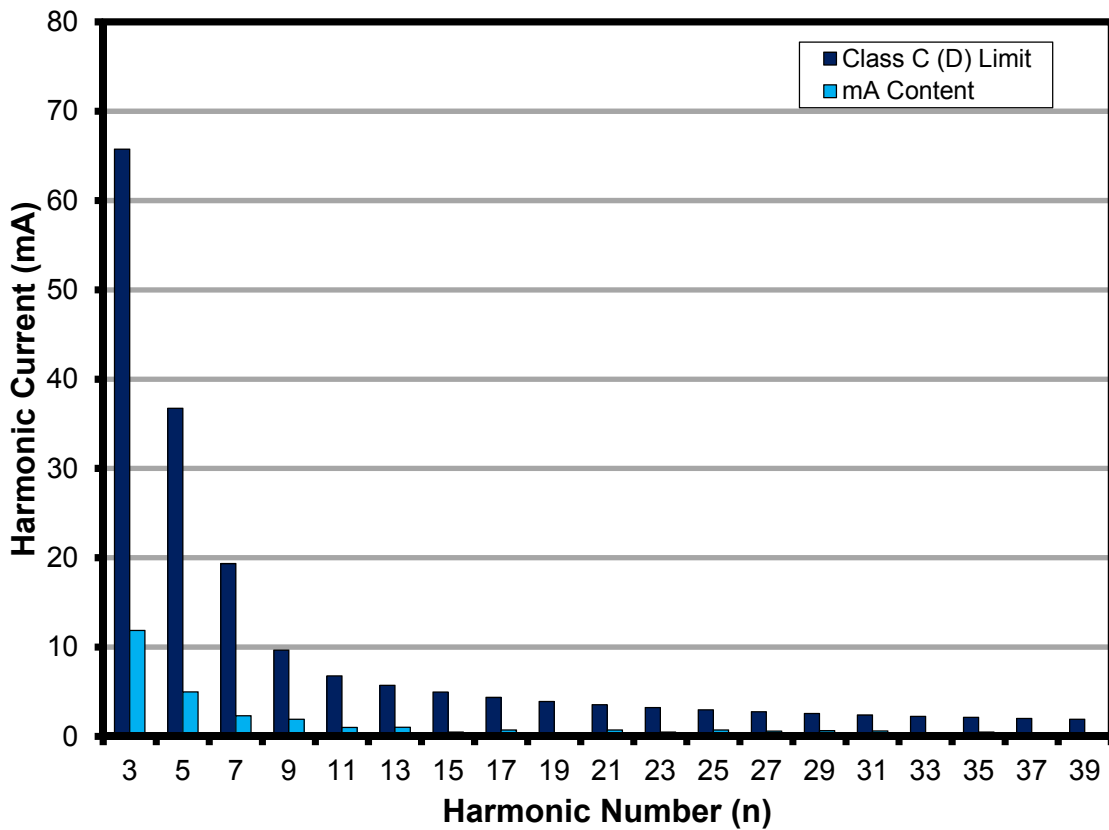


图76 – 15 V LED负载在120 VAC、60 Hz下的输入电流谐波(IEC61000-3-2)

¹ IEC6000-3-2 第 7.3 节，表 2，第 2 列。

16.7.2 18 V LED负载

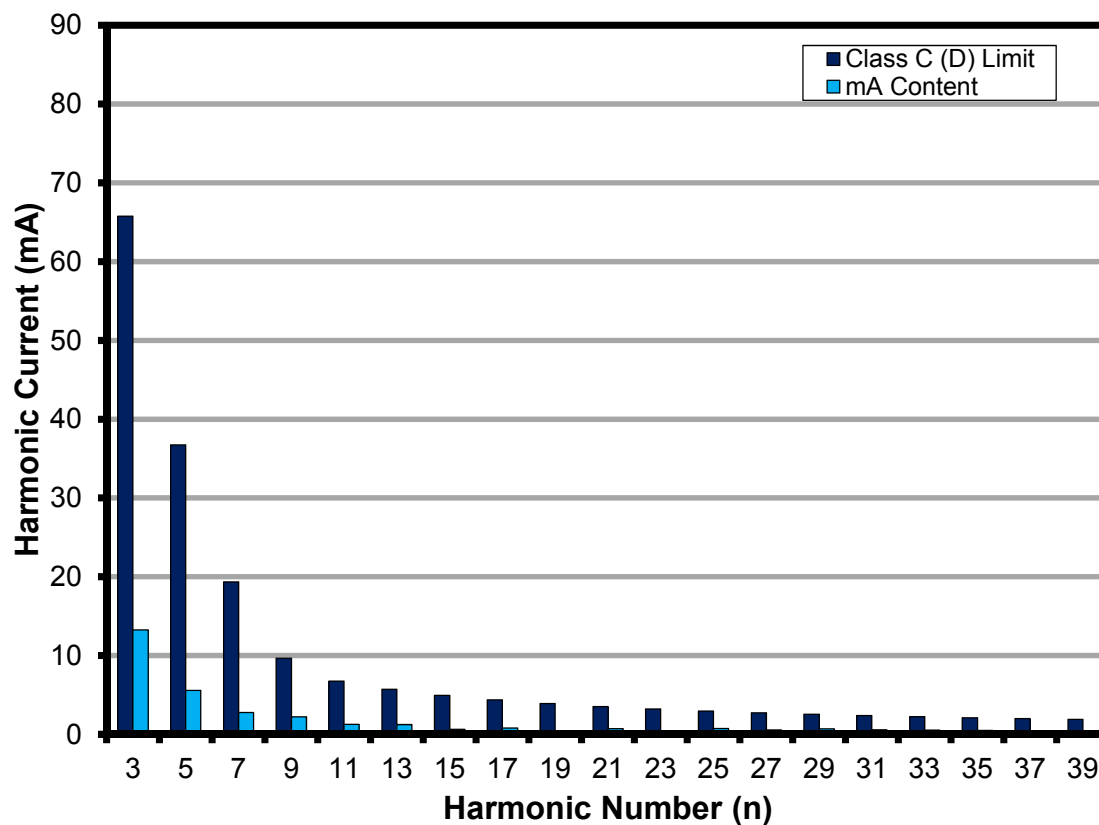


图77 - 18 V LED负载在120 VAC、60 Hz下的输入电流谐波(IEC61000-3-2)



16.7.3 21 V LED负载

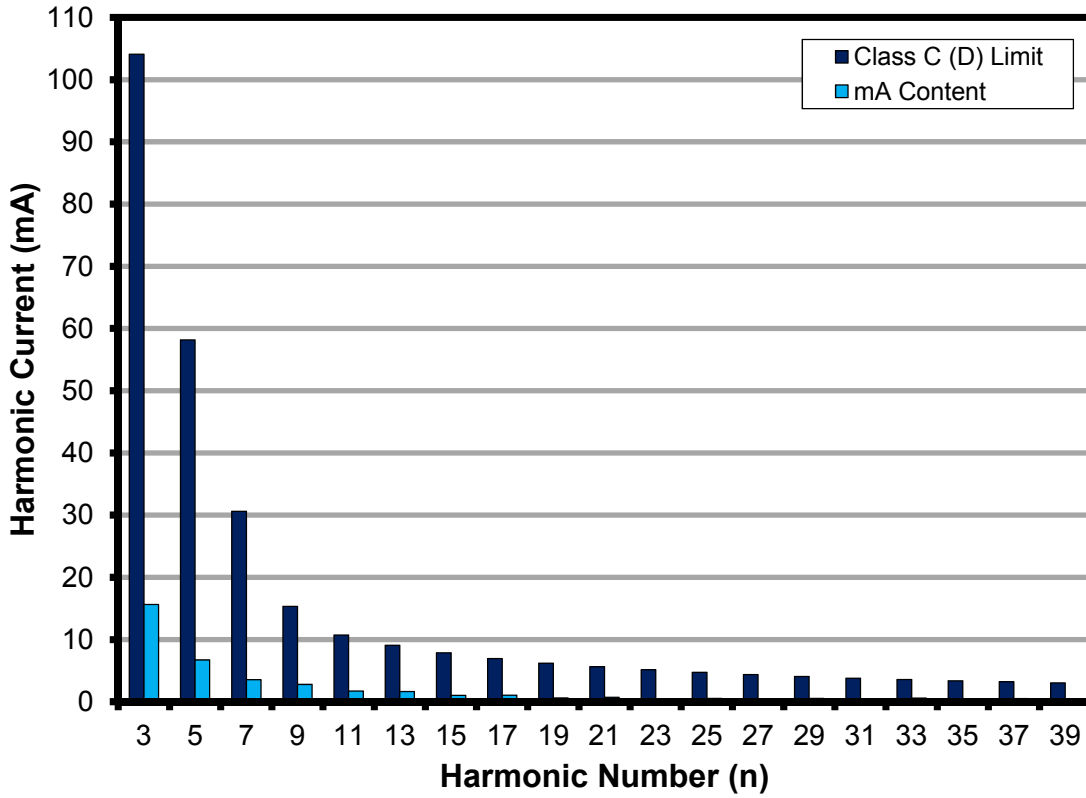


图78 – 21 V LED负载在120 VAC、60 Hz下的输入电流谐波(IEC61000-3-2)



16.8 无源假负载配置的测试数据

所有测量均在25 °C环境温度和60 Hz工频下进行，测量对象为敞开式电路板。

16.8.1 测试数据，15 V LED负载

| 输入测量 | | | | | 负载测量 | | | 计算 | | |
|--|---|------------------------|-------|-------|--|---|-------------------------|-------------------------|-----------|-----------|
| 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) |
| 90.01 | 108.92 | 9.624 | 0.982 | 14.00 | 15.50 | 524.00 | 8.17 | 8.12 | 84.93 | 1.45 |
| 99.97 | 99.04 | 9.661 | 0.976 | 14.83 | 15.50 | 528.16 | 8.24 | 8.19 | 85.29 | 1.42 |
| 110.02 | 90.82 | 9.676 | 0.968 | 15.63 | 15.50 | 530.32 | 8.27 | 8.22 | 85.49 | 1.40 |
| 119.99 | 84.00 | 9.669 | 0.959 | 16.27 | 15.49 | 530.65 | 8.27 | 8.22 | 85.57 | 1.40 |
| 132.01 | 77.36 | 9.648 | 0.945 | 17.7 | 15.49 | 529.75 | 8.26 | 8.20 | 85.56 | 1.39 |

16.8.2 测试数据，18 V LED负载

| 输入测量 | | | | | 负载测量 | | | 计算 | | |
|--|---|------------------------|-------|-------|--|---|-------------------------|-------------------------|-----------|-----------|
| 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) |
| 90.00 | 130.67 | 11.594 | 0.986 | 13.13 | 18.60 | 527.14 | 9.86 | 9.81 | 85.01 | 1.74 |
| 99.97 | 118.18 | 11.593 | 0.981 | 13.98 | 18.63 | 529.44 | 9.91 | 9.86 | 85.50 | 1.68 |
| 110.03 | 107.77 | 11.570 | 0.976 | 14.75 | 18.62 | 530.36 | 9.92 | 9.87 | 85.77 | 1.65 |
| 119.99 | 99.19 | 11.532 | 0.969 | 15.42 | 18.61 | 529.66 | 9.90 | 9.86 | 85.89 | 1.63 |
| 132.02 | 90.72 | 11.479 | 0.958 | 16.27 | 18.61 | 527.76 | 9.87 | 9.82 | 85.95 | 1.61 |

16.8.3 测试数据，21 V LED负载

| 输入测量 | | | | | 负载测量 | | | 计算 | | |
|--|---|------------------------|-------|-------|--|---|-------------------------|-------------------------|-----------|-----------|
| 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) |
| 90.00 | 152.60 | 13.577 | 0.989 | 12.38 | 21.47 | 534.33 | 11.52 | 11.47 | 84.87 | 2.05 |
| 99.97 | 136.89 | 13.476 | 0.985 | 13.32 | 21.46 | 534.52 | 11.52 | 11.47 | 85.49 | 1.96 |
| 110.03 | 124.04 | 13.380 | 0.980 | 14 | 21.45 | 533.09 | 11.48 | 11.43 | 85.81 | 1.90 |
| 120.00 | 113.68 | 13.298 | 0.975 | 14.74 | 21.44 | 531.39 | 11.44 | 11.39 | 86.01 | 1.86 |
| 132.02 | 103.37 | 13.192 | 0.967 | 15.4 | 21.42 | 528.13 | 11.36 | 11.31 | 86.10 | 1.83 |



16.8.4 120 VAC 60 Hz, 15 V LED负载谐波数据

IEC61000-3-2的电流谐波限值

| V | 频率 | I (mA) | P | PF | %THD |
|-----|-------|--------|-------------|-------------|-------|
| 120 | 60.00 | 84.00 | 9.6690 | 0.9592 | 16.27 |
| | | | | | |
| n阶 | mA含量 | %含量 | 限值 <25 W | 限值 >25 W | 备注 |
| 1 | 82.79 | | | | |
| 2 | 0.02 | 0.02% | | 2.00% | |
| 3 | 11.88 | 14.35% | 65.7492 | 28.78% | 通过 |
| 5 | 4.99 | 6.03% | 36.7422 | 10.00% | 通过 |
| 7 | 2.34 | 2.83% | 19.3380 | 7.00% | 通过 |
| 9 | 1.92 | 2.32% | 9.6690 | 5.00% | 通过 |
| 11 | 1.01 | 1.22% | 6.7683 | 3.00% | 通过 |
| 13 | 1.03 | 1.24% | 5.7270 | 3.00% | 通过 |
| 15 | 0.51 | 0.62% | 4.9634 | 3.00% | 通过 |
| 17 | 0.71 | 0.86% | 4.3795 | 3.00% | 通过 |
| 19 | 0.39 | 0.47% | 3.9185 | 3.00% | 通过 |
| 21 | 0.72 | 0.87% | 3.5453 | 3.00% | 通过 |
| 23 | 0.49 | 0.59% | 3.2370 | 3.00% | 通过 |
| 25 | 0.73 | 0.88% | 2.9781 | 3.00% | 通过 |
| 27 | 0.60 | 0.72% | 2.7575 | 3.00% | 通过 |
| 29 | 0.64 | 0.77% | 2.5673 | 3.00% | 通过 |
| 31 | 0.61 | 0.74% | 2.4017 | 3.00% | 通过 |
| 33 | 0.44 | 0.53% | 2.2561 | 3.00% | 通过 |
| 35 | 0.49 | 0.59% | 2.1272 | 3.00% | 通过 |
| 37 | 0.24 | 0.29% | 2.0122 | 3.00% | 通过 |
| 39 | 0.28 | 0.34% | 1.9090 | 3.00% | 通过 |
| 41 | 0.09 | 0.11% | | | |
| 43 | 0.13 | 0.16% | | | |
| 45 | 0.20 | 0.24% | | | |
| 47 | 0.27 | 0.33% | | | |
| 49 | 0.28 | 0.34% | | | |



16.8.5 120 VAC 60 Hz, 18 V LED负载谐波数据

IEC61000-3-2的电流谐波限值

| V | 频率 | I (mA) | P | PF | %THD |
|-----|----------|---------|-------------|-------------|-------|
| 120 | 60.00 | 99.19 | 11.5320 | 0.9689 | 15.42 |
| | | | | | |
| n阶 | mA 含量 | % 含量 | 限值 <25 W | 限值 >25 W | 备注 |
| 1 | 97.97 | | | | |
| 2 | 0.03 | 0.03% | | 2.00% | |
| 3 | 13.27 | 13.54% | 78.4176 | 29.07% | 通过 |
| 5 | 5.57 | 5.69% | 43.8216 | 10.00% | 通过 |
| 7 | 2.77 | 2.83% | 23.0640 | 7.00% | 通过 |
| 9 | 2.23 | 2.28% | 11.5320 | 5.00% | 通过 |
| 11 | 1.27 | 1.30% | 8.0724 | 3.00% | 通过 |
| 13 | 1.24 | 1.27% | 6.8305 | 3.00% | 通过 |
| 15 | 0.65 | 0.66% | 5.9198 | 3.00% | 通过 |
| 17 | 0.81 | 0.83% | 5.2233 | 3.00% | 通过 |
| 19 | 0.43 | 0.44% | 4.6735 | 3.00% | 通过 |
| 21 | 0.74 | 0.76% | 4.2284 | 3.00% | 通过 |
| 23 | 0.47 | 0.48% | 3.8607 | 3.00% | 通过 |
| 25 | 0.77 | 0.79% | 3.5519 | 3.00% | 通过 |
| 27 | 0.57 | 0.58% | 3.2888 | 3.00% | 通过 |
| 29 | 0.71 | 0.72% | 3.0619 | 3.00% | 通过 |
| 31 | 0.59 | 0.60% | 2.8644 | 3.00% | 通过 |
| 33 | 0.54 | 0.55% | 2.6908 | 3.00% | 通过 |
| 35 | 0.51 | 0.52% | 2.5370 | 3.00% | 通过 |
| 37 | 0.34 | 0.35% | 2.3999 | 3.00% | 通过 |
| 39 | 0.38 | 0.39% | 2.2768 | 3.00% | 通过 |
| 41 | 0.13 | 0.13% | | | |
| 43 | 0.18 | 0.18% | | | |
| 45 | 0.11 | 0.11% | | | |
| 47 | 0.12 | 0.12% | | | |
| 49 | 0.17 | 0.17% | | | |



16.8.6 120 VAC 60 Hz, 21 V LED负载谐波数据

IEC61000-3-2的电流谐波限值

| V | 频率 | I (mA) | P | PF | %THD |
|-----|--------|--------|---------|---------|-------|
| 120 | 60.00 | 113.68 | 13.2980 | 0.9748 | 14.74 |
| | | | | | |
| n阶 | mA含量 | %含量 | 限值<25 W | 限值>25 W | 备注 |
| 1 | 112.41 | | | | |
| 2 | 0.07 | 0.06% | | 2.00% | |
| 3 | 14.43 | 12.84% | 90.4264 | 29.24% | 通过 |
| 5 | 6.18 | 5.50% | 50.5324 | 10.00% | 通过 |
| 7 | 3.20 | 2.85% | 26.5960 | 7.00% | 通过 |
| 9 | 2.62 | 2.33% | 13.2980 | 5.00% | 通过 |
| 11 | 1.62 | 1.44% | 9.3086 | 3.00% | 通过 |
| 13 | 1.58 | 1.41% | 7.8765 | 3.00% | 通过 |
| 15 | 0.96 | 0.85% | 6.8263 | 3.00% | 通过 |
| 17 | 1.04 | 0.93% | 6.0232 | 3.00% | 通过 |
| 19 | 0.64 | 0.57% | 5.3892 | 3.00% | 通过 |
| 21 | 0.76 | 0.68% | 4.8759 | 3.00% | 通过 |
| 23 | 0.48 | 0.43% | 4.4519 | 3.00% | 通过 |
| 25 | 0.63 | 0.56% | 4.0958 | 3.00% | 通过 |
| 27 | 0.43 | 0.38% | 3.7924 | 3.00% | 通过 |
| 29 | 0.55 | 0.49% | 3.5308 | 3.00% | 通过 |
| 31 | 0.40 | 0.36% | 3.3031 | 3.00% | 通过 |
| 33 | 0.44 | 0.39% | 3.1029 | 3.00% | 通过 |
| 35 | 0.36 | 0.32% | 2.9256 | 3.00% | 通过 |
| 37 | 0.39 | 0.35% | 2.7674 | 3.00% | 通过 |
| 39 | 0.32 | 0.28% | 2.6255 | 3.00% | 通过 |
| 41 | 0.25 | 0.22% | | | |
| 43 | 0.25 | 0.22% | | | |
| 45 | 0.15 | 0.13% | | | |
| 47 | 0.17 | 0.15% | | | |
| 49 | 0.13 | 0.12% | | | |



16.9 无源假负载配置的模拟可控硅调光曲线

Agilent 6812B交流电源供应器编程为完美的前沿调光器

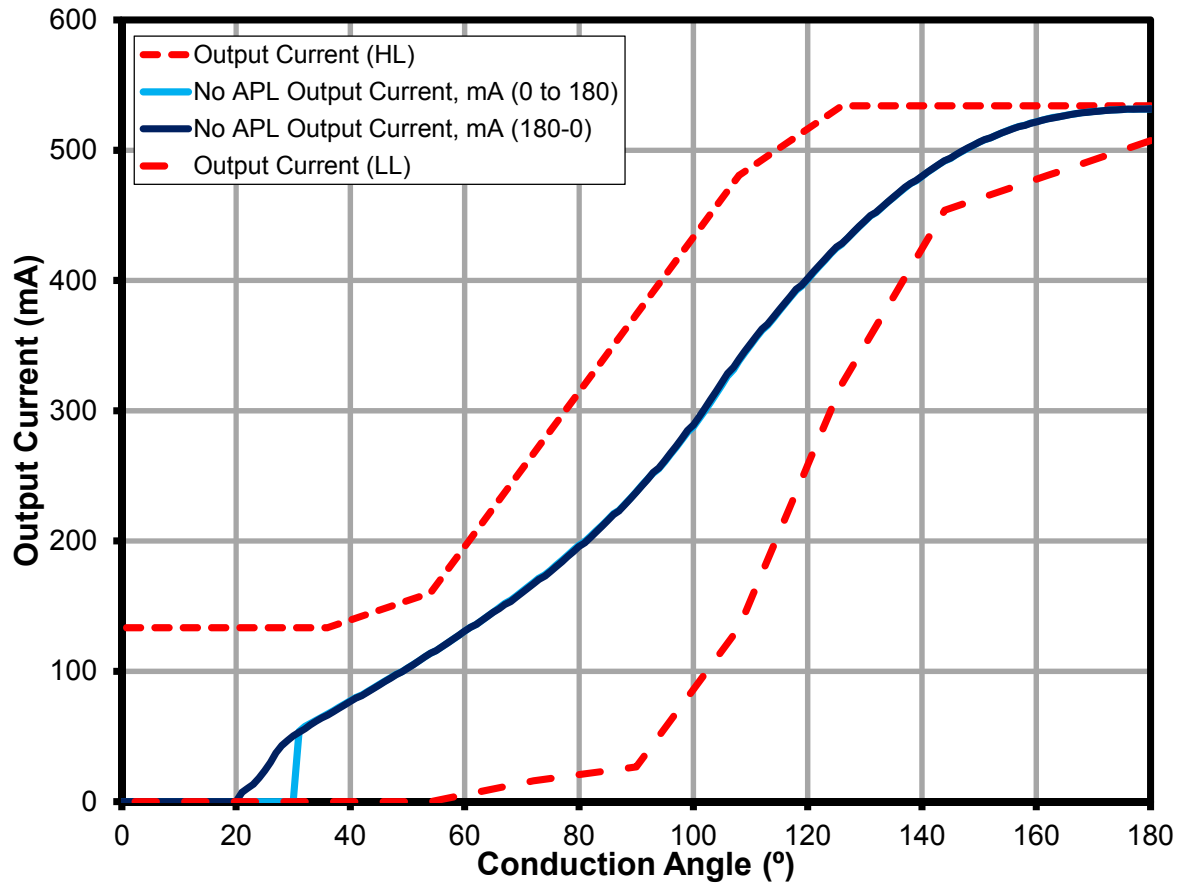


图79 - 在120 VAC、60 Hz输入条件下的调光曲线



16.10 无源假负载配置的实际调光器性能

以下数据是通过测量因可控硅斩切AC输入而施加到驱动器的RMS输入电压获得的。获得以下数据所采用的前沿及后沿可控硅调光器均使用21 V LED负载和120 V、60 Hz AC输入。

16.10.1 调光曲线

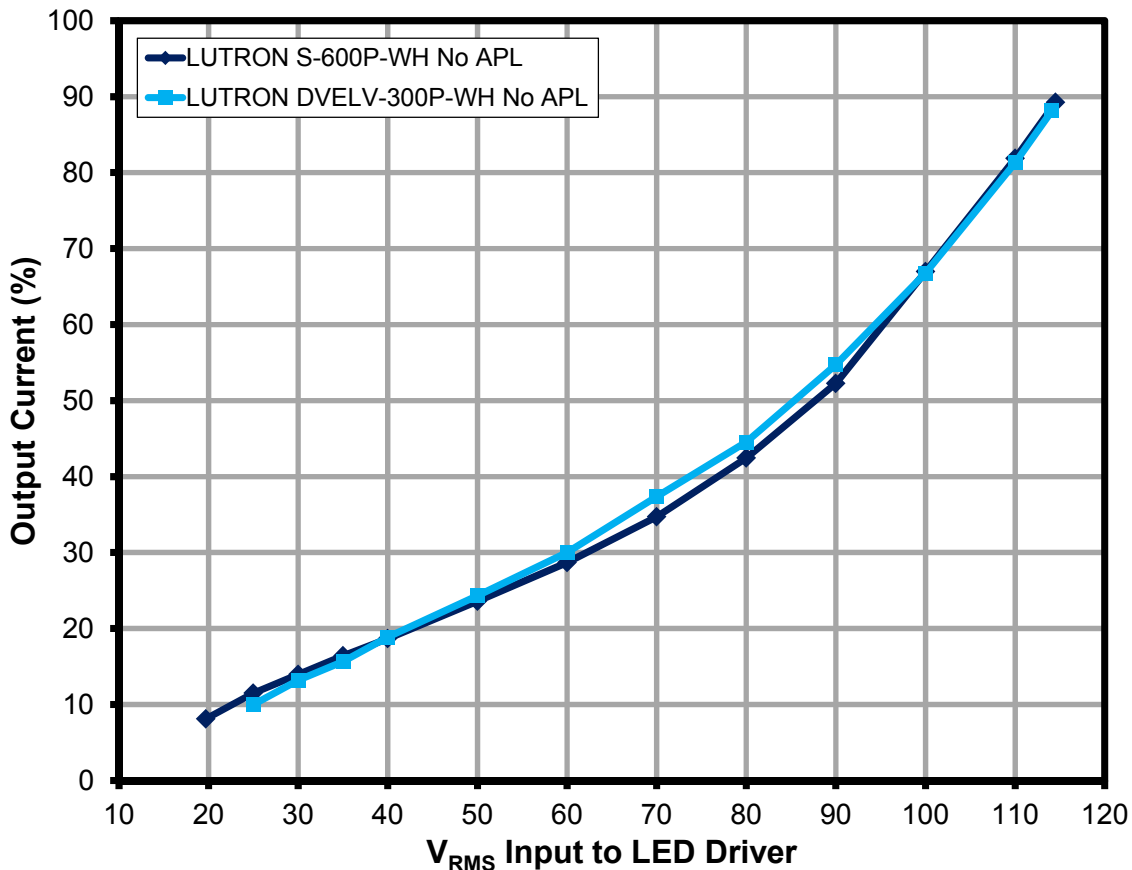


图80 – 调光曲线与驱动器的输入电压成函数关系



16.10.2 典型前沿调光器的性能数据

调光器: LUTRON S-600P-WH

输入: 120 VAC, 60 Hz

| V _{IN(RMS)} (V) | I _{OUT} (mA) | I _{OUT} (%) | V _{OUT} (V) | P _{OUT} (W) | P _{IN} (W) | 效率 (%) | P _{LOSS} (W) | 启动时间 (ms) |
|-----------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-----------|--------------------------|--------------|
| 114.5 | 473 | 89.25 | 21.25 | 10.11 | 13.47 | 75.1 | 3.36 | 128 |
| 110 | 434 | 81.89 | 21.14 | 9.21 | 12.65 | 72.8 | 3.44 | 128 |
| 100 | 355 | 66.98 | 20.82 | 7.43 | 10.9 | 68.2 | 3.47 | 153 |
| 90 | 277 | 52.26 | 20.51 | 5.7 | 9.1 | 62.6 | 3.4 | 164 |
| 80 | 225 | 42.45 | 20.3 | 4.58 | 7.84 | 58.4 | 3.26 | 186 |
| 70 | 184 | 34.72 | 20.2 | 3.73 | 6.82 | 54.7 | 3.09 | 204 |
| 60 | 152 | 28.68 | 20 | 3.05 | 5.98 | 51.0 | 2.93 | 251 |
| 50 | 125 | 23.58 | 19.81 | 2.48 | 5.19 | 47.8 | 2.71 | 318 |
| 40 | 99 | 18.68 | 19.6 | 1.95 | 4.5 | 43.3 | 2.55 | 412 |
| 35 | 87 | 16.42 | 19.5 | 1.7 | 4.1 | 41.5 | 2.4 | 550 |
| 30 | 74 | 13.96 | 19.37 | 1.44 | 3.78 | 38.1 | 2.34 | 1800 |
| 25 | 61 | 11.51 | 19.22 | 1.16 | 3.5 | 33.1 | 2.34 | |
| 19.7 | 43 | 8.11 | 19 | 0.82 | 3.1 | 26.5 | 2.28 | |

16.10.3 典型后沿调光器的性能数据

调光器: LUTRON DVELV-300P-WH

输入: 120 VAC, 60 Hz

| V _{IN(RMS)} (V) | I _{OUT} (mA) | I _{OUT} (%) | V _{OUT} (V) | P _{OUT} (W) | P _{IN} (W) | 效率 (%) | P _{LOSS} (W) | 启动时间 (ms) |
|-----------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-----------|--------------------------|--------------|
| 114.1 | 467 | 88.11 | 21.14 | 9.96 | 12.97 | 76.8 | 3.01 | 110 |
| 110 | 431 | 81.32 | 21 | 9.12 | 12.05 | 75.7 | 2.93 | 118 |
| 100 | 354 | 66.79 | 20.75 | 7.4 | 10.1 | 73.3 | 2.7 | 122 |
| 90 | 290 | 54.72 | 20.5 | 6 | 8.53 | 70.3 | 2.53 | 123 |
| 80 | 236 | 44.53 | 20.3 | 4.83 | 7.2 | 67.1 | 2.37 | 128 |
| 70 | 198 | 37.36 | 20.2 | 4.03 | 6.28 | 64.2 | 2.25 | 147 |
| 60 | 159 | 30.00 | 20 | 3.2 | 5.35 | 59.8 | 2.15 | 187 |
| 50 | 129 | 24.34 | 19.81 | 2.6 | 4.62 | 56.3 | 2.02 | 212 |
| 40 | 100 | 18.87 | 19.58 | 1.96 | 3.93 | 49.9 | 1.97 | 254 |
| 35 | 83 | 15.66 | 19.5 | 1.62 | 3.54 | 45.8 | 1.92 | 307 |
| 30 | 70 | 13.21 | 19.3 | 1.36 | 3.24 | 42.0 | 1.88 | 355 |
| 25 | 53 | 10.00 | 19.12 | 1 | 2.86 | 35.0 | 1.86 | 520 |



16.10.4 调光器兼容性列表

| 项 | 调光器列表 | 元件编号 | V _{RMS(MIN)} | I _{MIN} (mA) | V _{RMS(MAX)} | I _{MAX} (mA) | 调光率 |
|----|----------------------|------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----|
| 1 | LUTRON LG600PH-LA | LG-600PH-WH | 21 | 53 | 114.6 | 474 | 9 |
| 2 | LUTRON S603P | S-603P-WH | 21 | 48 | 115.0 | 476 | 10 |
| 3 | LUTRON SLV600P | SLV600P-WH | 28 | 70 | 115.5 | 482 | 7 |
| 4 | LUTRON S600 | S-600-WH | 24 | 58 | 117.6 | 505 | 9 |
| 5 | LUTRON S-600PH-WH | S-600PH-WH | 19 | 41 | 115.0 | 477 | 12 |
| 6 | LUTRON DVCL153P | DVWCL-153-PLH-WH | 15.3 | 22 | 113.3 | 462 | 21 |
| 7 | LUTRON DV603P | DV-603P-WH | 23 | 56 | 114.6 | 473 | 8 |
| 8 | LUTRON DV600P | DV-600P-WH | 21.7 | 53 | 114.7 | 474 | 9 |
| 9 | LUTRON TG600PH-IV | TG-600PH-WH | 35 | 85 | 115.6 | 484 | 6 |
| 10 | LUTRON AY600P | AY-600P-WH | 36 | 87 | 115.2 | 480 | 6 |
| 11 | LUTRON GL600P-WH | GL-600P-WH | 25 | 62 | 114.8 | 476 | 8 |
| 12 | LEVITON 6633PLI | R62-06633-1LW | 20 | 51 | 118.7 | 518 | 10 |
| 13 | LEVITON 6631-LI | R62-06631-1LW | 12 | 5 | 116.5 | 493 | 105 |
| 14 | LEVITON IPI06 | R60-IPI06-1LM | 34 | 87 | 118.3 | 513 | 6 |
| 15 | LEVITON 6161-I | R52-06161-00W | 33 | 68 | 115.2 | 480 | 7 |
| 16 | LEVITON RP106 | R52-RPI06-1LW | 32 | 56 | 119.0 | 523 | 9 |
| 17 | LEVITON 6681 | R60-06681-0IW | 12 | 6 | 115.5 | 484 | 82 |
| 18 | LEVITON TGM10-1LW | TGM10-1LW | 16.5 | 34 | 113.2 | 459 | 14 |
| 19 | LEVITON 6684 | R60-06684-1IW | 14 | 17 | 119.0 | 524 | 31 |
| 20 | LEVITON 6683 | 6683 | 17 | 25 | 119.0 | 524 | 21 |
| 21 | LEVITON 6613 | R02-06613-PLW | 19 | 42 | 118.7 | 519 | 12 |
| 22 | COOPER SLC03 | SLC03P-W-K-L | 16 | 25 | 116.0 | 490 | 20 |
| 23 | LUTRON GL600-WH | GL-600-WH | 26.67 | 68 | 117.4 | 502 | 7 |
| 24 | LUTRON DVPDC-203P-WH | DVPDC-203P-WH | 60 | 152 | 117.0 | 497 | 3 |
| 25 | LUTRON LX600PL | LX-600PL-wh | 27 | 65 | 116.7 | 495 | 8 |
| 26 | LUTRON D600P | D-600P-WH | 15 | 27 | 113.2 | 460 | 17 |
| 27 | LUTRON CTCL-153PDH | | 15.5 | 26 | 113.7 | 465 | 18 |
| 28 | LUTRON S-600P | S-600P | 18 | 41 | 115.0 | 477 | 12 |
| 29 | LUTRON TGLV-600P | TGLV-600P | 32.7 | 81 | 116.0 | 489 | 6 |
| 30 | LUTRON TGLV-600PR | TGLV-600PR | 34 | 83 | 115.0 | 482 | 6 |
| 31 | LUTRON TT-300NLH-WH | TT-300NLH-WH | 24 | 59 | 118.0 | 510 | 9 |
| 32 | LUTRON TT-300H-WH | TT-300H-WH | 12 | 7 | 118.0 | 510 | 73 |
| 33 | LUTRON NLV-1000-WH | NLV-1000-WH | 24 | 61 | 116.2 | 490 | 8 |
| 34 | Lutron | MAELV -600 | 31 | 72 | 115.3 | 477 | 7 |
| 35 | Lutron | S-600P | 23 | 57 | 114.5 | 473 | 8 |
| 36 | Lutron | S-600P | 18.7 | 41 | 117.5 | 503 | 12 |
| 37 | Cooper | S106P | 29.9 | 76 | 117.0 | 500 | 7 |
| 38 | Lutron | S-103P-WH | 29.9 | 75 | 115.0 | 477 | 6 |
| 39 | Lutron | S-10P-WH | 25.6 | 59 | 114.0 | 467 | 8 |
| 40 | Lutron | S-600PNLH-WH | 25.4 | 63 | 115.5 | 483 | 8 |
| 41 | Lutron | S-603PNL-WH | 28 | 68 | 115.4 | 482 | 7 |
| 42 | Lutron | SLV-603P-WH | 33.33 | 83 | 115.2 | 480 | 6 |
| 43 | Lutron | S-603PGH-WH | 21 | 50 | 106.0 | 395 | 8 |
| 44 | Lutron | AYLV-600P-WH | 32.2 | 81 | 114.8 | 475 | 6 |
| 45 | Lutron | AYLV-603P-WH | 33.8 | 85 | 114.8 | 475 | 6 |
| 46 | Lutron | AY-103PNL-WH | 29.4 | 71 | 116.5 | 493 | 7 |
| 47 | Lutron | AY-103P-WH | 29.2 | 65 | 116.9 | 497 | 8 |



| | | | | | | | |
|----|--------|---------------|------|----|-------|-----|----|
| 48 | Lutron | AY-10PNL-WH | 26 | 65 | 118.6 | 518 | 8 |
| 49 | Lutron | AY-10P-WH | 23 | 57 | 117.0 | 497 | 9 |
| 50 | Lutron | AY-603PNL-WH | 30 | 73 | 112.7 | 455 | 6 |
| 51 | Lutron | AY-603PG-WH | 32.6 | 78 | 103.6 | 380 | 5 |
| 52 | Lutron | AY-603P-WH | 36 | 87 | 114.3 | 470 | 5 |
| 53 | Lutron | AY-600PNL-WH | 31 | 74 | 115.4 | 482 | 7 |
| 54 | Lutron | DVELV-300P-WH | 24.8 | 50 | 114.0 | 462 | 9 |
| 55 | Lutron | DVLV-10P-WH | 33.3 | 84 | 114.4 | 470 | 6 |
| 56 | Lutron | DVLV-103P-WH | 31.6 | 79 | 114.7 | 474 | 6 |
| 57 | Lutron | DVLV-603P-WH | 30.6 | 76 | 114.9 | 476 | 6 |
| 58 | Lutron | S-1000-WH | 28 | 69 | 117.5 | 503 | 7 |
| 59 | Lutron | SELV-300P-WH | 24.5 | 50 | 112.6 | 452 | 9 |
| 60 | Lutron | S-600P-WH | 19.5 | 42 | 114.6 | 474 | 11 |
| 61 | Lutron | S-103PNL-WH | 30.8 | 69 | 114.4 | 472 | 7 |
| 62 | Lutron | GLV-600-WH | 22.8 | 58 | 117.5 | 503 | 9 |

图81 – 调光器兼容性列表



17 版本历史

| 日期 | 作者 | 修订版本 | 说明与变更 | 审核者 |
|-------------|----|------|-------|-------------|
| 2012年11月13日 | CA | 1.0 | 初始版本 | Apps & 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, Inc.

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