

DI-130参考设计 TinySwitch-III



无源PFC LED照明电源

应用	器件	输出功率	输入电压	输出电压	拓扑结构
LED照明	TNY279PN	18 W	185 - 265 VAC	10 V	反激式

设计特色

- 非常高的效率：≥82%
- 元件数量少：只需40个元件
- 不需要共模电感就能满足EN55022B对传导EMI要求
- 填谷电路使电源满足IEC61000-3-2 THD限制
- ON/OFF控制抑制由填谷（THD校正）电路引起的较高工频纹波电压

工作方式

图1所示反激式转换器使用了TinySwitch-III系列的一个器件（U2，TNY279PN）给6个高亮度流明LED（LXHL系列）提供高达1.8 A的负载电流。

输出电压比LED串的正向电压降稍低。因此当LED灯串连接到电源时，电源工作在恒流（CC）模式。如果LED串没接到电源，稳压管VR1提供电压反馈，将输出电压调整在13.5 VDC左右。一个100 mΩ的电阻（R11）检测输出电流，通过一个运放（U1）驱动光耦给U2提供反馈。TinySwitch-III系列器件通过关断或跳过

MOSFET开关周期进行稳压。当负载电流达到电流设置阈值时，U1驱动U3导通。U3内的光三极管从U2的EN/UV脚拉出电流，使U2跳过周期。一旦输出电流降到电流设置阈值以下，U1停止驱动U3，U3停止从U2的EN/UV脚拉出电流，开关周期重新使能。TL431(U4)给U1提供一个参考电压，以和R11两端的电压降做比较。

输出整流管（D9）位于变压器（T1）次级绕组的下管脚以降低EMI噪音的产生。RCD箝位（R16、C4和D13）保护MOSFET漏极免受反激电压尖峰的损害。

填谷电路（D5、D6、D7、C15、C16和R15）限制工频电流的3次和5次谐波值，使电源满足IEC61000-3-2规定的总谐波失真（THD）要求。

U2的频率抖动功能、T1内的屏蔽绕组和横跨T1的Y电容（C8）一起减小传导EMI的产生，因此一个简单的pi型滤波（C13、L1、L2和C14）就能使电源满足EN55022B的限制。

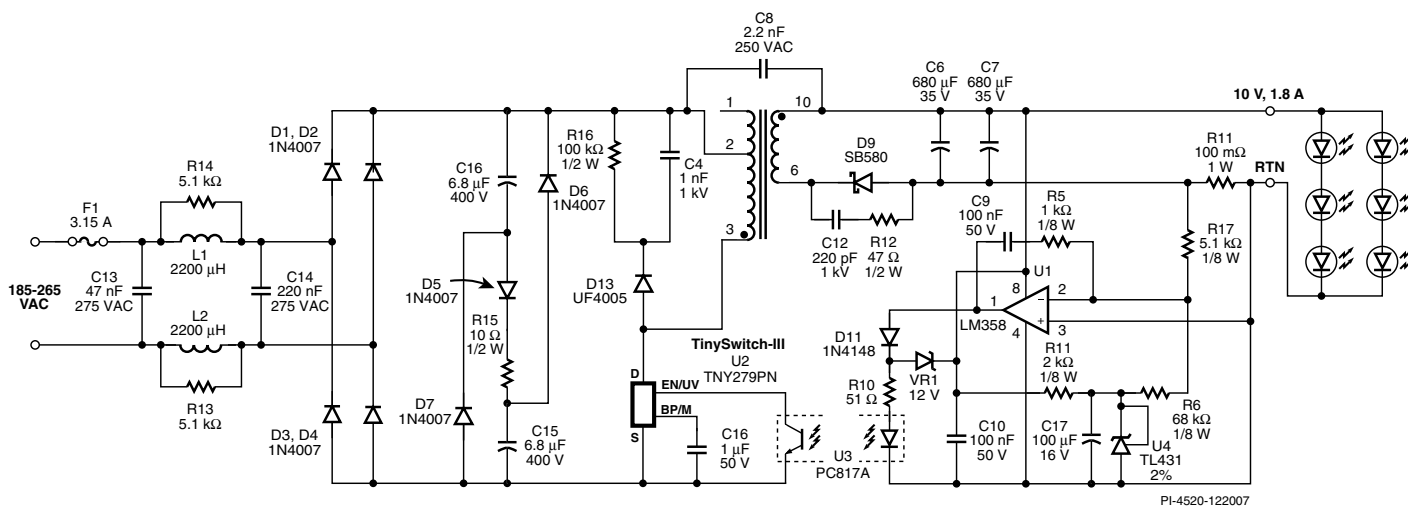


图1. 带无源PFC的LED灯驱动电源原理图

设计要点

- 取PI Expert或PI Xls计算的输入电容值，除以2，取整到紧邻的较大标准值来选择C15和C16。
- 使用PI Expert或PI Xls，考虑LED在最大VF情况下电源的最大输出功率。
- LM358(U1)内有两个运放。确保第二个运放的输入端（5和6脚）连接到次级地。

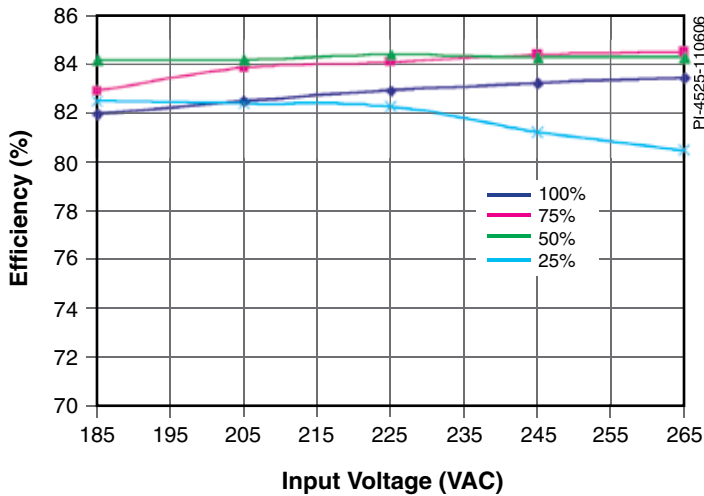


图2. 在不同负载时效率和输入电压的关系，在室温和50 Hz工频下

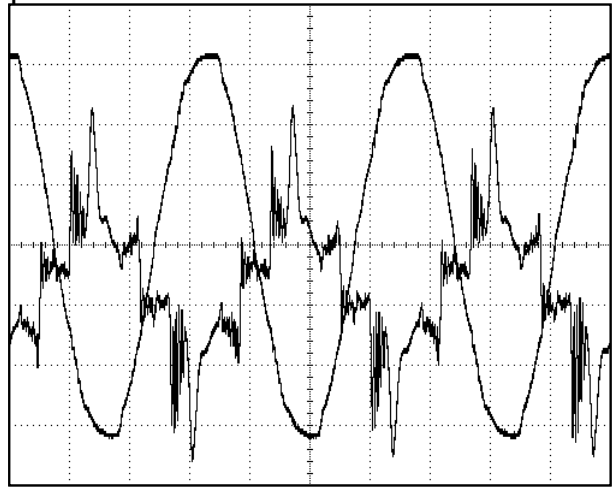


图3. 输入电压(100 V/div)和电流(100 mA/div)，显示了填谷电路的作用

变压器参数

磁芯材料	PC40EF25-Z
骨架	EF25 Horizontal bobbin
绕组细节	Primary: 92T, 0.3 mm heavy nyleze magnet wire Secondary: 14T 2 × 0.4 mm T.I.W., tape
绕线顺序 (引脚号)	Primary (2-4), Secondary (6-10)
电感	1.6 mH

表1. 变压器设计参数 (TIW = 三层绝缘线, NC = 没有连接, FL = 飞线)

Power Integrations
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
Email: usasales@powerint.com

On the Web
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. The products and applications illustrated herein (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, 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. ©2006, Power Integrations, Inc.

DI-173参考设计 TinySwitch-III



14 W高效率LED驱动器电源

应用	器件	输出功率	输入电压	输出电压	拓扑结构
LED驱动器	TNY279GN	14 W	195 – 265 VAC	20 V	反激式

设计特色

- 工作环境温度高(75 °C)
- 极高能效
 - 符合EU CoC/CEC 2008/能源之星2.0要求
 - 满载模式效率高(可达86%, 要求为79.6%)
 - 在265 VAC输入时的空载输入功率< 250 mW, 要求为300 mW
- 迟滞过热关断保护
- 负载断开保护
- 满足EN55015B传导EMI限制, EMI裕量> 8 dBμV(参见图3)

工作原理

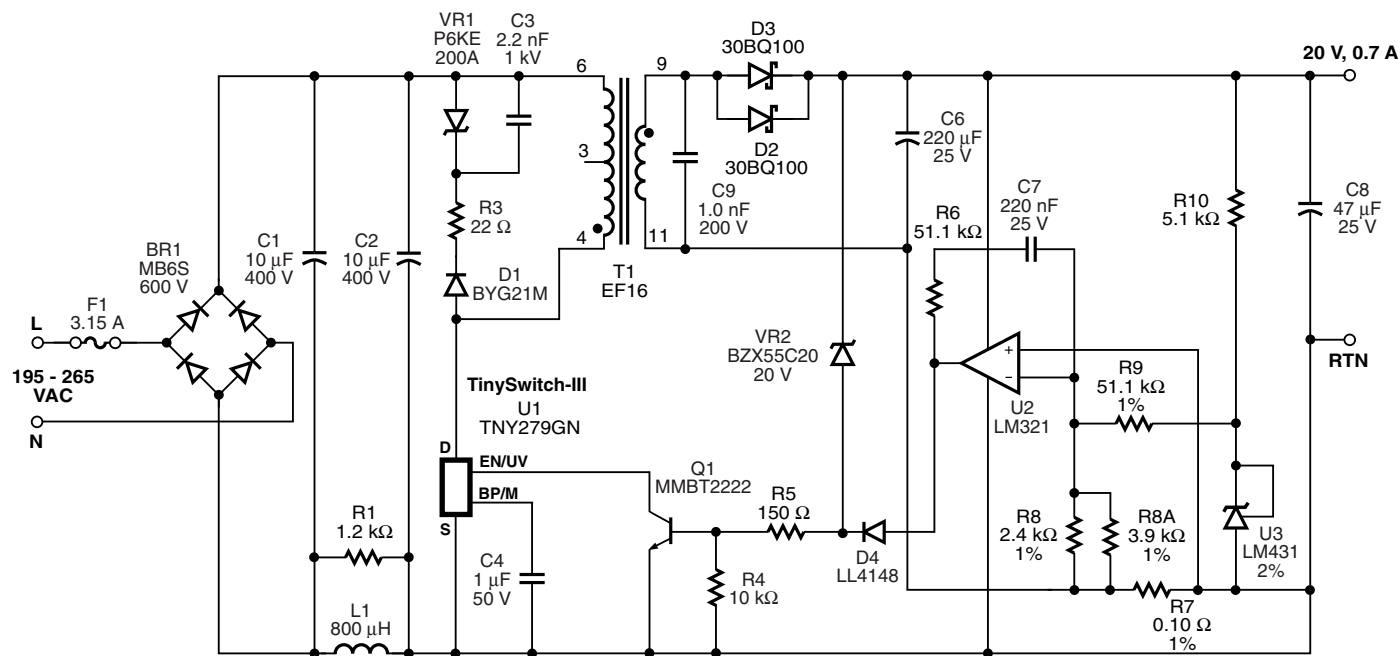
图1所示为一个典型的20 V、14 W恒压(CV)、恒流(CV)输出的电源电路。LED阵列的光输出量与所流经的电流成正比。因此, LED驱动器应具有恒流输出, 而不是恒压输出。在本设计中, DC输出未与AC输入隔离, 因而LED阵列和外壳应与用户安全地隔离开来。

AC输入由BR1、C1和C2进行整流和滤波。电感L1与C1和C2一起构成一个π形滤波器, 并提供EMI滤波。保险丝F1在发生严重故障时提供保护。

为使电源在空载下正常工作而不受损坏, 使用齐纳二极管VR2进行恒压调整并使电压保持在约21 V。

通过检测电流检测电阻R7上的压降来实现恒流特性。并联稳压器IC U3与R9、R8和R8A一起来在运算放大器U2的反向输入端生成0.07 V的精确电压参考。达到设定电流时, R7上的电压将超过参考电压, 这样会使运算放大器的输出增大。此时会正向偏置D4, 驱动Q1的基极, 进而将电流从U1的EN/UV引脚拉出。电容C7和电阻R11提供环路补偿。使用运算放大器的限流方式使电流采样电压最小化, 从而降低了损耗, 使效率最高。

只要EN/UV引脚拉出的电流超过115 μA, U1中的MOSFET都会以逐周期的方式被禁止(开/关控制)。通过调整使能与禁止开关



PI-4980-021308

图1. 适用于高环境温度应用的14 W LED驱动器电源电路图, 使用TNY279GN设计

周期的比例，反馈环路可以调节输出电压或电流。开 / 关控制方式同时优化了不同负载情况下的转换器效率，使之符合能效标准。

由于环境温度高，U1将在降低的电流限流点模式下进行工作。这样可以提高电源的整体效率并改善其散热性能。

初级箝位（D1、VR1、C3及R3）将最大峰值漏极电压控制在内部MOSFET的700 V BV_{DS} 击穿电压之下。电阻R23减小高频漏感振荡，从而降低EMI。次级侧的输出通过二极管D2、D3和C6进行整流和滤波。

设计要点

- D1要选择快速二极管而不能选择超快二极管，通过恢复部分漏感能量来提高效率。
- 电容C3用于改善EMI性能。
- 选择电阻R10，用于在最低输出电压为6 V时向U3提供1 mA的供电电流。
- U1的可选电流限流点允许对电流限流点和器件大小进行优化选择，以适应环境温度。例如，为了降低耗散，可以通过将C3从1 μ F更改为0.1 μ F来在相同设计中使用TNY280GN器件。或者，在散热性能较高的环境中，可以通过将C3从1 μ F更改为10 μ F来使用TNY278GN器件。
- 电源在LED灯串电压介于6 V至20 V之间时均可正确工作。但由于输出电流恒定不变，灯串电压越低，输出功率就越低。

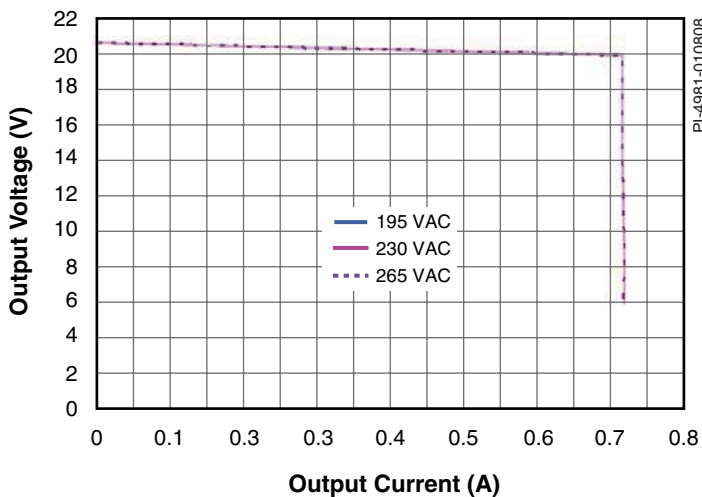


图2. 测得的输出恒压 / 恒流特性

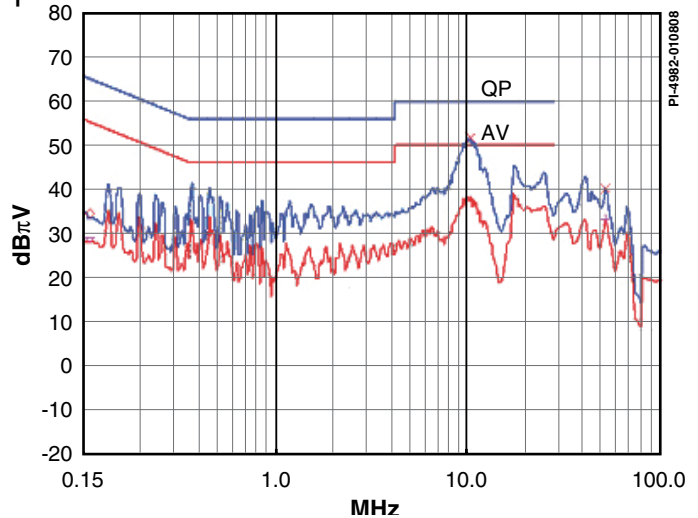


图3. EN55022 B标准的传导EMI结果。表示最差条件下的测量结果，测量电压为230 VAC，输出R7N连接到接地端

变压器参数

磁芯材料	EF16 NC-2H or equivalent, gapped for ALG of 73 nH/t²
骨架	EF16, 12 pin, Horizontal
绕组详情	Primary-1: 61T × 1, AWG31, tape 20 V: 20T × 2, AWG27, tape Primary-2: 61T × 1, AWG31, tape
绕组顺序	Primary-1 (4–3), 20 V (9–11), Primary-2 (3–6)
初级电感量	1082 μ H, $\pm 10\%$
初级谐振频率	1 MHz (minimum)
漏感	30 μ H (maximum)

表1. 变压器参数。（NC = 无连接）

Power Integrations
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
Email: usasales@powerint.com

On the Web
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. The products and applications illustrated herein (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, 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. ©2008, Power Integrations, Inc.