

LED 灯符合 EMC 及电能质量标准要求

2009-5-4

引言

作为白炽灯的替代品，LED灯近年来才开始推出市场，但却面临着诸多难题。由于将LED功率驱动电路装入标准灯壳具有难度，因此早期的一些LED灯并没有内部滤波器，也就谈不上符合 EMC 标准。而且，其中很多的LED灯都采用了低效能的电容降压式电源，而不是开关式镇流器。这种方法可造成AC市电电流不平衡，因而导致某些设备的电能质量问题。同时符合EMC法规和电能质量标准是非常重要的问题，必须引起重视。

本文将介绍一种基于 LinkSwitch-TN 系列小型 SO-8 封装电源 IC 的电子镇流器，该方案符合标准灯壳空间限制要求以及 EN55022A EMI 标准。

设计目标

本设计用于为一串额定电流为 300 mA 的三个 HB LED(相当于 10W 的标准白炽灯)供电。在正常工作情况下，输出电压被串联 LED 的正向压降箝位在约 9.5 VDC，但该电路必须达到 12 VDC，以便为二极管的性能变化留出余地。其拓扑结构为开关式恒流离线式降压稳压器，能够在整个 85 至 265 VAC 通用输入范围内和 47 至 64 Hz 的线电压频率下进行工作。其它设计目标包括高效能、低成本及符合 EN55022A EMI 要求。该设计可以集成到标准灯壳中(Edison 螺口灯泡和卡口卤素灯均可)，非常便于替换现有的灯泡。而且，还可以利用设计工具和应用程序辅助完成该设计，以尽可能缩短新的 HB LED 灯的上市时间。

EMI 符合性考量

由于空间和成本限制，市场上有很多 LED 灯其设计并不符合传导 EMI 规范。但本文中的设计利用了集成到 PI 的 LinkSwitch-TN 功率转换 IC 中的频率调制特性，因此可以使用体积更小的 EMI 滤波器。

方案细节

PI 的 LinkSwitch-TN LNK306DN 集成功率转换 IC 中含有一个完全集成的 700 V 功率 MOSFET，因而无需外部电源器件。离线式非隔离降压拓扑结构可以在连续导通模式下以 66 KHz 的最大频率进行工作。该频率采用 4 kHz 的峰峰值频率抖动进行调制，可以简化对 EMI 滤波器的设计要求。虽然本设计采用了降压拓扑结构，但这种 IC 还可以配置为降压-升压转换器。而非常关键的一点是，LinkSwitch-TN LNK306DN 采用了小型 SO-8 封装，这对于此应用的结构设计而言是个很大的优势。

转换器和 EMI 滤波器的设计原理如图 1 所示。根据电流检测电阻器 R8 和 R10 之间的压降，电流控制环路被设置为所需的恒定电流值。虽然标准设计支持的是 300 mA 的电流，但仍可以轻易适应最高 360 mA 的输出电流。Q1 和 Q2 可以放大检测到的压降，以便使用电阻较低的电

流检测电阻器来最大程度地降低功率耗散。EMI 滤波器采用 pi 拓扑结构，并含有一个可熔断电阻 RF1，以用于过载保护。

RDK-131 : LED Halogen Bulb Retrofit - Schematic

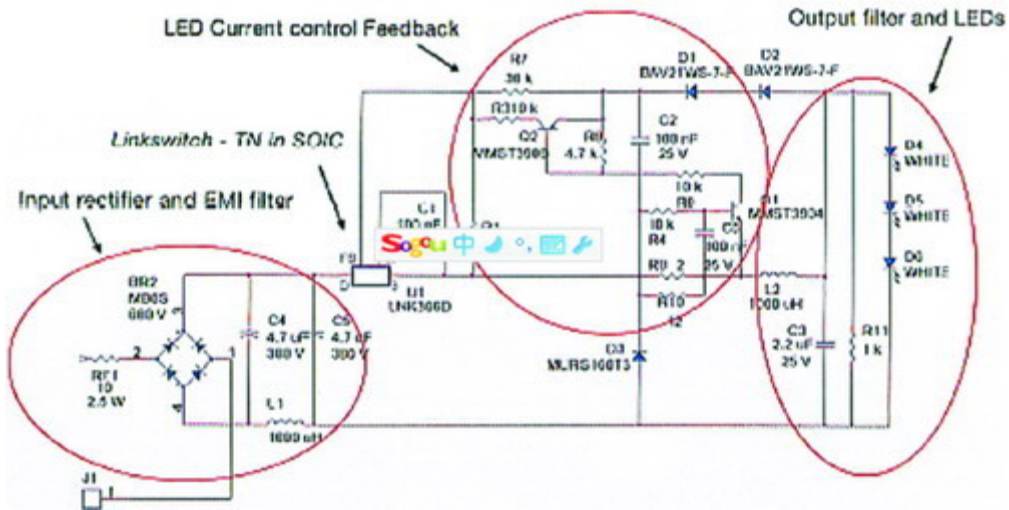


图 1 转换器与 EMI 滤波器电路

设计转换器和 EMI 滤波器时只需要 25 个器件，完全不需要 PCB 和连接器件。在参考材料中可以找到有关该设计的完整元件列表。

该应用的电气设计对于这款成熟的功率转换 IC 而言，显得相当陈旧。最大的挑战是结构设计，特别是将转换器和 EMI 滤波器都集成到标准灯壳的设计。然而，该设计正好能装入 Edison 螺口灯座(E27)和卤素灯卡口灯座(GU 10)。

早在设计之初，我们便清楚：如果圆形 PCB 大得能够容纳所有转换器和 EMI 滤波器元件的话，它就无法装入灯座中。因此我们决定将设计划分为两个圆形 PCB，一个用于转换器电路，另一个用于 EMI 滤波器。转换器电路板的最终直径为 19.66 mm，而 EMI 滤波器的最终直径则为 16.91 mm。这些电路板然后进行叠加，并与离散布线互连完成装配。

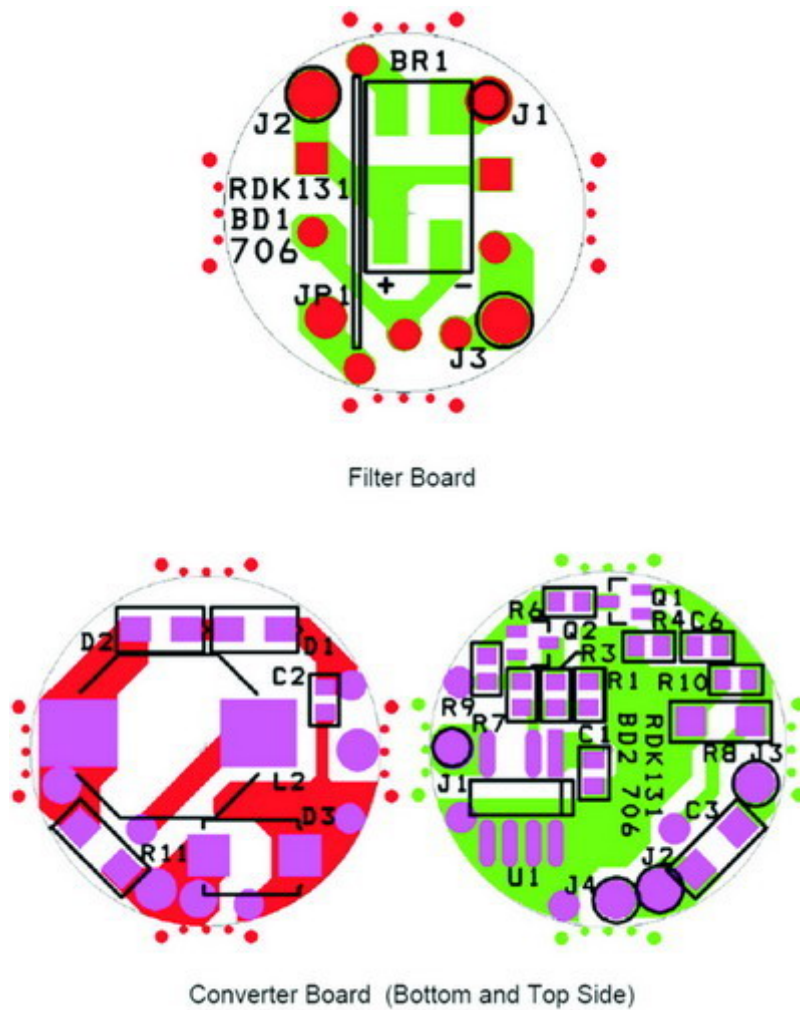


图 2 结构封装挑战

虽然该设计具有功能性，但仍存在传导辐射问题。由于两个 PCB 比较接近，开关电流会从转换器电路板耦合到 EMI 滤波器电路板，从而降低 EMI 滤波器的性能。通过在这两个电路板之间放置“屏蔽”PCB，这一问题便得以解决。而第三个电路板只是一层铜，并无电路。它被电气连接到 EMI 滤波器负输出端与转换器负输入端的接合处。这样，总装便由三个叠加在一起的圆形电路板组成。增加第三个电路板既简单又节省成本，不但解决了耦合问题，还达到了 EMI 性能要求。

性能

本参考设计可满足各种设计目标。如果采用 120 VAC 的标称输入电压，电路效率将会超过 62%。输入电压为 220/240 VAC 时，效率将超过 56%。根据 EN55022A 限制，采用准峰值和平均读数在输入电压为 115 VAC 和 230 VAC 时表现出传导 EMI 特征。在最差条件下，当输入电压配置为 230 VAC 时，此电路可通过标准并有 7 dB 的电压裕值。当输入电压为 115 VAC 时，裕值更高。

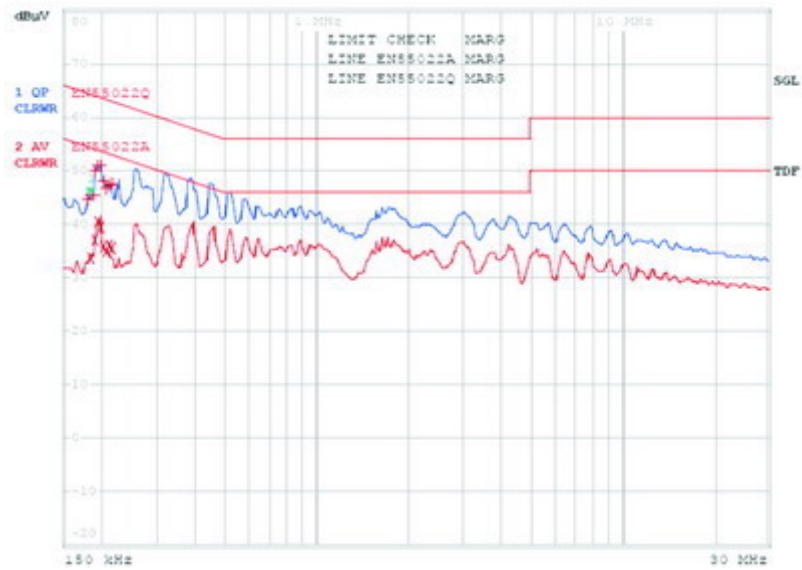


图 3 在 230 VAC 最差情况下符合 EN55022A 标准

结语

尽管存在一定的物理性限制，但是，以具有成本效益的方式将高性能HB LED灯的电子镇流器集成到标准灯壳中是完全有可能的，并仍可符合EMI法规和电能质量标准。此外，应用指南、设计工具以及新推出的LED照明应用站点都可以为设计提供广泛的支持。

参考文献：

1. Power Integrations, LinkSwitch-TN 数据手册，修订版 H，2007 年 2 月
2. Power Integrations, RDR-131 工程报告，2007 年 1 月
3. Power Integrations, AN-15 EMI 与安全性，2005 年 4 月
4. Power Integrations, LED 照明应用站点，