

## 0.75 W防篡改电表电源

应用	器件	输出功率	输入电压	输出电压	拓扑结构
电表	LNK363DN	0.75 W	85-265 VAC	5 V	反激式

### 设计特色

- 成本低、元件数量少
- 采用铁粉芯材料，增强了防篡改保护功能
  - 在外部磁场的干扰下仍可保持正常工作
- 工作磁通密度低（400高斯），降低了磁芯损耗(<40 mW)
- 高效率（满载条件下高达58 %）
  - 高效利用输入端的可用功率（IEC10362标准的限制为2 W、10 VA）
  - 充分延长维持时间
- 维持时间的电能储存在输入电容中
  - 无需大容量输出电容或第二个较高的输出电压
- 符合EN55022B传导EMI限制，EMI裕量>6 dB $\mu$ V

### 工作原理

图1所示的电路设计利用LNK363DN生成5 V、150 mA的隔离输出。这里所设计的变压器具有足够的电感量，能使电源提供所需的功率。即使有人利用较强的外部磁场使磁芯达到饱和以企图篡改电表时，电源也不会受其影响。

D1到D4的二极管用于对AC输入进行整流。电容C1和C2对整流的DC进行滤波。电感L1、C1和C2组成一个pi型滤波器，对差模传导EMI进行衰减。通过开/关控制，U1可跳过开关周期，并可根据馈入到其FB引脚的电流对输出电压进行调节。当流入此引脚的电流超过49  $\mu$ A时，将产生一个低逻辑电平（禁止）。在每个周期开始时，都会对FB引脚状态进行采样；如果为高电平，功率MOSFET会在那个周期导通（启用），否则功率MOSFET仍将处于关闭状态（禁止）。

齐纳二极管参考VR1 (3.9 V)及U2 (1.1 V) LED上的电压总和决定了输出电压。电阻R3为VR1提供偏置恒流，以使VR1在测试电流下工作。

篡改开关电源电表的一个常用方法，就是用强外部磁场进行干扰。该磁场会耦合到变压器的磁芯并使磁芯达到饱和。如果换作其它解决方案，在出现上述情况时，MOSFET将会因为过流而出现破坏性故障。而采用Power Integrations的器件后，快速限流

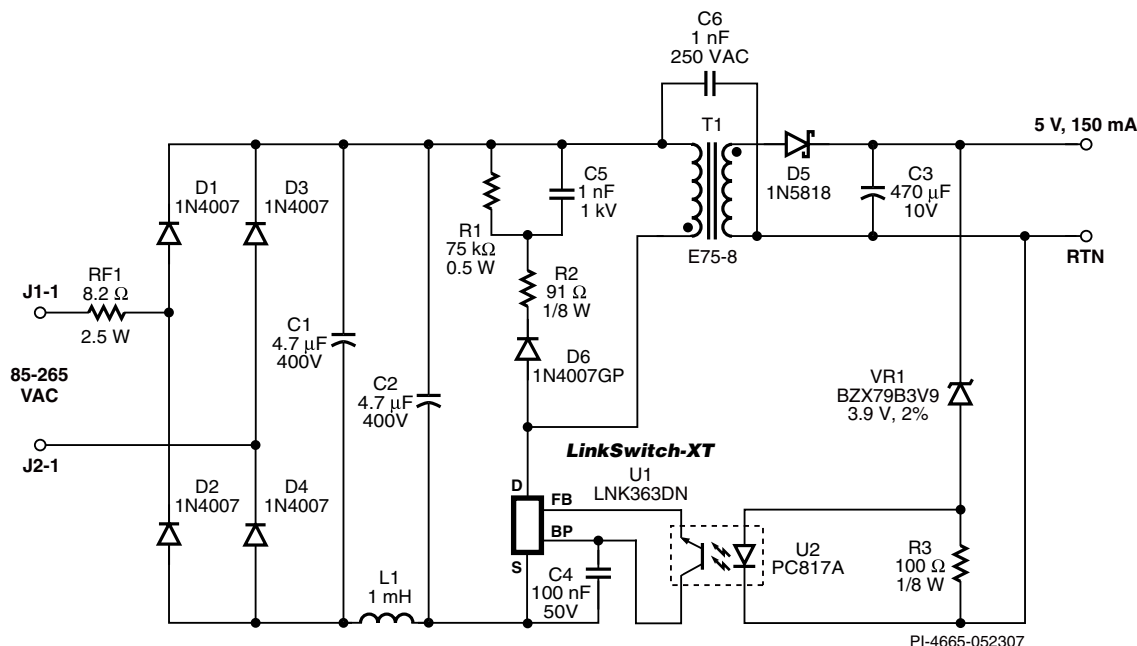


图1. 使用铁粉芯增强抗外部磁场干扰能力的5 V、150 mA电源的电路设计

元件将对内部MOSFET提供保护，但输出端电压将失去稳定，从而使电能表停止工作。围绕这一难题，一些解决方案应运而生。空心变压器便是其中的一个解决方案，它永远不会饱和，但却需要大量的绕线圈数。结果带来高铜芯损耗和漏感，这样会极大地降低效率（约为20%）。如果变压器的外壳放在一个用磁屏蔽材料做的盒子中，使磁通远离变压器磁芯，防止饱和，则可使用标准的铁氧体变压器。这无疑增加了成本和复杂程度，因为每种新设计都需要自定义各自的屏蔽性。

本设计通过使用带有分布气隙的高磁阻铁粉芯材料代替铁氧体磁芯来解决上述问题。这种磁芯具有较低的相对磁导率（ $\mu$ ，介于10到35之间）。与铁氧体（磁通密度4000高斯，0.4 T）相比，铁粉芯具有更高的饱和磁通密度（15,000高斯，1.5 T），饱和特性更弱。

使用强电磁体和稀土永磁进行了磁敏感性测试。将磁铁的一极直接放于磁芯的顶端，未发现磁芯饱和（漏极电流如图2所示）。

### 设计要点

- 使用PI XIs设计变压器。要设计饱和的变压器，需要输入60%的变压器公差。在饱和或接近饱和时，初级侧电感下降以及高公差数字可确保有足够的电感值维持功率输出。
- 由于磁芯的磁阻较高，因此绕线圈数较多。但这也有一定的好处，即工作磁通密度非常低（400高斯），使得磁芯饱和有非常高的裕量。
- 确保在饱和状态下，峰值漏极电流在满载和最大输入电压低于数据手册中规定的最大电流。
- 要降低磁芯损耗，应将可工作的AC磁通摆幅限制在300高斯或更少。这意味着峰值磁通密度应保持在600高斯以下。

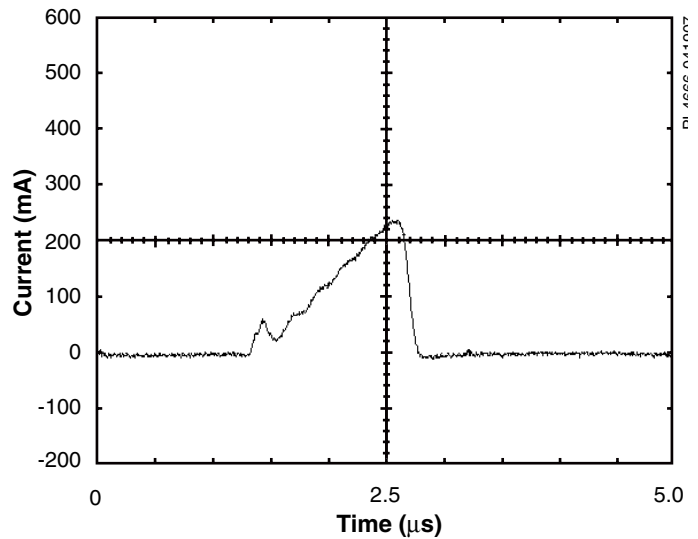


图2. 外加磁场影响下的漏极电流表面磁心没有饱和。（刻度— 100 mA/div）

### 变压器参数

磁芯材料	E75-8 powdered iron material with AL of 33.5 nH/t <sup>2</sup> , Manufacturer – Micrometals
骨架	US LAM EI187, 9 pin
绕组详情	Primary: 132T, 36 AWG, 2 layers, 3 layers of tape Secondary: 9T, 25 AWG TIW, 1 layer
绕组顺序	Primary (2-4), Secondary (5,6-8,9)
初级电感量	600 µH, ±10%
谐振频率	900 kHz (minimum)
漏感	80 µH (maximum)

表1. 变压器参数

(AWG = 美国线规, TIW = 三层绝缘线, 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](http://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.  
©2007, Power Integrations, Inc.