

## 3 W超宽范围输入工业控制用电源

应用	器件	输出功率	输入电压	输出电压	拓扑结构
工业控制	TNY280PN	3 W	18 – 265 VAC	5 V	反激式

### 设计特色

- 超宽输入电压范围(18 – 265 VAC)
- 极高能效
  - 效率为65%
  - 极低的空载功耗 (在230 VAC交流输入时小于200 mW)
- 符合 CISPR-22/EN55022B 传导EMI限制, EMI裕量大于 10 dB $\mu$ V (见图4)
- 浮动电流源向BP/M引脚提供电流
- 自动重启功能允许无限制的短路输出

### 工作原理

本设计使用TNY280PN的降低限流点模式来实现一个5 V、600 mA超宽输入电压范围(18至265 VAC)电源。此类电源的应用包括工业控制所用的辅助电源。

AC市电由D1进行整流。电容C1和C2用于平滑半波整流的波形,为反激式电源提供高压直流。电感L1放置在C1和C2之间,构成了一个 $\pi$ 形滤波器,用于降低差模传导EMI。在变压器的初级和次级绕组之间使用了Y电容C6,用来降低共模噪声。

数据手册中注明的用于确保U1正常启动和工作的最小漏极电压限值为50 V。但是,如果通过外部电源向旁路引脚供电,芯片可接受外部供电,那么即使在较低的输入电压下也可启动和工作。

由Q1、Q2、VR2、D2、D4、R4、R5和R6组成的启动电路是一个浮动恒流源(在图2单独显示),它能够在整个输入电压范围内为TinySwitch-III的BP/M引脚提供约为600  $\mu$ A的恒流。

该电路源自基本的单晶体管电流源,它采用一个齐纳二极管(VR2),为Q2(NPN)的基极引出端设定参考电压,并以此给R5两端一个固定电压,从而设定恒流值。然而,由于输入电压的范围很宽,参考齐纳二极管的偏置电流在很大范围内变化。这将导致功率耗散增加并使编程的恒流发生偏移。要克服上述难题,需要由其它的电流源(由Q1(PNP)与R4形成)提供偏置电流。将等于 $V_{BE}$ 的恒压强加于R4,这将在整个工作范围内固定流入参考齐纳二极管的偏置电流。Q2在较低输入电压下提供恒流,而Q1则在较高的输入电压下提供恒流。图2还显示了电流流经Q1和Q2时的模拟结果。输入电压达到大约50 VDC时,Q2将提供恒流。输入电压超过50 VDC时,经过Q2的电流将线性降低,而经过Q1的电流则呈线性增加。输入电压达到最大值375 VDC时,则主要由Q1提供恒流。

TinySwitch-III(U1)采用开/关控制,提供了非常简单的反馈方式和非常快速的动态响应功能。U1中的控制器通过光耦合器U2接收来自次级的反馈,这样可以使能或禁止其集成MOSFET的开关,以维持输出电压的稳定。流经U2A内LED的电流代表输出电压。和LED电流成比例的电流从EN/UV脚被拉出。一旦电流超过

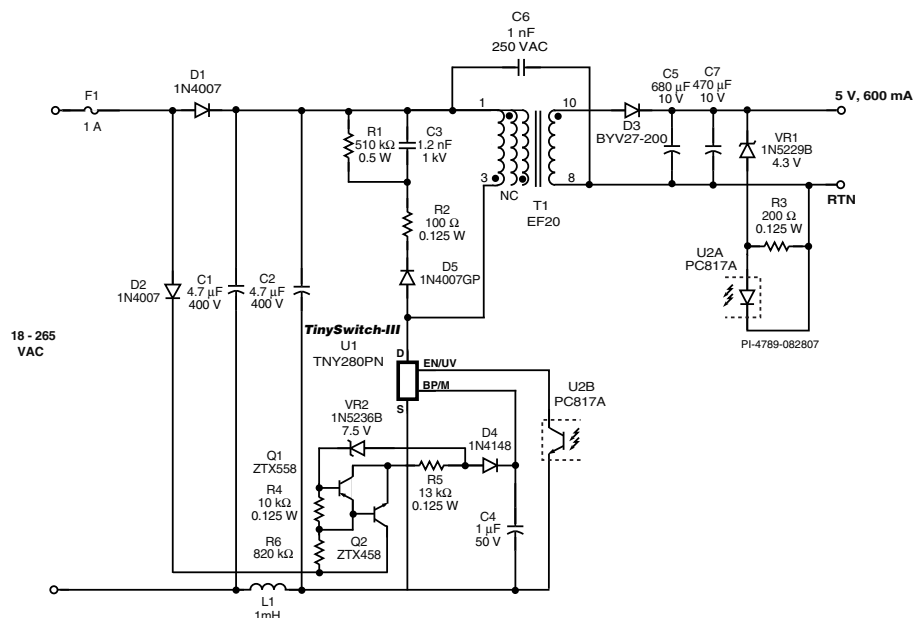


图 1. 使用TinySwitch-III的宽范围输入5 V, 600 mA电源的电路设计

EN/UV引脚的关断阈值电流(115  $\mu$ A)，将跳过开关周期。当EN/UV引脚流出的电流低于关断阈值电流时，开关周期将重新使能。

## 设计要点

- 确认在高电压和最大过载条件下最大漏极电压小于650 V。根据需要进行调整R1和C3的值。然而要避免箝位电路消耗过大（例如R1的值较低，而C3的值较高），否则将导致空载功耗的增加。
- 将慢速阻断二极管D5与一个100  $\Omega$ 的串联电阻配合使用。为确保反向恢复时间不超过2  $\mu$ s，请仅使用玻璃钝化(GP)类型的二极管。如果没有玻璃钝化类型的二极管，可以使用如FR107类的快速二极管代替。选择的这些二极管可重新再利用部分的箝位能量并提高空载效率。
- 由于电源输入电压范围宽，因此初级电感量必须足够低，避免过度的电流连续设计。但是，低电感量会导致265 VAC下的di/dt值过大，并会因流限延迟时间的影响而造成漏极电流过冲。
- 图3显示了在265 VAC输入和满载条件下测得的漏极电流。测得的峰值漏极电流为900 mA。数据手册中规定的TNY280PN的绝对最大电流为1.36 A，从而留有充足的安全裕量。
- 根据公式 $I = (V_{VR2}) / R5$ ，电阻R5与VR2共同决定了恒流值(600  $\mu$ A)。

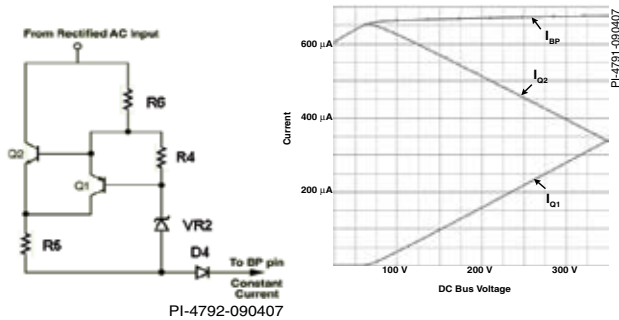


图2. 在低输入电压条件下，浮动恒流源提供充电电流

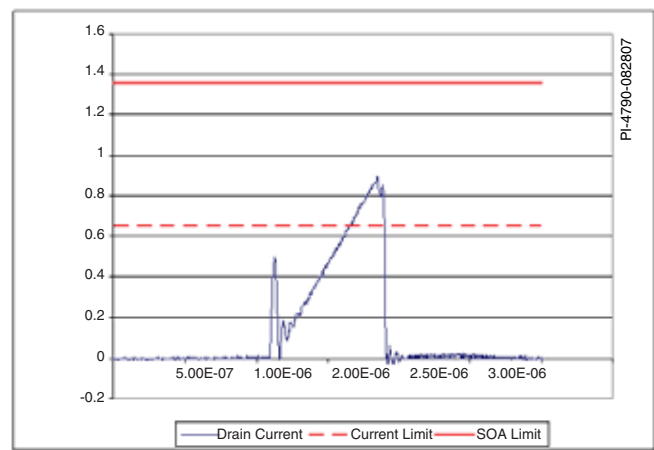


图3. 峰值电流超过电流限流点，但仍在数据手册注明的限值内

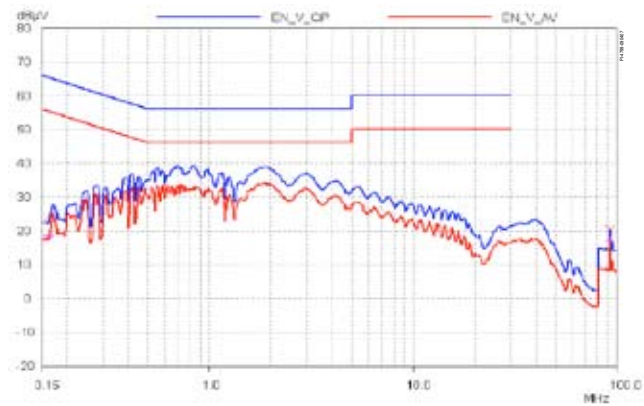


图4. 230 VAC最差情况下测量的EMI，输出RTN接假手

## 变压器参数

磁芯材料	EF20 NC-2H or equivalent, gapped for ALG of 272 nH/t <sup>2</sup>
骨架	EF20, 10 pin, Horizontal
绕组详情	Shield: 17T x 2, AWG28, tape Primary: 32T x 1, AWG28, tape Shield: 7T x 4, AWG27, 3 layers, tape 5 V: 8T x 1, AWG26, TIW, 1 layer, tape
绕组顺序	Shield (1,2 - NC), Primary (3-1,2), Shield (NC-1,2), 5 V (10-8)
初级电感量	278 $\mu$ H, $\pm$ 12%
初级谐振频率	1 MHz (minimum)
漏感	12 $\mu$ H (maximum)

表1. 变压器参数。(NC = 无连接, TIW = 三层绝缘线)。

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](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.