

Analog Applications Journal

BRIEF

一种效率达到80%且 P_{LOST} 不足1W的3A/1.2V_{OUT}线性稳压器

作者: Jeff Falin · HPA 便携式电源应用产品部

介绍

为了满足稳定性及启动时浪涌电流的需求,对稳压器的压降有严格的限制,而且还需配备体积较大、效率较低的输出电容器,因此多年以来,在较高电流(超过1A)的低输出电压应用中使用线性稳压器一直是个难题。现在可以通过双通道输入轨TPS74x01解决这个问题。

线性稳压器拓扑概览

在较高电流应用中使用线性稳压器的主要问题在于效率低(计算公式为 V_{OUT}/V_{IN})。线性稳压器中的功率损耗(P_{LOST})必然会被封装耗散,其计算方法为

$$1 - V_{OUT}/V_{IN} * P_{IN} = (V_{IN} - V_{OUT}) * I_{OUT}$$

TO-263 或 D²PAK是线性稳压器可用的最大贴装封装形式。无气流环境下,其最大功耗能力约为2.75W(假设将其焊接在用作散热片的大敷铜板上)。许多配备了PMOS导通元件的高电流低压降线性稳压器的最小输入电压范围为2.5V至2.7V,因而既可为内部LDO驱动电路供电,也可驱PMOS FET以提供更高的输出电流。

因此,在输出电压低于1.8V而输出电流高于2.5A的环境下,使用多个基于PMOS导通元件的线性稳压器会使体积过大并提高成本,主要是因为需要为稳压器配备风冷器和/或外部散热片。

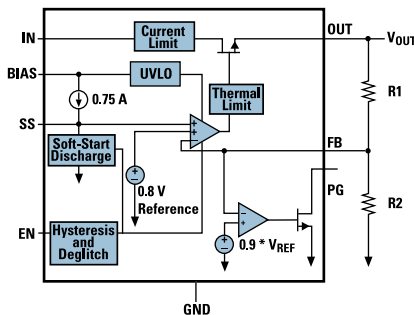


图1.TPS74201及TPS74401线性稳压器结构图

与类似的额定电流PMOS FET相比NMOS FET本身具有较低的 RDS_{ON} ,因此NMOS FET导通元件只需较低的 $V_{IN}-V_{OUT}$ 压降即可

最新一期精彩内容

- 使用新型SN65HVD1050收发器提高CAN网络安全性
- 利用IC为用作相机闪光灯的白光LED供电
- 利用IC为便携式摄影闪光灯供电
- 用于HID设备的环形天线
- 使用具有MSP430 USI端口的ADS8361
- 针对单、双体电池便携式应用的完整电池组设计
- 动态PowerPath™管理电池充电器在为系统供电与电池充电的同时提供电源共享
- 如欲下载该版本,敬请访问: www.ti.com/aaaj



提供同样的电流。然而,基于NMOS稳压器的源跟随器配置要求FET栅极电压至少高于输出电压一个阈值压降(通常为1V)。稳压器要么需要一个内部充电泵以提供更高的栅极驱动电压,要么需要除现有5V或3V偏置电源之外的第二个低功耗输入轨。这就是开发双轨、NMOS基于导通元件的TPS74x01系列线性稳压器的原因。

压降

如图1所示,TPS74x01稳压器具有两个输入电压,一个提供低电流偏置电压,以便为控制NMOS导通器件及第二个电源输入的内部电路供电。由于所有内部电路均具有较高的BIAS输入,所以该器件能够在较低输入电源电压的情况下达到稳压。实际上,电源输入IN仅受到输出电压及器件压降的限制。

TPS74x01有两种不同的压降电压参数,第一种称为 V_{IN} 压降,适用于想用外部偏置电压实现低压降的用户。此种参数假定 V_{BIAS} 至少比 V_{OUT} 高1.62V。这种应用可用于FPGA收发器的低纹波1.2V、3A电源轨,其 V_{IN} 和 V_{BIAS} 分别由1.5V与3.3V开关电源供电。在此配置中,3毫米x3毫米QFN封装(55°C环境下的耗散功率仅为1.9W)的耗散功率仅为:

$$(1.5V - 1.2V) * 3A = 0.9W,$$

所以其效率可以达到 $1.2V/1.5V = 80\%$ 。

第二种参数称为 V_{BIAS} 压降，适用于希望将IN与BIAS引脚连接起来的用户。这样就可将该器件用于无辅助偏置电压或不要求低压降的环境下。在这些应用中，压降受BIAS引脚限制，原因在于 V_{BIAS} 向导通FET提供了栅极驱动，因此其电压必须比 V_{OUT} 高1.4V。例如TPS74201可通过5V电压轨提供3.3V、1.0A的软启动(稍后将讨论到)电源，效率为66%(3.3V/5V)，耗散功率为：

$$(5V - 3.3V) * 1.0A = 1.7W.$$

稳定性及瞬态响应

最近，线性稳压器环路的稳定性成为备受模拟IC设计人员关注的难点问题，这是由于，输出电容器与阻抗负载生成的其中一个控制环路极点的频率位置会随输出电流的变化而改变。对源跟随器配置而言，具有NMOS导通元件的稳压器更易于实现补偿，因为在共源配置下，其输出阻抗低于相近功率的PMOS稳压器。这意味着NMOS稳压器的移动极点频率高于同类额定功率PMOS，即距离内部误差放大器极点更远。确保稳定性的传统方法一是降低控制环路响应的低频率部分从而消除瞬态响应，二是利用具有若干等效串联电阻(ESR)的输出电容器产生的零电位抵消移动极点。采用专利反馈控制拓扑技术的TPS74x01系列的 V_{BIAS} 为3.3V、 V_{IN} 为1.8V并且 V_{OUT} 为1.5V，无需输出电容器即可实现快速瞬态响应时间(如图2所示)，与具有ESR的较大电容器共同工作时仍然能保持稳定。在负载瞬态后输出电压不发生振铃，这表示稳压器无需输出电容器即可保持极高的稳定性。

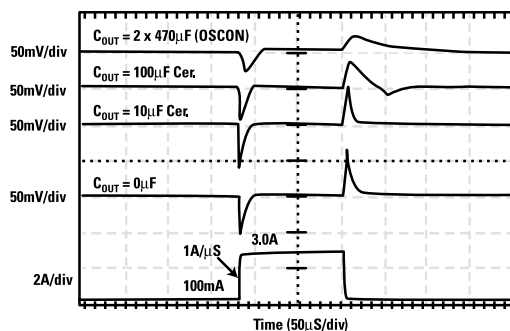


图 2. 各种输出电容器的负载瞬态响应

由于TPS74301无需输出电容器即可保持高稳定性，以实现快速瞬态响应等特性，该器件的本地旁路电容可以满足许多FPGA及DSP的需要，因此，可通过减少电源轨的大电容器，降低该解决方案的总成本。

软启动及排序

许多老式线性稳压器启动速度快，这是由于其反馈环路检测到输出电压较低后将pass-FET硬启动。对某些应用而言，快速启

动是必需的；然而，这会引发较大的浪涌电流并对输出电容器进行充电，浪涌电流甚至达到了器件的额定电流限制，从而降低输入电源总线并造成系统级故障。为了实现线性、单调的软启动，减少启动期间的峰值浪涌电流并使由输入电源总线监控的启动瞬态达到最小值，TPS74201误差放大器将对外部软启动电容器的电压斜坡值进行跟踪，直到其超过内部参考值。软启动斜坡时间与软启动充电电流(I_{SS})、软启动电容(C_{SS})以及内部参考电压(V_{REF})有关。其计算公式如下：

$$t_{SS} = (V_{REF} * C_{SS}) / I_{SS}$$

请注意：由于软启动由电压控制，所以启动与输出负载无关。

TPS74301具有TRACK引脚(而非SS引脚)。如图3所示，与外部电源相连的电阻分压器的中心抽头连接至TRACK引脚，TPS74301的输出电压将跟踪外部电源直至TRACK电压达到0.8V。这可用于实现同步或比例排序。该功能有助于最大程度的减轻ESD结构中处于CORE与许多处理器I/O电源引脚和/或管理集成上电复位电路间的压力。通过将集成PG信号连接至下列电源的EN引脚，TPS74x01系列器件可便捷地实现顺序排序。

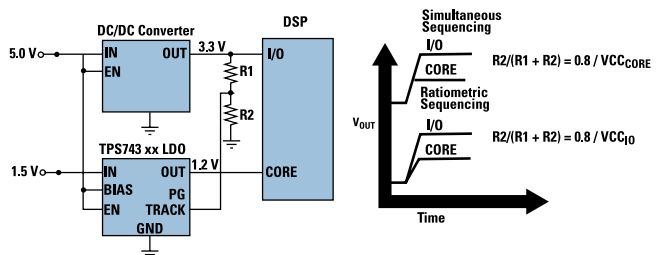


图 3. 采用 TRACK 引脚的各种排序方法

结论

由于具有双通道输入轨与低压降等特点，在电路板尺寸与成本方面TPS74x01产品系列使线性稳压器比开关稳压器更胜一筹，而在为多个较低电压、较高输出电流功率轨供电的效率方面两者相当。该器件系列的其他功能包括可控制软启动、跟踪与集成PG、管理因具有线性稳压器而产生的启动故障(在过去非常麻烦)，再加上可最小化输出电容器总数的快速瞬态响应等特性，该器件可帮助您拥有近乎理想的DC/DC转换器。

参考资料：

1. TPS74201数据表
2. TPS74301数据表
3. TPS74401数据表
4. 英特尔应用手册 AP812(文档编号 306667，版本 002)

重要声明

德州仪器 (TI) 及其下属子公司有权在不事先通知的情况下, 随时对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其它更改, 并有权随时中止提供任何产品和服务。客户在下订单前应获取最新的相关信息, 并验证这些信息是否完整且是最新的。所有产品的销售都遵循在订单确认时所提供的 TI 销售条款与条件。

TI 保证其所销售的硬件产品的性能符合 TI 标准保修的适用规范。仅在 TI 保修的范围内, 且 TI 认为有必要时才会使用测试或其它质量控制技术。除非政府做出了硬性规定, 否则没有必要对每种产品的所有参数进行测试。

TI 对应用帮助或客户产品设计不承担任何义务。客户应对其使用 TI 组件的产品和应用自行负责。为尽量减小与客户产品和应用相关的风险, 客户应提供充分的设计与操作安全措施。

TI 不对任何 TI 专利权、版权、屏蔽作品权或其它与使用了 TI 产品或服务的组合设备、机器、流程相关的 TI 知识产权中授予的直接或隐含权限作出任何保证或解释。TI 所发布的与第三方产品或服务有关的信息, 不能构成从 TI 获得使用这些产品或服务的许可、授权、或认可。使用此类信息可能需要获得第三方的专利权或其它知识产权方面的许可, 或是 TI 的专利权或其它知识产权方面的许可。

对于 TI 的数据手册或数据表, 仅在没有对内容进行任何篡改且带有相关授权、条件、限制和声明的情况下才允许进行复制。在复制信息的过程中对内容的篡改属于非法的、欺诈性商业行为。TI 对此类篡改过的文件不承担任何责任。

在转售 TI 产品或服务时, 如果存在对产品或服务参数的虚假陈述, 则会失去相关 TI 产品或服务的明示或暗示授权, 且这是非法的、欺诈性商业行为。TI 对此类虚假陈述不承担任何责任。

可访问以下 URL 地址以获取有关其它 TI 产品和应用解决方案的信息:

产品

放大器	http://www.ti.com.cn/amplifiers
数据转换器	http://www.ti.com.cn/dataconverters
DSP	http://www.ti.com.cn/dsp
接口	http://www.ti.com.cn/interface
逻辑	http://www.ti.com.cn/logic
电源管理	http://www.ti.com.cn/power
微控制器	http://www.ti.com.cn/microcontrollers

应用

音频	http://www.ti.com.cn/audio
汽车	http://www.ti.com.cn/automotive
宽带	http://www.ti.com.cn/broadband
数字控制	http://www.ti.com.cn/control
光纤网络	http://www.ti.com.cn/opticalnetwork
安全	http://www.ti.com.cn/security
电话	http://www.ti.com.cn/telecom
视频与成像	http://www.ti.com.cn/video
无线	http://www.ti.com.cn/wireless

邮寄地址: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2006, Texas Instruments Incorporated