

Application Brief

解决示波器应用中的电源设计难题



Bruce Lu

实时采样速率更高和更加便携是新型示波器产品的两大趋势，此外还有数字电路功能更强大和电路板尺寸更小。为了满足这一要求，应优先选择动态负载性能更好、功率密度更高的电源系统。敏感的模拟元件也需要低噪声和低输出纹波来生成高精度图像。尽管 12V 仍是较为常见的中间轨，但 24V 架构的应用越来越流行。本文讨论了与使用降压稳压器为示波器供电有关的常见设计挑战。

表 1 列出了推荐用于示波器电源设计的直流/直流降压稳压器，包括具有可选频率同步和集成电感器模块选项的转换器。

表 1. 示波器电源管理器件

	GPN	V _{IN}	I _{OUT}	F _{sync}	特性	模块选项
快速瞬态响应	TPS563252	3V 至 17V	3A		快速瞬态响应，易于使用，1.2MHz，3A，宽 V _{OUT} 范围，ECO/FCCM/OOA	TPSM863252
	TPS563257	3V 至 17V	3A			TPSM863257
	TPS568231	3.8V 至 17V	8A		快速瞬态响应，P2P 8A/12A 系列，400/800/1200KHz，ECO/FCCM，可调节软启动	
	TPS56C231	3.8V 至 17V	12A			
	TPS548A28	2.7V 至 16V	15A		快速瞬态响应，P2P 15A/20A 系列，600/800/1000KHz，可调节软启动	TPSM8A28
	TPS548A29	2.7V 至 16V	20A			TPSM8A29
功率密度高	TPS543320	4V 至 18V	3A	✓	市面上超高效率 12V/6A 转换器，P2P 3A/6A/8A 系列，±0.5% 精度，可选 F _{sw} ：500KHz/750KHz/1MHz/1.5MHz/2.2MHz，F _{sync} 。电源正常，可调节软启动	TPSM843320
	TPS543620	4V 至 18V	6A	✓		TPSM843620
	TPS543820	4V 至 18V	8A	✓		TPSM843820
	TPS541620	4.5V 至 15V	双路 6A	✓	双通道，小尺寸，500KHz/1MHz/1.5MHz/2MHz，可调节软启动，F _{sync}	TPSM5D1806
	TPS543A22	4V 至 18V	12A	✓		TPSM843A22
	TPS543A26	4V 至 18V	16A	✓		TPSM843A26
	TPS543B22	4V 至 18V	20A	✓		TPSM843B22
	TPS543B25	4V 至 18V	25 A	✓		
低噪声	TPS62912	3V 至 17V	2A	✓	无需 LDO 和无源后置滤波，低噪声/纹波，展频调制，1MHz/2.2MHz，F _{sync}	TPSM82912
	TPS62913	3V 至 17V	3A	✓		TPSM82913
数字接口	TPS546D24A	2.95V 至 16V	40A	✓	带遥测功能的 PMBus，可堆叠 4 个，90% 以上的效率，12V _{IN} ，1V _{OUT} ，500kHz (15A 至 25A)。275KHz 至 1.5MHz，F _{sync}	TPSM8D6C24
	TPS546B24A	2.95V 至 16V	20A	✓		TPSM8D6B24
	TPS546A24A	2.95V 至 16V	10A	✓		
24V 电压轨	TPS62933	3.8V 至 30V	3A		宽 V _{IN} 范围，200KHz 至 2.2MHz 可选频率，EN，轻负载效率，可调节软启动，展频调制	
	TPS62932	3.8V 至 30V	2A			
	TPS56637	4.5V 至 28V	6A		高效率，ECO/FCCM/OOA，可选 F _{sw} ：500kHz/800kHz/1.2MHz，大占空比支持，电源正常，可调节软启动	TPSM86638
	TPS56837	4.5V 至 28V	8A			TPSM86838

挑战

针对 CPU 和 FPGA 内核电压的快速瞬态响应

当示波器进行信号采样和处理时，CPU 和 FPGA 等数字电路消耗的负载电流可能会迅速变化。为了将输出电压调节在较小的下冲和过冲范围内，大多数示波器电源设计都需要具有快速瞬态响应行为的功率器件。如果没有这种行为，CPU/FPGA 就无法接收稳定的输入电压，导致系统性能降低。TPSM863257 是专为解决这一难题而设计的关键器件。TPSM863257 不需要像电流模式稳压器那样的大输出电容，而是采用基于比较器的 D-CAP3™ 控制模式来实现快速瞬态响应，如图 1 所示， ΔV_{OUT} 在 $\pm 3\% V_{OUT}$ 范围内。此外，TPSM863257 易于使用，并且外部元件非常少，可支持大占空比运行。

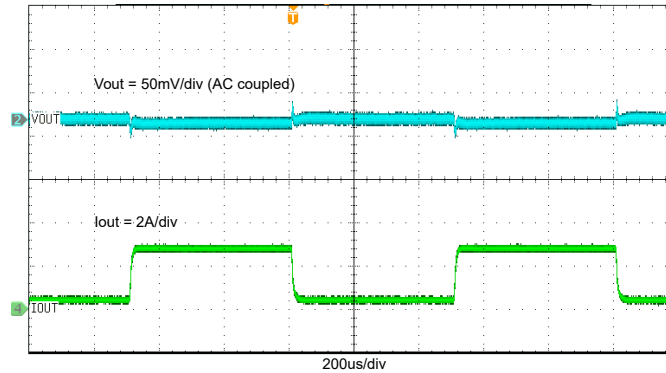


图 1. TPSM863257 瞬态响应 (12V 至 1.05V , 0.3A 至 2.7A , 1A/μs SR)

低噪声排放

由于示波器中的 ADC、DAC 和 AFE 对辐射发射敏感，因此优先选择 EMI 发射较小的低噪声降压稳压器。TPS62913 和 TPSM82913 专为 12V 输入轨的低 EMI 选项而设计。TPS62913 和 TPSM82913 可支持展频调制，有助于降低 EMI 噪声。展频可消除特定频率下的峰值发射，方法是在比具有固定频率运行的器件更宽的频率范围内分散这些发射。与传统的开关稳压器 + LDO 选项相比，TPS62913 和 TPSM82913 可在单芯片选项实现低于 $20 \mu V_{rms}$ 的噪声。通过对铁氧体磁珠滤波器实施内部补偿，还可使输出纹波低于 $10 \mu V_{rms}$ ，如图 2 和图 3 所示。

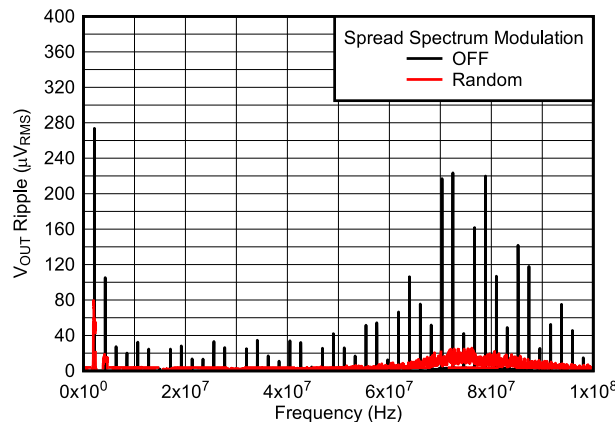


图 2. 12V_{IN} 至 3.3V_{OUT} 以及 2.2MHz 时 TPS62913 的 V_{OUT} 纹波 FFT

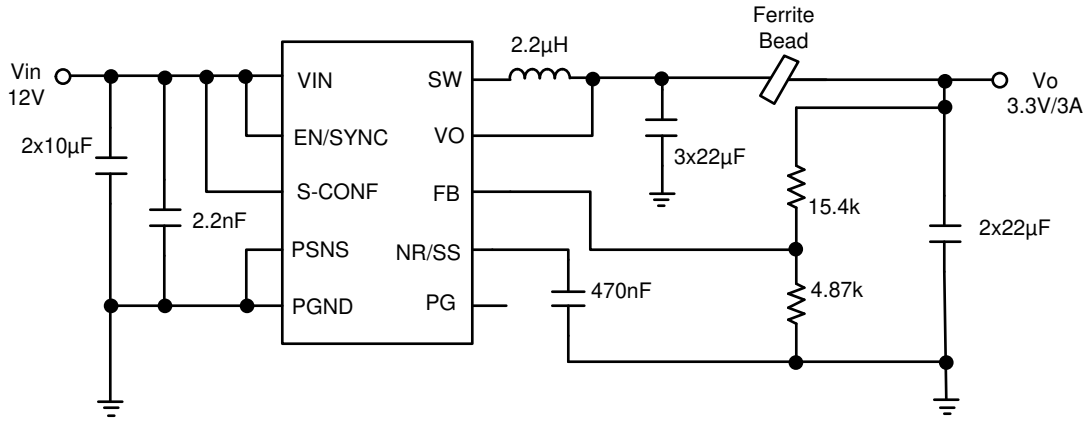


图 3. 采用集成式铁氧体磁珠滤波器补偿的典型应用

功率密度

对于高端和便携式振荡器的电源设计，随着功率需求的增加，电路板面积和厚度日益成为限制因素。电源工程师必须缩小电路设计面积并提高效率，以实现更高的功率密度。TPSM5D1806 的输入电压范围为 4.5V 至 15V，具有双路 6A 的输出电流和较小的封装尺寸 (5.5mm × 8mm × 1.8mm)，有助于实现高功率密度和优化的设计布局。当连接 TPSM5D1806 的两个输出端以进行电流共享时，该模块可提供高达 12A 的电流，如图 4 所示。TPSM5D1806 还具有很高的效率，在 12V_{IN} 至 5V_{OUT}、3A 输出电流和 2MHz 开关频率的条件下，效率可达 92%。

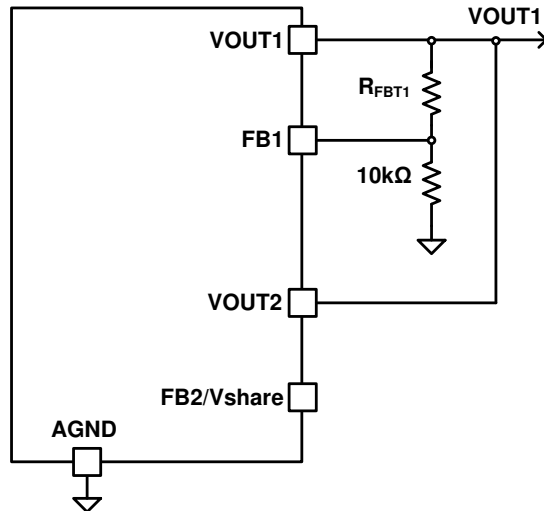


图 4. 单器件，电流共享

监测电源参数

示波器电源设计的另一项挑战是监测包括输出电压和输入电流在内的关键参数。示波器需要稳定的输出电压来验证信号测量精度。通过将降压稳压器与具有遥测功能的 PMBus™ 接口结合使用，可以监测实时输出电压，并调整电压以实现稳定性。此外，监测输入电流有助于评估效率并优化电源管理，从而延长电池使用寿命并降低功耗。为应对这一挑战而设计的支持 PMBus 的关键器件系列是 TPS546A24A 系列转换器和 TPSM8D6C24 系列模块。

TPS546A24A 和 TPSM8D6C24 是具有可选开关频率的固定频率器件，能够与外部时钟同步，这也有助于实现稳定的频率。对于 TPSM8D6C24，有一个双路 35A 或单路 70A 以及最多四相可堆叠模块。请参阅图 5 中的简化应用。

德州仪器 (TI) Fusion Digital Power Designer 支持 TPS546A24A 和 TPSM8D6C24 器件。Fusion Digital Power Designer 是一款图形用户界面 (GUI)，可使用德州仪器 (TI) USB 转 GPIO 适配器通过 PMBus 配置并监控器件。下载德州仪器 (TI) [Fusion Digital Power Designer](#) 软件包。

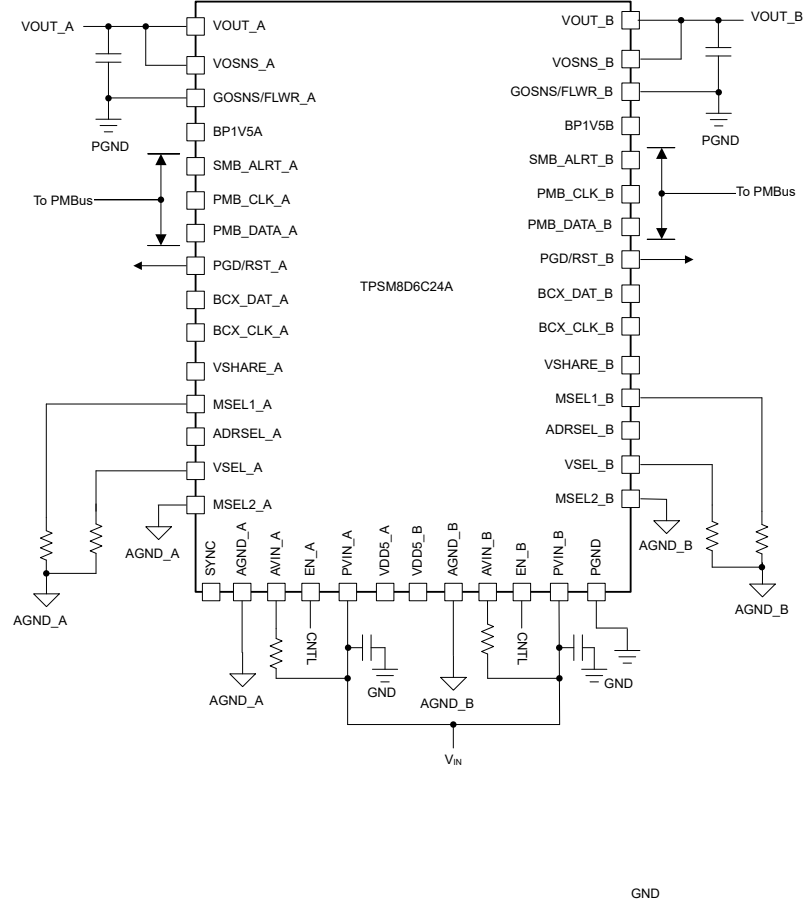


图 5. TPSM8D6C24 的简化应用

结论

设计示波器电源需要考虑瞬态响应、噪声排放、功率密度和电源参数监测。TI 品类丰富的降压转换器和模块产品系列具有良好特性，能够解决 12V 和 24V 输入电压轨（具有各种输出电流）中的所有上述电源设计难题。

重要声明和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2023，德州仪器 (TI) 公司