

一种新型数字电源系统管理(DPSM)解决方案

假如您考虑到软件团队相对于其硬件伙伴所拥有的以下优势，那么就可以体会到：电源系统设计师和数字 ASIC/FPGA/微处理器电路板设计人员对于从事软件工程的同事略感 "羡慕" 或许是合乎情理的。

- 电路板硬件设计需要耗时几天乃至数周，相比之下，从编写软件代码到观察其效果之间的时间延迟要短得多。对产品上市进程造成最大限制的是其编码和测试生产率，而与其他因素关系不大。

- 软件更新是根据需要 "推送" 给客户，用以修补漏洞和改善现场使用性能。硬件更新则必需召回电路板进行返工。

- 他们可以在舒适的小隔间里通过记录的数据轻松地跟踪其代码的性能。性能瓶颈一下子就可以确定，因而能在未来实现快速改进。而在另一块场地上，硬件工程师们则是一连几天呆在实验室里，使用电压计和示波器探头弯腰驼背地的 "捣鼓" 各种电路板。

- 他们编写一组核心模块代码，随后针对不同的客户和市场需求进行相应的修改。定制的硬件则需要变更组件和物料清单 (BOM)，因而冒着设计产生分歧的风险。

电源系统设计师面临的挑战日益严峻

使问题更加严重的是，随着纳米级处理器 (ASIC、FPGA、微处理器、DSP) 的电源电压持续降低至目前的不足 1V，新式数字电路板的电源系统设计团队面临的挑战就更加严峻。负载点 (POL) 电源的容限要求日益严格，已接近 2% 至 3%，误差预算包括负载步进时的 DC 准确度、纹波和瞬态偏移。请注意，0.9V 电源的 3% 仅为 27mV。在电源电压下降、处理器中塞进更多内核的同时，电流值却在上升，甚至超过了 100A。在数百安培电流流经电源及地平面的情况下保持数十毫伏的准确度是一个严峻的 PDN (配电网) 设计任务。与此同时，人们还在尽力提高处理能量的效率，以降低数据中心电费和冷却成本。随着电路板温度接近 100°C，服务器机箱也变得越来越热。设计周期越来越短，但是，视裕度测试结果的不同而不同，同时为了满足不同市场及客户的独特需求，设计方案在最后一分钟仍然需要各种修改。对于有多个电源的电路板，排序一直是一种常见要求，但是这种要求变得越来越复杂了，因为电源数量多达 20 至 50 个，而且跨越了多种功率域。

迄今为止的解决方案

诸如排序、监控、监视和裕度调节等电源管理任务一直由一堆杂乱无章的组件完成，包括监察器、排序器、ADC、DAC、放大器和微控制器。使这些分立器件协调一致地工作占据了大部分设计时间。集成型解决方案源于具有用于裕度调节、ADC 监视和 EEPROM 故障记录之附加功能的监控器和排序器。但是这些器件在修整、裕度调节和监视方面的电压准确度欠佳。另外还有片内系统 (SoC) 器件，此类器件集成了许多独立的数字门和具有 ADC、DAC、比较器及 PWM 输出的逻辑电路。由于不具备任何的电源管理架构，因此即使面对最基本的任务，这些器件也需要进行大量的编程，从而耗费长达数月的时间来完成设计和验证工作。

由于人们竭力推进电源系统的数字化管理，因此产生了各种数字电源解决方案，这些解决方案的 DC/DC 转换器环路采用了 ADC、数字补偿器和数字 PWM。由于这种采样系统固有的量化，数字环路在电源输出电压中产生了更大的噪声和纹波。而且，这类系统往往有较慢的瞬态响应、准确度欠佳甚至可能出现不规律、不可预期的运行表现。而另一方面，模拟环路速度更快、噪声更低、更可预测。管理多个电源时，需要对 POL 电源进行数字化配置以及与其进行数字化通信，但是电源环路本身依然可以保持是模拟的，这样就可以同时充分利用模拟和数字技术的优势。

完整解决方案

凌力尔特一直牢记 POL 电源发展趋势，已经从头开始设计了一种完整的数字电源系统管理 (DPSM) 解决方案。其核心理念就是，电源环路依然保持是模拟的，同时增加数字接口和数字控制。该解决方案如图 1 所示。这个 DPSM 系列包括多种可互操作的器件，有的有内置 DC/DC 转换，有的则没有，如图 2 所示。所有这些器件都通过业界标准 PMBus 接口与电路板上的控制器通信。选择 PMBus 可实现固件重用，有助于节省设计时间。对于那些首选自主工作而无需开发代码的工程师，凌力尔特还提供工程级开发软件 LTpowerPlay，以定制器件配置。

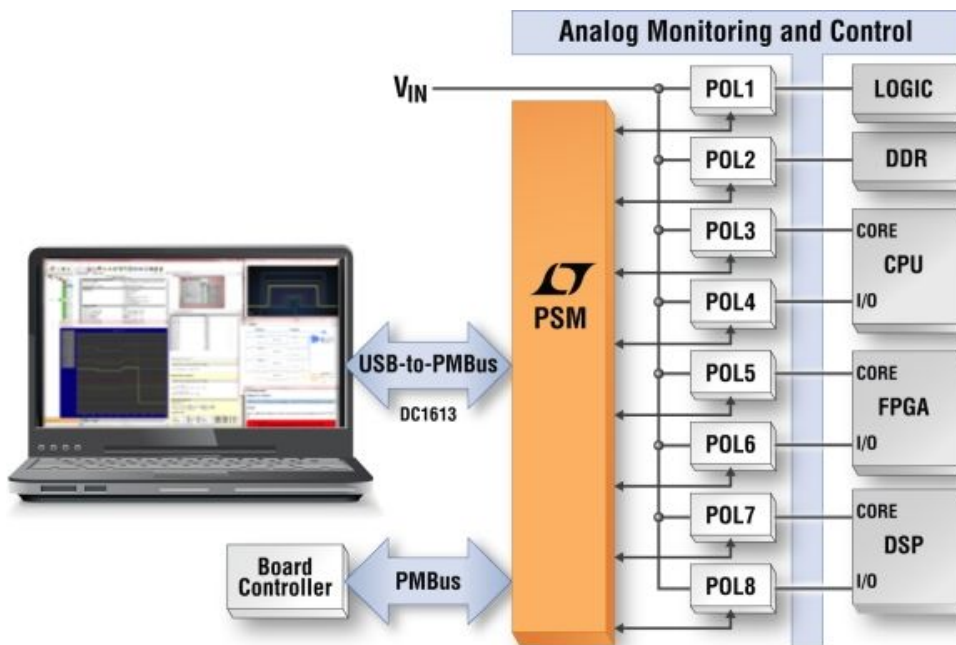


图 1：凌力尔特的 DPSM 架构。POL 电源仍然保持是模拟的，同时增加了数字通信及数字控制。

Analog Monitoring and Control: 模拟监视与控制

USB-to-PMBus: USB 至 PMBus

Board Controller: 电路板控制器

LOGIC: 逻辑电路

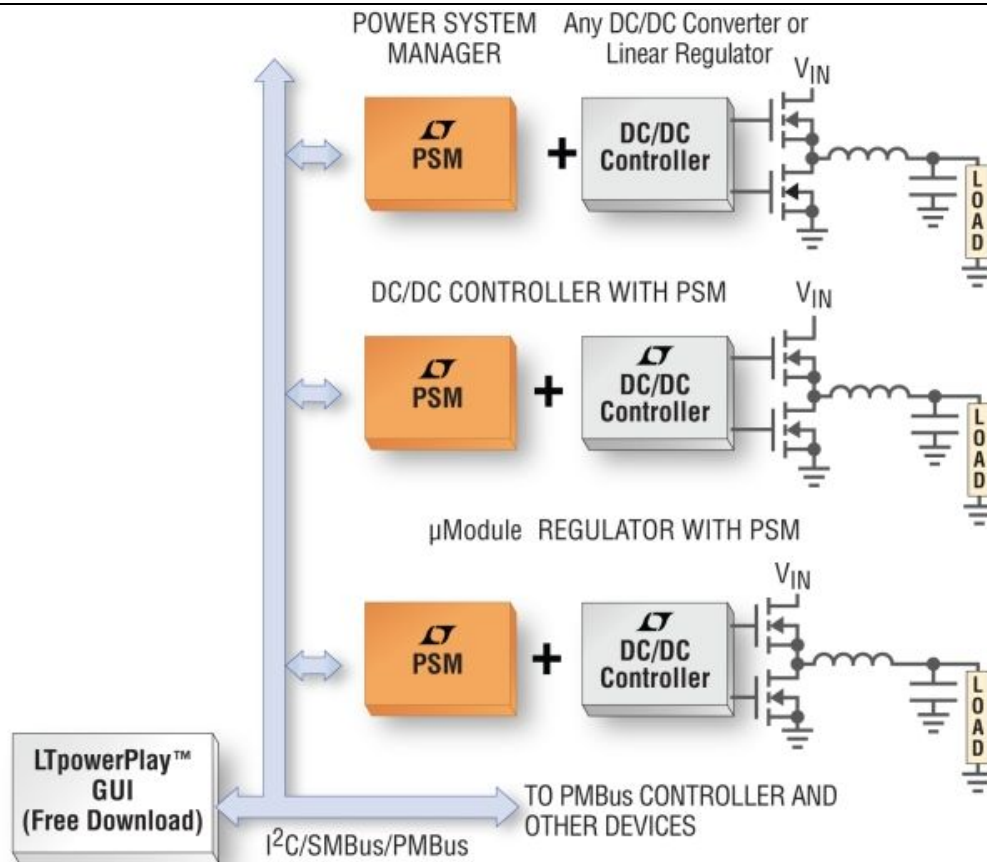


图 2: 凌力尔特 DPSM 器件类型, 视所控制的电源轨数量的不同而不同, 每一类都提供多款器件。

POWER SYSTEM MANAGER: 电源系统管理器

Any DC/DC Converter or Linear Regulator: 任何 DC/DC 转换器或线性稳压器

DC/DC CONTROLLER WITH PSM: 具 PSM 的 DC/DC 控制器

μModule REGULATOR WITH PSM: 具 PSM 的 μModule 稳压器

Free Download: 免费下载

TO PMBus CONTROLLER AND OTHER DEVICES: 至 PMBus 控制器及其他器件

LOAD: 负载

在这些符合 PMBus 标准的器件中, 数字电源系统管理器是那种围绕着某一现有模拟电源系统的器件。它们利用一个准确度为 0.25% 的 16 位 ADC 来测量电源输出电压, 将其与一个目标电压寄存器进行比较, 并通过一个反馈至电源之反馈引脚或修整引脚的 10 位电压 DAC 输出来调节电源。 $\pm 0.25\%$ 的 DC 准确度为电源在负载步进时的变化提供了很大的裕度, 从而降低了对旁路电容的需求, 并节省了所需电路板面积。微调伺服环路连续监视及调节电源, 防止随时间和温度变化出现漂移, 这改进了电路板的长期可靠性。由于电源电压可以准确设定, 所以在现场进行电路板裕度测试时, 减少了不必要的损失。该微调功能还能够微调电源电压, 以优化给定系统负载的能耗。ADC 提供的电压、电流和温度数据可用来深入洞察系统性能, 这有助于改进电路板可靠性、预测电路板更换时间以及降低功耗。

上市时间也可得到改善，因为很多设计的微调都是通过更改寄存器配置完成的，而不是让电路板再次进入生产周期。

数字电源系统管理器的另一个强大功能是以黑匣子方式将故障数据记录到内部 EEPROM 中。当发生故障时，通过分析存储在非易失性 EEPROM 存储器中的最后几个周期的 ADC 监视数据，故障分析大大加快了。这类管理器还能用来进行远程诊断。当与更高层次的软件集成时，还可以从远程位置监视和诊断电路板的电源系统。类似地，现场升级也可以通过推送固件完成。视器件的不同而不同，电源排序通过时间延迟或级联实现；也支持对电源的跟踪。16 通道数字电源系统管理器 LTM2987 如图 3 所示。为了管理 16 个以上的电源，LTM2987 非常容易与其他管理器协调工作。

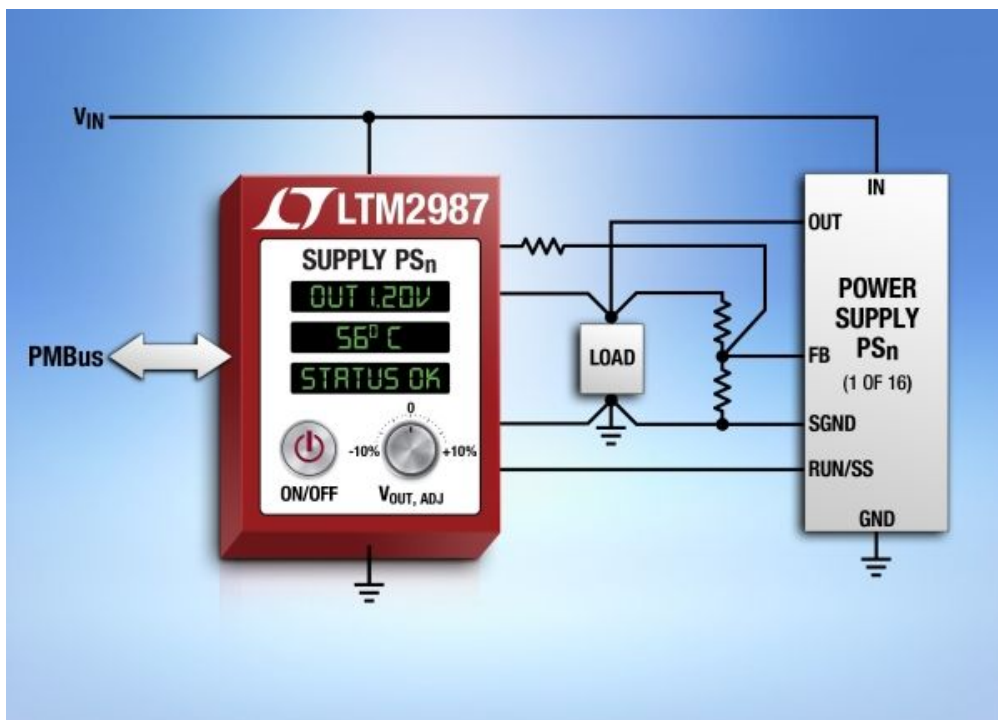


图 3: LTM2987: 16 通道 μ Module PMBus DPSM 以 0.25% 的准确度进行微调、裕度调节和监视

数字电源系统管理器非常适用于具 4 个或更多轨的现有电源系统。当需要对电源限流值、开关频率和斜坡斜率进行数字控制时，具数字电源系统管理的 DC/DC 控制器更加实用。这类器件具备速度很快的模拟电流模式控制环路，增加了数字遥测、配置和控制功能，可实现最佳瞬态响应。在大电流应用中，准确的多相 (PolyPhase) 均流实现了更低的输入纹波。LTM4676 等微型模块系统级封装集成了 N 沟道开关 MOSFET、电感器和电容器，可实现紧凑的 26A 解决方案。参见图 4。

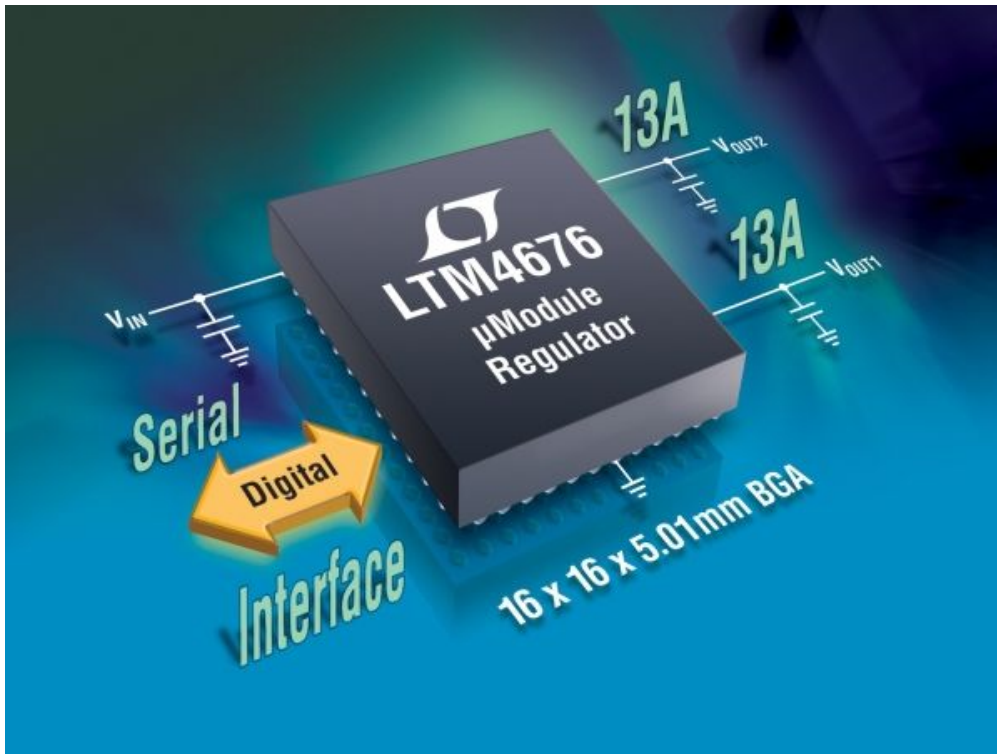


图 4: 具 DPSM 的 LTM4676 双输出 13A 或单输出 26A μ Module 稳压器

结论

对于运用大量电源轨的新式高性能数字处理电路板而言,数字电源系统管理是必备组成部分。市场上大多数解决方案都是为事后添加到排序器上而设计的,或者配备了很多需要大量设定工作的小组件。凌力尔特的 IC 设计师全面彻底地思考了这一问题,定义了一个可互操作的产品系列,从而提供了一个经过完整设计、完全合格且可面向未来的解决方案,帮助减轻了硬件工程师的设计负担。