

如何设计一个紧凑的数字电源管理系统

Tony Armstrong, 凌力尔特公司电源产品部产品营销总监

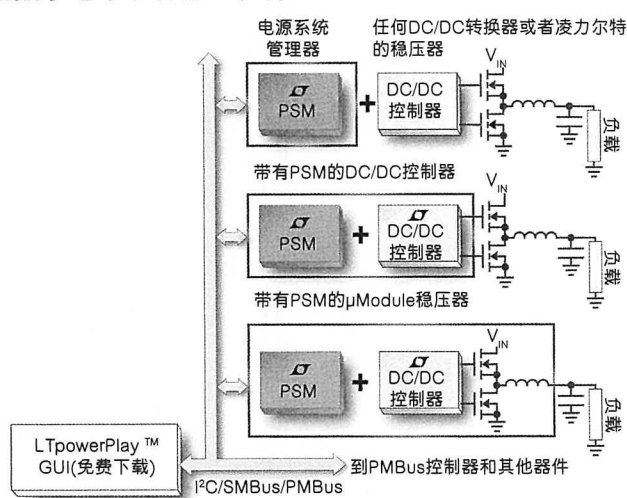
对于任何人而言, 数字电源系统管理(DPSM)在通讯和计算机产业内的持续采用, 有很大的部分是继续由位于其系统架构核心的20nm以下ASIC和/或FPGA所需之高电流水平驱动。我们以下一代数据中心交换机使用的最新ASIC为例来说明; 它们为那些传输100Mbit/s至100Gbit/s以太网和32Gbit/s光纤信道流量的端口实现了更弹性的接口。这使得能够把较高密度的100G端口放入单个机架单元中。除此之外, 这些20nm以下工艺还允许把超过20Mbyte的内存置于ASIC自身之上, 从而有可能免除增设外部内存的需要, 并节省电路板空间及成本。

然而, 此类通讯设备的系统架构设计者正被迫提高其系统的数据吞吐量和性能, 也在被迫增加功能和特性。与此同时, 他们也面临着降低系统总体功耗的压力。例如, 一个典型的挑战便是透过重新安排工作流程, 将作业转移到未充分利用的服务器上, 从而允许其他服务器关机, 以降低总体功耗。为满足这些需求, 知道最终使用者设备的功耗是至关重要的。于是, 一个设计得当的数字电源管理系统能为用户提供功耗资料, 而允许智能性地做出能量管理决策。这是对数据中心的一项关键的要求, 这里, 负责控制内部环境温度之HVAC系统的电力成本是很重要的。此类成本每个月可达几百万美元。

系统挑战

当数字电源正确使用时, 它能够降低装置功耗、缩短产品上市时间、拥有

图1: 典型数字电源系统管理系统配置



卓越的稳定性和瞬时响应、并提高整体系统可靠性。

DPSM一项主要的优势是能够降低设计成本和加快产品上市时程。采用一种具有直觉图形用户接口(GUI)的综合开发环境, 即可以高效地开发复杂的多电压轨系统。另外, 此类系统还可利用GUI而不是在“白色导线”固定点上进行焊接来实现更改, 而简化了在线测试(ICT)和电路板调试工作。另一个益处是, 由于有实时遥测数据可用, 因此可预测电源系统的故障, 并采取预防性措施。最重要的也许是具数字管理功能的DC/DC转换器允许设计者开发“绿色”电源系统, 这种系统可满足目标性能要求(指令周期、数据速率等), 而且在负载点、电路板、机架甚至安装级上的能量消耗极少, 从而降低了基础设施成本和产品整个寿命期的总拥有成本。

许多电信和数据通信系统通过48V背板供电。一般将该电压降压至一个

较低的中间总线电压(通常为12V至3.3V), 以为系统内部的电路板支架供电。然而, 这些电路板上的大多数子电路或IC需要在1V以下到3.3V的电压范围和几十毫安至几百安培的电流范围内工作。因此, 为实现从中间总线电压至子电路或IC所需之期望电压的降压, 负载点(PoL)DC/DC转换器是必要的。这些电源轨对于排序、电压准确度、裕度调节和监控具有严格的要求。

在一个电信系统中会有多达50个PoL电压轨, 而且系统架构设计者需要一种相对于其输出电压、排序和最大可容许电流来管理这些电压轨的简单方法。某些处理器要求其I/O电压在其内核电压之前上升, 另一种情况是某些ASIC和DSP要求其内核电压的上升先于其I/O电压。断电排序也是必要的。设计者需要一种做出变更以优化系统性能和为每个DC/DC转换器存储一种特定配置的简易方式,

旨在简化设计工作。

此外,为避免昂贵的FPGA、ASIC和DSP遭遇过压情况的可能性,高速比较器必须监视每个电源轨的电压位准,并在某个电源轨超出其规定的安全工作限制范围时立即采取保护性措施。在数字供电系统中,当出现某种故障时可通过PMBus警示线路通知主机,并且能够把相关的电压轨关断以保护FPGA等受电组件。实现这种保护等级需要合理的准确度和大约几十微秒的响应时间。

为了应对这些挑战,凌力尔特决定开发PSM产品线,其包括具整合型功率FET极驱动器及丰富齐全之电源管理功能(通过基于I²C的PMBus来使用)的同步降压DC/DC控制器。这些功能包括高精度基准和可提供 $\pm 0.5\%$ DC准确度的温度补偿型模拟电流模式控制回路、经过校准以不受工作条件之影响的简易型补偿、逐周期电流限制、快速和准确的均流、以及针对线路电压和负载瞬时的响应,并不存在任何与ADC量化相关联的误差,此类误差是采用“数字”控制之产品中所常见的。该产品线的某些产品还内建了可提供输入和输出电压及电流、工作周期和温度之数字回读的16位数据采集系统。另外,还整合了透过一个中断标记及一个“黑盒子”记录器(其负责储存发生某种故障之前的转换器工作状态)实现的故障记录功能。最后,多电源轨系统的开发工作借助凌力尔特的LTpowerPlay开发软件和GUI接口得到了简化。

针对复杂问题的简单解决方案

那么,为了提供最终产品配置一款数字电源系统管理解决方案,系统架构设计者必须做些什么呢?主要目标之一将是设计一个系统,以便能够通过一数字通信总线容易地对其实施配置和监视。这将通过使用下面三者之一来实现:I²C、SMBus或PMBus。这些总线的任一种都能启用按需遥测能

力以设定、监视、变更和记录系统内任何PoL转换器配置的电源参数。该系统的简化瞬像示于图1。

在该例中可见,PoL转换器所示为3种不同的拓扑配置。在该图的上部,一个电源系统管理器芯片与一个传统的DC/DC转换器搭配使用。DC/DC转换器可以是任何拓扑并具有任何整合度,因为电源系统管理器将允许利用通讯总线对其进行接口、控制和监视。位于该图中部的PoL转换器显示了一种增加的整合度,即:DC/DC转换器内建了电源系统管理功能电路(在同一个封装中)。最后,该图中最下面的PoL转换器是一款精小型模块,它把电源系统管理器、DC/DC转换器以及所有其关联的外部零组件整合成单个IC(凌力尔特将其称为 μ Module稳压器)。

凌力尔特的 μ Module DC/DC稳压器可提供一种同时提供高功率输出和DPSM功能的简单和有效之方法。由于可容易地通过并联多个 μ Module稳压器以提供高电流输出(各个通道彼此之间的电流匹配准确度标称值在1%以内),从而降低了产生热点的可能性。而且,只有其中一个 μ Module稳压器必需具备DPSM能力,原因是即使并联的 μ Module未内建固有的DPSM,也能提供完整的数字接口。图2(详见本刊网站)表示LTM4677(36A DPSM μ Module)与3个LTM4650(50A μ Module)相并联的应用电路原理图。

用于DPSM产品的LTpowerPlay通用型GUI

采用DPSM产品构建之系统的一个主要优势在于:借助合适的GUI可以容易地与系统内部的每个个别PoL转换器进行通信。因此,从一开始凌力尔特就决定开发一款作为完整开发平台的GUI,该GUI可容易地与凌力尔特在其DPSM产品库中提供的所有不同类型产品一起使用,即基于LTpowerPlay窗口的开

发环境。该软件不仅使得能够容易地同时控制和监视多个支持PMBus的凌力尔特组件,而且还允许透过把系统参数下载到个别组件的内部EEPROM实时地完成DC/DC转换器配置的更改。这透过允许利用软件来调整系统配置(而不是求助于用焊烙铁换出组件并重新进行电路板布线的费时传统!)缩短了设计开发时间。但还不止于此,一旦在现场部署了某个终端系统,则监督者透过一个采用该GUI的适用接口简单地更新PoL转换器的工作参数可实时地调整系统。图3(详见本刊网站)所示为用户询问其系统时将会看到凌力尔特LTpowerPlay功能控制页的典型屏幕截图。

凌力尔特所有的PMBus产品均由该软件开发系统提供支持,它能够在初始开发阶段及随后在用户现场实施安装时说明设计人员快速完成系统的调试。其可简便快捷地实现电源电压、限值和排序的监视、控制和调整。而且,采用几个标准的PMBus命令还可以容易地完成生产裕度测试。

结论

在当今的数据通信和电信系统中具备DPSM功能可为系统架构设计者提供一种简单和强而有力的方法,仅使用4个 μ Module稳压器就能为最新的20nm以下ASIC和FPGA之1.xV核心电压提供180W以上的功率。如图2所示,通过以一种多相配置组合使用LTM4677和3个LTM4650,不仅节省了昂贵的PCB面积资源,还减少了所需的冷却量。此外,DPSM的软件可编程性还显著地缩短了通常与这种努力相关联的调试时间。这降低了基础设施成本和产品整个寿命期的总拥有成本。虽然没有调试硬件系统时采用电烙铁重新布线之传统方法的那些乐趣,但是其方便而且节省时间的特性非常引人注目而不容忽视。 **EET**