

微型电源模块帮助简化电源设计

引言

数字电源是用于降低功耗和管理现代电子系统不断增加的电源复杂性的最重要技术之一。从智能手持设备到数据服务器和无线基站，数字电源管理和控制提供的实时信息使开发人员能够构建可自动适应其环境的电源系统并优化效率。智能数字电源的使用意味着对负载及系统温度变化的自动补偿，有助于利用自适应死区时间控制来节省能源，通过动态电压调节来实现最优系统性能以及利用各种故障条件下的强大保护功能来实现安全运行。

微型电源模块 IC 用小尺寸封装集成了 PWM 控制器、功率 MOSFET、电感器和其它无源元件，以实现高效功率转换。由于只需要不多几个输入和输出电容器就能构建完整的电源，所以微型电源模块 IC 使电源设计变得简单容易。通过使用微型电源模块 IC 来给具有较小 PCB 面积的各种电路供电，系统设计工程师能够开发更紧凑的小型电子产品，或给同尺寸的产品增加更多特性。另外还能实现新产品的更快上市，因为系统设计工程师可从复杂的电源设计中解脱出来，将精力集中于实现与产品价值相关的重要特性。

数字电源模块 IC 同时具有数字电源和微型电源模块的优点。除具备灵活性、高集成度和高可靠性外，它们还支持高效功率转换。

数字电源的优点

日益复杂但可靠的电源分配系统（如数据服务器、网络设备和基站）常常需要许多电压输出，相互之间有上电时序或跟踪的要求，以便对微处理器、微控制器、ASIC、FPGA 和系统中的其他数字逻辑 IC 施加适当的供电。为最大化这些系统在各种工作条件下的性能和降低总功耗，改变功率转换器的电压和控制其工作模式已成为基本要求。以数字方式管理功率转换和功率输送时序也成为任何高性能系统的基本要求。

1) 通过智能电源管理来最大化系统性能

数字电源 IC 通过系统管理总线（SMBus）相互通信，所使用的电源管理总线（PMBus）协议是使用数字通信总线与功率转换系统进行通信的标准协议。使用 PMBus 和支持 PMBus 的器件进行功率转换可提供传统模块电源系统没有的灵活性与控制。在使用数字电源的情况下，输出电压的调节、上电时序和多个电压输出的同步可通过主机控制器（如图 1 所示）使用基于 PMBus 协议的 I2C 通信总线进行管理。

此外，对于系统监控，数字电源解决方案提供多种故障反应方法。过流和欠流、过压和欠压以及过温故障和警告阈值可在产品的整个寿命期间进行配置和调整。通过监控工作温度可动态调节冷却风扇，以降低系统功耗。

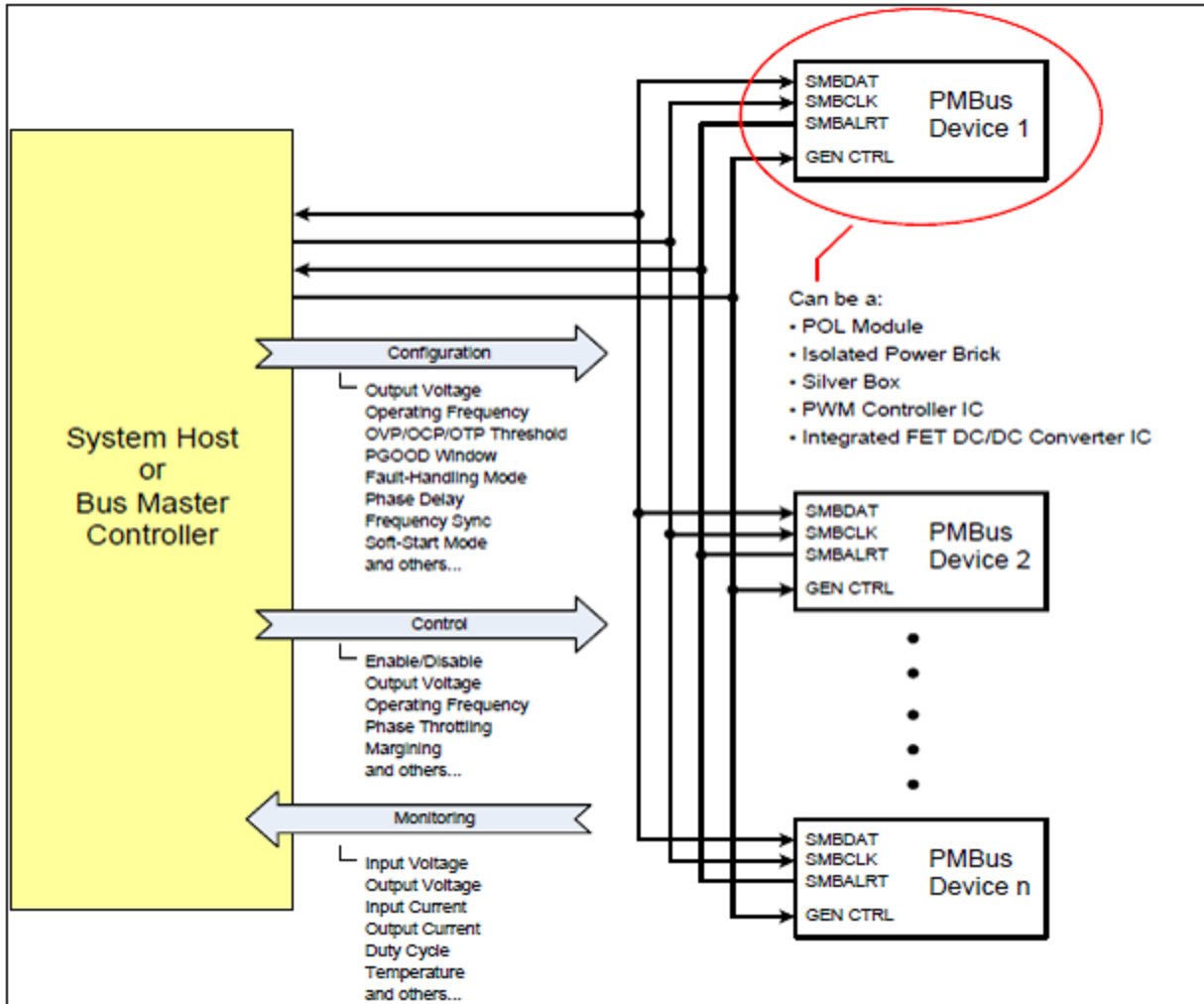


图 1，通过采用 PMBus 协议的 I2C SMBus 总线进行通信的数字电源控制系统

2) 缩短系统产品的开发时间

产品设计过程中有时需要变更设计，包括添加电源轨、增加电源轨的电流或者对更快瞬态响应的要求。新增电压输出需要融入监控、定序、容限及故障检测方案。通常，这需要重新设计电源分配系统。借助数字电源可轻松地给基于行业标准 SMBus 的电源管理系统添加新电压输出。用于新轨的数字电源 IC 有自己的 SMBus 地址。不需要因为附加电压输出而重新编程或添加更多独立电源管理 IC。

在使用数字电源的情况下，系统设计工程师能够缩短电源设计时间，并将精力集中于为系统产品设计主要特性和功能。产品开发时间和研发成本都会因为设计工程师在电源设计上花费更少时间而降低。由于新产品上市速度的加快，所以赢得新业务的机会也会增加。

3) 降低系统物料（BOM）成本，同时改进可靠性和产品寿命

在使用数字电源的情况下，利用软件即可实现许多系统管理和电源控制功能，无需使用附加模拟和电源控制器件。系统设计工程师能够使用相同的器件对每个电压输出供电并通过软件来改变器件的工作状况，无需进行成本高昂的硬件更换。

因此，总物料成本可以得到降低。由于元件数目更少以及数字式管理的全面保护特性的缘故，系统产品会具有更高可靠性和更长的使用寿命。

数字电源的突破 - 带有 ASCR 数字式补偿器的 ChargeMode™控制

不同的芯片或功率转换产品供应商对数字电源的定义也不相同。一些供应商称数字电源是带有数字式接口、基于模拟技术的控制回路，只不过通过 PMBus 增加了数字电源功能；另一些厂商则称数字电源是采用微控制器或数字信号处理器解决方案的数字式控制回路。前者称为数字包封器（digital wrapper）解决方案，因为数字管理电路包裹的是模拟电源控制核心。后者称为全数字解决方案，意味着用户可能需要进行大量软件编码工作。

这两种数字电源解决方案各有优缺点。基于数字包封器的解决方案的功率转换控制无需进行编程，但不提供数字电源的全部优点。另外它还需要有补偿回路设计。这对不是电源专家的系统工程师而言可能具有挑战性。全数字电源解决方案的闭环控制方案具有最高的灵活性，但需要出色的控制算法和软件设计。此外，实现高精度的电压或电流控制需要高分辨率 A/D 电路和更快的时钟，这会增加 IC 成本。传统上，全数字电源解决方案一直使用通用微控制器（MCU）或数字信号处理器（DSP）来实现。由于这些 MCU 和 DSP 并非专为电源而设计，所以常常需要过多的编码和固件设计时间。这使设计全数字电源解决方案比较困难。因此，数字电源的采用速度一直低于预期。

ChargeMode 控制是 Intersil 的第四代数字电源产品采用的专有数字调制技术。借助该技术，Intersil 的数字电源产品能够满足面向现代数据通信和电信基础设施应用的数字电源的以下三个关键要求：

1). 高带宽

ChargeMode 控制是数字电压模式控制，能够使用图 2 所示的单周期响应数字补偿器（ASCR）实现高带宽。使用 ASCR 补偿器，控制回路将对单个周期内的电压偏差做出响应。

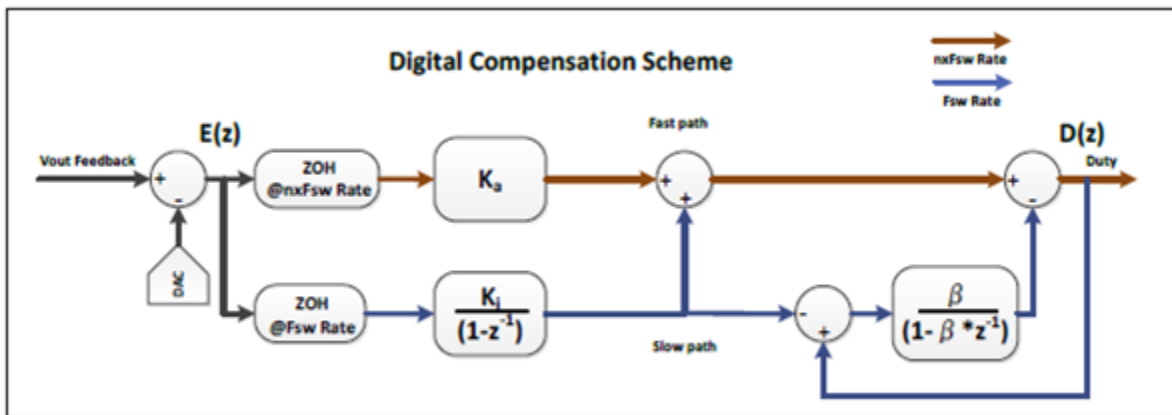


图 2，带 ChargeMode 控制的 ASCR 数字补偿方案

图 2 所示的补偿器框图有两条用于处理量子化误差电压的并行路径。一条称为“快速路径”，其误差电压取样频率高于“慢速路径”。在此独特补偿器结构中，通过占空比（duty cycle）命令反馈来确定快速路径的效应并在随后周期内使快速路径效应失效。

快速路径由比例增益（ASCR 增益） K_a 组成，其以 $Nx\text{Fsw}$ （开关频率的 N 倍）进行误差取样和占空比处理。慢速路径以 Fsw 速率进行误差取样和占空比处理（每个开关周期只处理一次）。快速路径按

照与误差电压的比例响应电压偏差。慢速路径由积分器功能和占空比重置功能组成，前者以 K_i 为其用于低频增益的增益，后者以 β 为其增益。在瞬态事件期间，占空比重置功能会综合快速路径造成的占空比变化以及来自积分功能的稳态占空比来控制占空比。补偿器可简化为有助于实现闭环系统稳定性的双极点、双零点滤波器设计。

带 ASCR 数字补偿器的 ChargeMode 控制可减少误差瞬时取样与占空比决定之间的延迟。这在高频条件下转变为自然相位提升，从而保证系统的稳定性并使高带宽设计成为可能（参见图 3）。

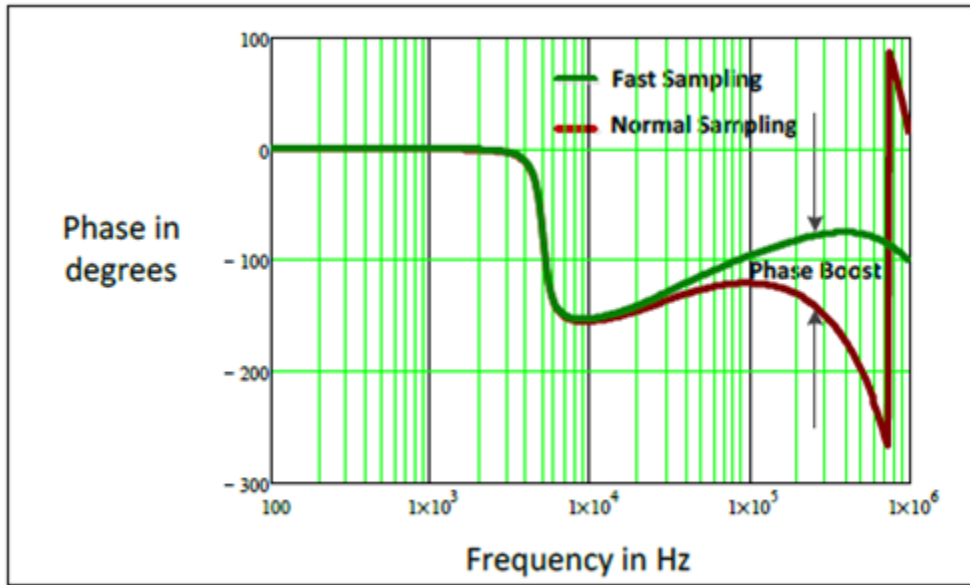


图 3，带 ASCR 数字补偿器的 ChargeMode 控制的相位升压效应

2). 无补偿

ASCR 补偿器能实现具有内在稳定性的控制回路，只需对带宽规范进行调整。在广泛的输出滤波器配置中，只需改变 ASCR 增益就可达到理想闭环带宽工作条件。实际上，ASCR 构块有两个输入：增益设置和残差。增益可设置总体瞬态响应速度，而残差是阻尼因子，主要用于设置回路的响应速率，这对产生需要的最终性能可能很重要。就大多数系统而言，采用残差值的默认设置就可保证系统的稳定性。

3). 支持固定频率开关

传统上，采用带有滞环的电压或电流控制模式均可提供最佳环路响应，但有开关频率在瞬态事件期间可能改变的缺点。借助 ChargeMode 控制，开关频率被固定，以保证对最终用户应用中的噪声频谱的严密控制。

微型电源模块 IC 的优点

微型电源模块 IC 集成 PWM 控制、功率级、电感器和其它无源元件于一体，有助于进一步简化电源设计。为保证小外形和最大化输出功率能力，内部元件和开关频率都通过精心挑选以实现高效率。由于 PCB 相关的功率损耗因元件间的距离更短而得到显著减小，在相同功率水平下，微型电源模块 IC 的效率常常高于分立电源模块。由于只需要不多几个输入和输出电容器，所以微型电源模块的完整电源所占空间较小。由于其低高度，微型电源模块能够安装在电路板的背面，从而将正面空间留给功能芯片。而

且，由于采用设计优良的热增强型引线框架封装，所以微型电源模块具有卓越的热性能。通过 PCB 底面和顶面可高效地将内部功率器件和电感器产生的热发散出去。许多时候并不需要散热器。

微型电源模块 IC 的开发和制造使用相似工艺作为标准 IC 产品。可靠性测试（如 HTOL、温度循环、振动、热冲击和电压力测试）是认证测试的组成部分。通过严格的质量控制，基于微型电源模块的电源在实际使用中发生故障的机会小得多。

结束语

支持 PMBus 的数字电源模块 IC 使设计高效、紧凑和智能的电源变得容易。通过使用数字电源模块 IC 产品，系统设计工程师能够节省 PCB 空间来支持更多功能电路、缩短其产品开发时间、降低研发成本和将新产品快速推向市场。凭借数字控制和高可靠性，系统运行可得到优化，从而实现更低功耗和更长使用寿命。利用专有的“ChargeMode 控制”技术和 ASCR 数字补偿器、优化的功率级元件和具有专利的热增强 HAD 封装，微型数字电源模块可以较少输出电容提供卓越的瞬态性能，并在宽输入电压和输出电压范围内实现高达 96% 功率转换效率。Intersil 的 25/33A 微型数字电源模块就是集最新数字电源控制技术和微型模块设计技术于一体的高性能数字电源模块。

参考信息

- [ISL8270M 数字电源模块 IC](#)
- [ISL8271M 数字电源模块 IC](#)
- [ISL8270M 数据表](#)
- [ISL8271M 数据表](#)
- [了解有关 Renesas 数字电源模块解决方案的](#)

#

© 2018 Renesas Electronics America Inc. (REA). All rights reserved. All trademarks and trade names are those of their respective owners. REA believes the information herein was accurate when given but assumes no risk as to its quality or use. All information is provided as-is without warranties of any kind, whether express, implied, statutory, or arising from course of dealing, usage, or trade practice, including without limitation as to merchantability, fitness for a particular purpose, or non-infringement. REA shall not be liable for any direct, indirect, special, consequential, incidental, or other damages whatsoever, arising from use of or reliance on the information herein, even if advised of the possibility of such damages. REA reserves the right, without notice, to discontinue products or make changes to the design or specifications of its products or other information herein. All contents are protected by U.S. and international copyright laws. Except as specifically permitted herein, no portion of this material may be reproduced in any form, or by any means, without prior written permission from Renesas Electronics America Inc. Visitors or users are not permitted to modify, distribute, publish, transmit or create derivative works of any of this material for any public or commercial purposes.