

先进的控制电子元件提高服务器效率

作者：Allegro™ MicroSystems, LLC 的战略营销总监 Mark Gaboriault、
 系统工程师 Alexander Latham 和
 营销经理 Thomas Rowan,

为降低数据中心的能耗而使用的电源管理方法和三相 BLDC 冷却风扇。本文主要讨论新兴节能策略并介绍支持这些技术的 Allegro 产品。

简介

随着全球计算机服务器机群的发展和互联网流量的激增，这些基础设施消耗全球能量的速度也越来越快。据估计，全球 500,000 个数字中心和 3200 万个个人服务器所消耗的电力占全球电力的 1.5%，一约每年 300 TWh（参考 1）。

在效能大幅提高之后，挑战随之转移到服务器元件的电源和热量管理，尤其是板载冷却风扇，其能耗占服务器总能耗的 10% 至 15%（参考 2）。

近期先进的一体化控制电子元件允许通过本地闭环来控制服务器的电源供给和元件内需求。这些先进的元件还允许风扇从传统的单相 BLDC（无刷直流）电动机迁移至高效率的三相 BLDC 电动机，效率改善达 25%。

电子元件为服务器器件在最大限度减少热量排放、能耗或物理尺寸上提供了并不昂贵的解决方案。某些器件（如 Allegro MicroSystems A4942 三相无传感器风扇电动机驱动器芯片）甚至能够装到迷你导管风扇的中心电路板。中心电路板是有效宽度只有 5 毫米的小环形板，用于容纳转子轴（图 1）。监视器 IC（如 ACS761）允许监视及控制电流与功率，在单个服务器刀片级别上实现热交换管理。

节能策略

最新的服务器提供数种新节能方法，通常可在一年内快速回收转换成本。一例如，微处理器以较小封装提供更高的输出量，消耗更少的能源和产生更少的热量。

通过对各个热来源（主要是电源供给和刀片处理器及其机壳）的研究，散热设计和元件布局得到优化，通过沟型护罩引导层状气流通过这些关键区域。从而完善在以下流动路径中布置成串联或并行阵列的较新的高效率引

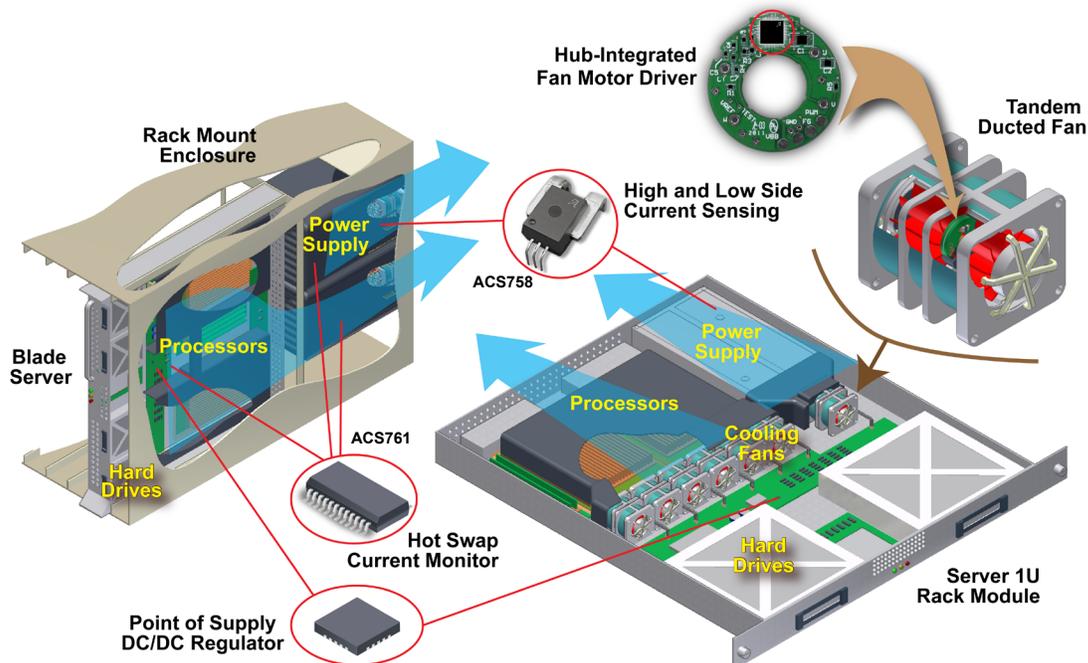


图 1 标准机架安装式服务器及刀片服务器的风扇管理、电流感应、热交换管理和 PoS 调节应用。

导微型（少于 40 毫米）串联风扇电动机组件。

为提高气流效率和尽可能减少尺寸，两个集成风扇串联在一起，以共用相同的管道。但是，这两个风扇在安装轴和驱动电子元件方面完全独立。虽然模块化控制有其优势，但对无感风扇的稳定启动会产生一些影响：在没有外界干扰的情况下，一个风扇将先启动，产生的气流会降低另一个风扇动力并影响开环控制的启动顺序。

类似问题也会出现在风扇尚未停止转动前就重启电机。过去为了避免这种现象，必须在两个风扇完全停止后方可重启电机。新型电机驱动 IC 包含自适应启动算法，可以理解电机此时是受串联的风扇叶片产生的气流驱动，还是电机和风扇自上个功率周期就已经开始运转。此类先进的 IC 可以修改启动顺序并允许两个风扇在功率周期中以最大效率同步工作。

继气流优化后，要求改进 PID 控制系统以优化风扇的速度和空转时间。许多服务器的使用时间都非常短。低功率模式或者带自动开机功能的休眠模式可降低风扇在低需求期间的能耗。

这点可通过在服务器（对于低电流板载应用）或供电线（对于高侧电流感应）的打印电路板上安装电流感应 IC，从而监视元件工作时的电流消耗来完成。这些紧凑的 IC 使用霍尔效应测量磁场电流，无需检测电阻，消除了热量损耗。例如，（Allegro ACS758 中的）集成导体只有 $100 \mu\Omega$ 电阻，低于典型的感应电阻，从而大幅降低能耗。

此技术还在紧凑的封装中提供绝缘电流感应，为闭环反馈提供低电压输出信号。与先进的 PWM 电动机驱动器一同使用，这些器件可以控制电源电流浪涌并确保直接控制闭环风扇速度，以保持气流速度一致及与实际冷却要求成正比例。

此外，由于不需要加大电动机的尺寸以补偿较大的电动机扭矩和速度变化，因此，还可以节省材料成本。电动机之间的电气特性通常相差 10% 以上。而且，电动机所在的本地环境的电力供应和负荷以及冷却液流动与邻近热源的热负荷也有较大的差异。

先进的 PWM 电机驱动器和热插拔电流检控 IC 可以抑制电机启动时的浪涌电流。新的器件类型应用软启动 PWM 电流上升技术，允许设计师优化浪涌电流和功率周期次数（图 2）。

此示例的测试器件是 A4942，——有数项高级功能，可以在转子位置定义的时间之前使电动机相绕组带电，从而获得更高的效率。

这种相位提前技术可确保相绕组在电机的正向转矩为最高效

时达到要求的电流级别，从而提高电机效率。请注意，开机和停机条件相同，但是软启动可以大幅降低最大电流。在启动 - 关闭风扇应用中，较长的通电时间影响不大，可以通过编程以补偿电源浪涌。

集成化热插拔管理

现有的刀片服务器技术致力于通过模块化技术，在存储器和处理器之外安装非板载的供电电源和冷却风扇，从而消除之间的差异。但是，热插拔存在很大的隐患。内置热插拔控制的电流传感器可以很好地管理机电连接器在通断时产生的浪涌电流。外置 FET 的软启动可实现对热插拔电源浪涌的控制及限流。通过控制电源连接时的 FET 开启时间，热插拔电流传感器 IC（在此示例中是 ACS761）使浪涌电流从 32A 降低到了 12A。

热插拔管理会影响服务器中其他元器件的设计。它降低了元器件对于高浪涌电流级别的额定要求。而且通过整合电流和电源的限制，热插拔 IC 不仅最大限度地减少了 UL60950 规定的绝缘电路板面积，还能提供短路保护。

三相电动机优势

尽管单相 BLDC 电动机的成本比三相电动机低，但是随着能源成本不断攀升，三相电动机通过其更高的能效抵销了这部分成本。单相 BLDC 电动机和三相 BLDC 电动机的能效一般相差大约 25%。

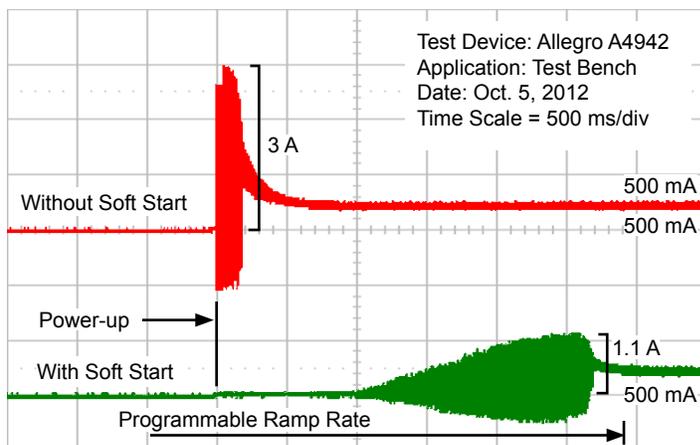


图 2 软启动降低浪涌电流的作用

在设计上，使用电动机软启动等技术降低启动时来自电源的电流浪涌以进一步降低成本。减少浪涌电流也允许使用更小的FET 和降低供电电源成本。

与经优化的电动机驱动器一同使用，功率调节技术可以优化服务器内各种元件和系统的工作。QFN尺寸的DC-DC提供集成了先进功能的电源点管理，如为提高效率而使用的同步整流、最小可控开启时间、及在服务器中普遍需要的优化高边-底边FET的 $R_{DS(ON)}$ 比率以优化 $V_{IN}-V_{OUT}$ 比率。这些功能可提供稳健的容差功率管理以克服不同的工作条件，和检测及报告各种故障情况。

具有高级集成电路控件及监视功能的三相 BLDC 电动机可提供巨大的效率增益，为未来改进提供方法。这些技术可以

应用到子系统级别，因此，他们可以扩展到 DG（分布式发电）和 CHP（热电联供）系统。通过改进的电子评估技术，这些器件可增强服务器系统与智能电网系统的微电网整合。

参考：

1. Biello, David, *Can Facebook Show How to Reduce the Growing Energy Use of the Internet?* Scientific American, August 3, 2012.
2. Neudorfer, Julius, *How to Optimize the Energy Efficiency of Your Server*, eWeek, March 5, 2009.

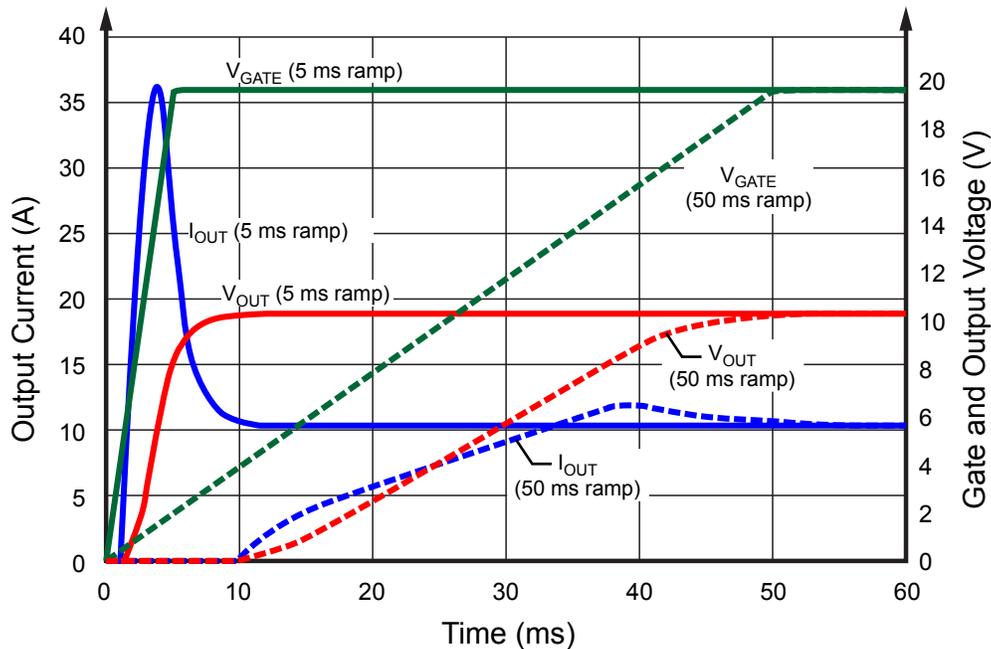


图 3 热交换电流浪涌抑制模拟

最早由 Power Systems Design 在 2012 年 12 月发布。在其允许下重印。

版权 ©2012 Power Systems Design 保留所有权利。

部分内容的版权非 Power Systems Design 所有，版权 2013 Allegro MicroSystems, LLC

本文中所含的信息不构成 Allegro 就本文主题而对客户做出的任何表示、担保、确保、保证或诱导。正在提供的这些信息不保证基于这些信息的流程是可靠的，或者不保证 Allegro 已探究了所有可能的故障模式。客户负责对最终产品进行充分的验证测试，以确保该产品是可靠的，并且符合所有设计要求。

For the latest version of this document, visit our website:

www.allegromicro.com