

## Application Brief

采用创新型 C29 内核的 MCU 如何  
提升高压系统的实时性能

Aishwarya Rajesh, Marlyn Rosales Castaneda, Reinaldo Dos Santos



实时微控制器 (MCU) 在帮助高压汽车和能源基础设施系统满足电源效率、功率密度和安全设计要求方面发挥着至关重要的作用。无论是车载充电器 (OBC) 还是不间断电源 (UPS)，这些设备都必须在恶劣环境中为时间关键型任务提供快速、确定性的性能。

F29H85x 系列 C2000™ MCU 基于 TI 的 C29 内核，专为应对高压系统中严苛的处理和安全设计挑战而设计。这些 MCU 性能显著提升，是前代 TI C28 内核及市场上其他 MCU 的两到五倍，并配备先进的集成式功能安全和信息安全元件，可帮助工程师优化系统的可靠性和完整性，同时降低设计复杂性和成本。

C29 内核的创新包括：

- **重新设计的平台：**  
VLIW 架构与全面保护式流水线结合，支持并行执行最多八条指令。
- **新编译器：**  
通过基于 LLVM/Clang 的编译器提升性能，无需自定义编码或汇编即可实现预期性能。
- **重新设计的中断性能：**  
硬件支持实时中断的快速自动背景保存和恢复。新的中断控制器支持用户对中断优先级和阈值进行完整的配置。
- **增强的平台性能：**  
采用低延迟存储器 and 外设互连设计，具有内置功能安全 and 信息安全机制以增强保护，同时保持出色的实时性能。

本文探讨了 [F29H859TU-Q1](#) 和 [F29H850TU](#) 等实时控制 MCU 及其 C29 内核如何帮助工程师在电动汽车子系统（如 OBC 以及高压和低压直流/直流转换器）和能源基础设施（如光伏逆变器和 UPS）中提供更高的处理能力、电源效率和快速开关频率。

## 增强电动汽车的实时控制能力

通过在 OBC、高压和低压直流/直流转换器等电动汽车子系统以及主机集成系统中使用集成度更高的设计方法，设计人员可以提高电源效率，降低系统成本和减轻重量，并简化设计中安全功能的管理。

通常，在单个 MCU 中执行多个应用需要每个功能具有专用的内核。例如，一个内核专用于 OBC，另一个内核专用于高压和低压直流/直流转换器。通过使用 F29H85x 系列 MCU，设计人员可以通过锁步方式分配该 MCU 三个内核中的两个来处理主机 MCU 所需的关键功能，例如 AUTOSAR 和 ASIL-D 完整性等级下的重要功能安全和信息安全任务，而剩余的一个内核则负责处理系统的控制功能。

C29 内核与功能安全和信息安全单元 (SSU) 集成，可以在同一内核中无缝执行多个控制功能，同时防止这些功能相互干扰。这样可以保持功能之间的完全隔离并且不受干扰。

F29H85x 系列 MCU 通过支持新的控制拓扑和算法（例如矩阵转换器拓扑），进一步提高了汽车系统的性能，这些都得益于增强的 EPWM 功能。这些功能包括一个复杂的比较方案，该方案还集成了安全检查机制，例如保证最小死区和非法组合逻辑。此外，这些 MCU 中的集成 ADC 提供硬件过采样和结果安全校验器等功能来帮助实现准确的检测，从而更最大限度地减少常见任务所需的软件开销。

## 增强能源基础设施的实时控制

与汽车系统所面临的挑战类似，能源基础设施应用的设计人员也必须满足对更高系统效率不断增长的需求。支持能源基础设施的系统，例如光伏逆变器和 UPS（[图 1](#)），必须能够提供越来越多的能源，同时还要抵御网络攻击。

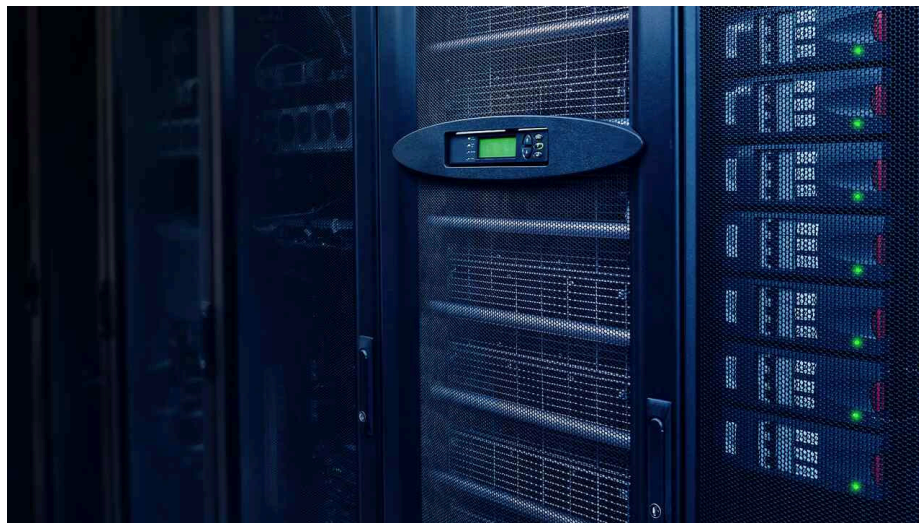


图 1. 用于服务器堆栈的不间断电源

为了实现更高的电源效率和功率密度，设计人员可以利用宽带隙半导体（SiC 和 GaN）和 F29H85x 系列 MCU 来提高功率电子器件的开关和控制环路频率。增加控制环路频率可以提高电源转换的系统电源效率和功率密度，同时允许使用电容器和电感器等更小的无源器件，从而进一步减少占用的布板空间。

从安全角度来看，将硬件安全模块 (HSM) 和 SSU 与 C29 内核集成在一起有助于保护能源基础设施免受潜在恶意软件的影响。SSU 有助于防止恶意软件中断 MCU 内运行中的功能，同时保护内存和外设，确保不影响实时性能。SSU 自动管理和切换硬件中的存储器和外设访问权限。SSU 与 C29 CPU 配合使用，管理每个独立应用功能的独立堆栈指针和堆栈存储器，并针对恶意软件和其它网络攻击提供安全保护。

F29H85x MCU 的架构支持 A/B 闪存组，有助于实现实时固件更新 (LFU)，停机时间几乎为零。除了编程后对内容进行基本的闪存控制器验证之外，HSM 还负责验证更新的整体完整性。该架构还支持将软件更新回滚到之前版本，并且可以永久阻止关键安全更新的回滚。

## 结语

随着人们对高效安全能源设计的需求不断增长，F29H85x 系列 MCU 和 C29 内核将帮助推动高压应用的未来发展。这些功能强大的 MCU 可帮助设计人员简化设计、降低成本并增强可靠性，从而扩展当前系统。

## 商标

C2000™ is a trademark of Texas Instruments.

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 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 © 2024，德州仪器 (TI) 公司