

Application Brief

取得平衡：可提高效率并控制 EMI 的汽车设计



Kayla Vargas

随着汽车行业努力将更多特性集成到车辆中，支持用于更高电气负载的高效系统变得比以往更加重要。然而，在效率和电磁干扰 (EMI) 之间取得微妙的平衡是一个难题。本文介绍了如何结合先进技术、精细的工程设计以及对整体系统设计的仔细考量来克服汽车行业的重要挑战。

借助智能栅极驱动器在不影响效率的情况下对 EMI 进行调优

EMI 是电子系统中普遍存在的一个问题，会导致出现许多其他问题，包括数据损坏、器件故障和损坏。因此，在 EMI 和效率之间取得平衡至关重要，尤其是在电动助力转向 (EPS) 和制动系统等关键设备中。造成 EMI 的因素有很多，例如高速信号的切换、大电流的使用以及杂散电感和电容的存在。

EMI 的一个具体原因是振铃，在开关节点波形上可以明显观察到振铃，如图 2 所示。振铃是指电压或电流快速转换后出现的共振振荡，通常由电路中的寄生电容和电感引起。这些振荡会导致不必要的噪声和干扰，可能影响电子系统的性能和可靠性。减少这些影响的可行方法包括：优化元件放置、尽可能地减少 PCB 寄生、隔离高速布线以及正确接地。

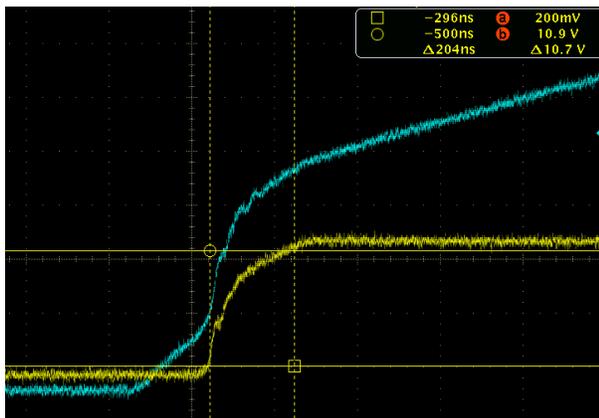


图 1. 通过 IDRIVE 调优来减少振铃

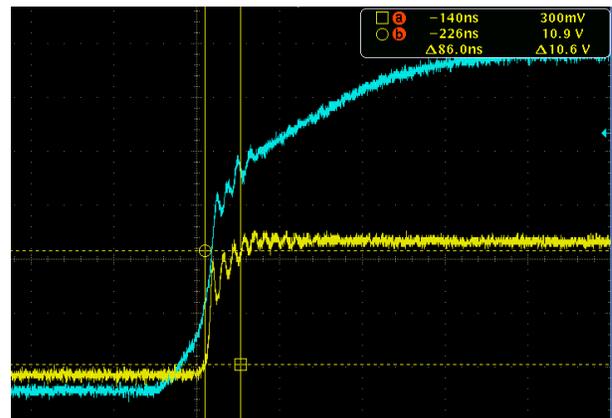


图 2. 开关节点波形上的振铃

压摆率调优是一种用于控制 MOSFET 两端电压变化速率的技术，这种变化速率会影响开关节点振荡的严重程度。这可通过调节栅极驱动电流来实现，该电流决定了电荷注入 MOSFET 栅极的速率。智能栅极驱动器是德州仪器 (TI) 的一项技术，该技术提供了集成的压摆率调优以及其他可用于优化 MOSFET 开关的功能。使用压摆率调优进行优化后的设计效果如图 1 所示。

智能栅极驱动器通过集成多电平栅极电流以调节控制外部 MOSFET 开关的能力，简化了电机驱动器设计。利用可调栅极上拉或下拉电流，用户能够微调 MOSFET 导通或关断的速率，从而控制电机开关节点的压摆率。此过程无需使用外部串联栅极电阻器，可省去多达 24 个外部元件，同时允许尝试多种组合而无需返修硬件。这有助于简化设计流程，降低成本，并优化电机驱动器的开关损耗和 EMI 性能。

这种节省成本的架构如图 3 所示。DRV3233-Q1 是一款具有该特性的全新先进器件。DRV3233-Q1 提供 45 个不同的栅极电流电平，其中 36 个电平的范围为 0.5mA 至 250mA。较小的 MOSFET 需要更精细的电流控制来调整其压摆率，因此在较低的电流范围内设置更多的步长有助于快速高效地调整 MOSFET 开关，从而改善 EMI，而无需不断切换外部栅极电阻器。

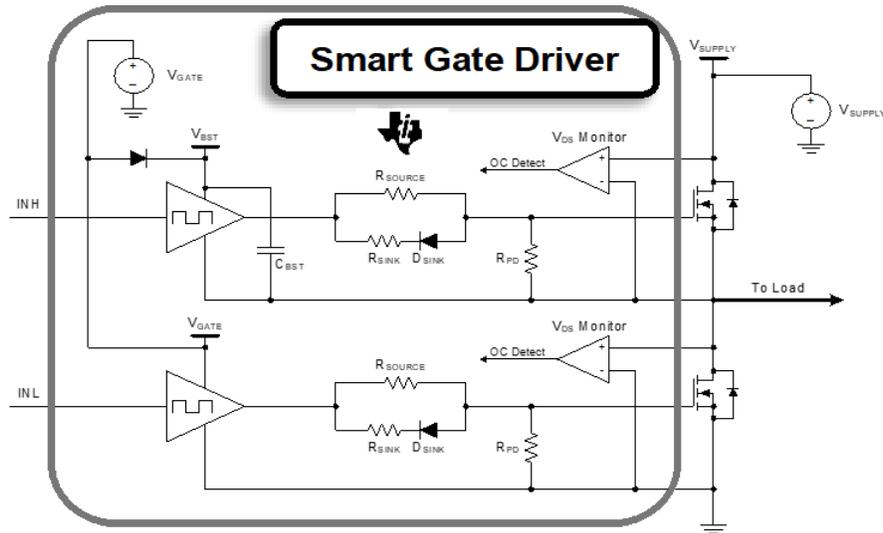


图 3. 智能栅极驱动架构

DRV3233-Q1 具有快速预放电特性，可在不影响调优后 EMI 性能的情况下更大限度地缩短死区时间。该器件还具有自动强下拉电流，以便在半桥互补侧导通时尽可能减少栅极电压耦合。这些特性可帮助工程师找到并实现系统在 EMI 和效率之间的平衡。DRV3233 的其他特性包括超小型封装选项 (6mm x 4mm 32 引脚 QFN)、具有低输入温漂 (整个温度范围内小于 0.1mV) 的高精度 CSA、 $\pm 2V$ 共模范围，以及宽工作电压范围，能够在 0 级 (-40°C 至 150°C 环境温度) 温度条件下支持 12V 和 24V 电池系统 (工作电压为 4.5V 至 60V)。

结论

除了在设计尺寸、设计成本和电流检测精度方面处于先进地位之外，DRV3233-Q1 还通过利用 TI 的高级特性，为汽车行业提供了功能强大的工具来解决 EMI 和效率问题。

相关信息

德州仪器 (TI)，[了解智能栅极驱动器](#) 应用手册。

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 © 2023，德州仪器 (TI) 公司