

## Application Brief

# 有刷直流电机的集成失速检测



### 引言

电机失速检测对于许多应用至关重要，原因涉及多个方面。首先，电机失速检测有助于检测电机何时到达行程终端或何时由于障碍物突然停止。例如，电动门锁的门栓到达关闭位置会导致电机停转。其次，失速检测可以帮助更大限度地减少因过热、磨损和应力（如果在电机失速时过驱动，则发生这些情况）而对电机和机械系统造成的长期损害。最后，失速检测通过避免不必要的能源消耗来提高效率并降低功耗。受益于电机失速检测的一些应用示例包括真空机器人、电动门锁和便携式打印机。

如今，已有多种方法可以检测有刷直流 (BDC) 电机何时停转。其中包括测量电机电流、反电动势，以及使用编码器和霍尔传感器来监控电机的位置。所有这些方法都需要一定程度的分立电路和软件实现，这增加了 PCB 的设计成本和设计尺寸。本应用简报提出了一种完全集成的智能失速检测设计，可以取代分立式设计。该设计集成在 TI 最新的 DRV8213 电机驱动器中。

### 分立式失速检测设计

检测 BDC 电机失速的最常见方法之一是测量电机电流。使用与电机电流通路串联的检测电阻来测量电机电流。检测电阻在电机两端产生与电机电流成正比的电压。该检测电阻电压被馈入放大器网络，以将电压提升至 MCU 的 ADC 动态范围内。MCU 监视电流检测输出并检测电流何时超过特定阈值 (VREF)。当 BDC 电机失速时，电流会显著增加。阈值必须设置为高于稳态电流的值，且必须通过实验针对特定电机和应用进行确定。

当检测电压超过 VREF 时，会检测到失速且 MCU 会执行所需的响应，例如停止电机、反转电机方向或警告用户。图 1 展示了该设计的简要方框图。

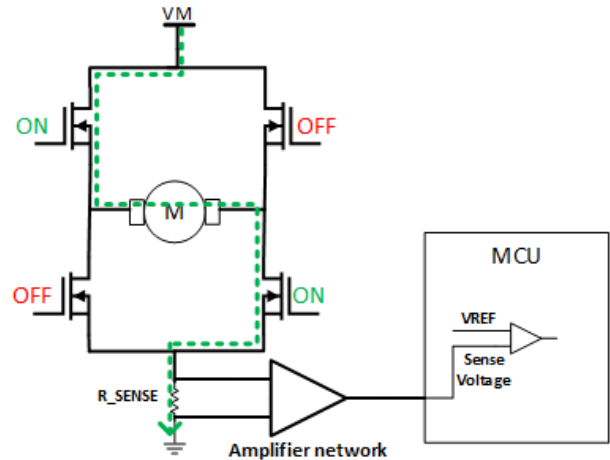


图 1-1. 基于电流检测的失速检测方框图

阈值 (VREF) 取决于具体的电机和应用。可能需要使用不同的值和操作条件进行实验，找到涵盖最坏情况（例如电机满载，或在高温或低温下运行时）的阈值。检测电阻的额定值必须根据系统中预期的最大电流确定。

由于电机开始旋转时需要高扭矩来克服惯性矩，BDC 电机在启动期间具有高浪涌电流。因此，MCU 必须忽略浪涌期间的电流，避免出现错误的失速检测。这只需添加延迟或消隐时间（从超过阈值到 MCU 报告失速情况）即可实现。每个电机和应用的延迟时间都是通过实验确定的。图 2 使用真实电机展示了此设计从启动到失速的情况。

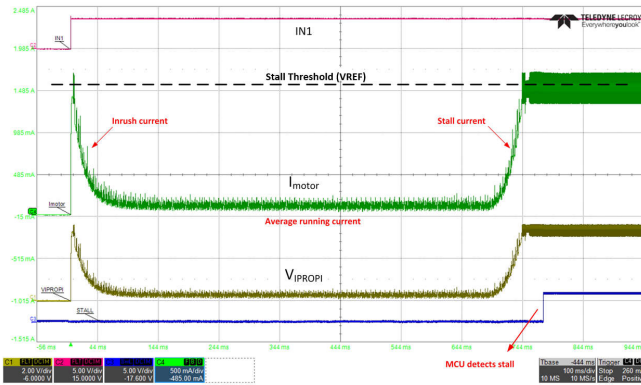


图 1-2. 电机从启动到失速的波形

### DRV8213 集成失速检测

DRV8213 集成了一种失速检测方法，该方法依赖于恒定电流监控，类似于上一节中提到的分立式设计。DRV8213 上的集成电流检测具有与电机电流成正比的电流输出。该比例电流被称为 *I<sub>PROPI</sub>*。图 3 展示了 DRV8213 的电流检测和调节块。集成电流检测块是具有标量因子的电流镜电路。减小后的电流流经外部电阻产生电压，将该电压与外部 *V<sub>REF</sub>* 电压进行比较。*V<sub>REF</sub>* 电压在 DRV8213 中有两个用途：用于设置电流调节限值和失速检测限值。一旦超过限值，驱动器将检测到失速（如果已启用）。

DRV8213 通过包含可调节的消隐时间 *T<sub>INRUSH</sub>* 来解决启动期间的错误失速检测问题。DRV8213 有一个 *T<sub>INRUSH</sub>* 引脚，可将外部电容器 (*C<sub>INRUSH</sub>*) 连接到 GND。该引脚设置失速检测方案在电机启动期间忽略浪涌电流的时间。消隐时间由以下公式表示： $T_{INRUSH} = 6.5 \times 10^6 * C_{INRUSH}$

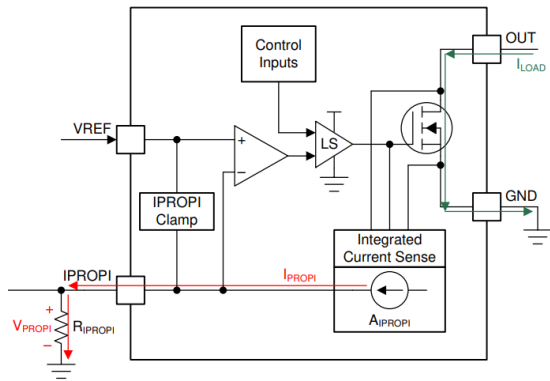


图 1-3. 集成电流检测方框图

图 4 展示了更多有关失速检测操作的信息。浪涌电流被调节至 *I<sub>TRIP</sub>* 阈值。失速检测方案在 *T<sub>INRUSH</sub>* 设置的时间内忽略该浪涌电流。一旦电机停转，电流再次上升，这次驱动器会通过将 *nSTALL* 引脚设置为逻辑低电平来标记失速检测，以指示检测到失速。

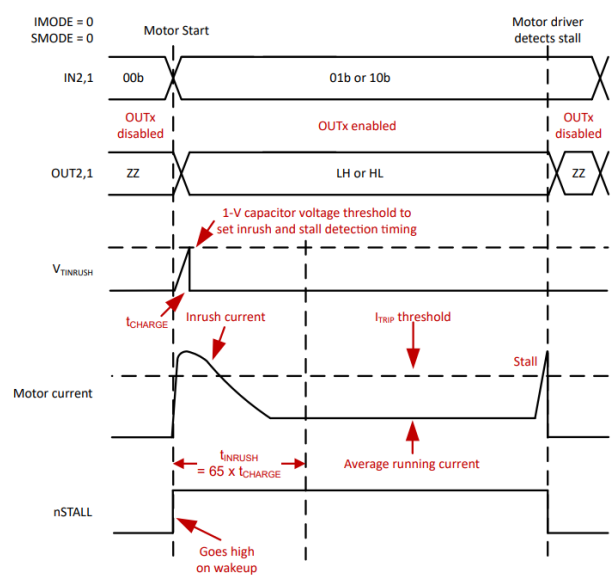


图 1-4. DRV8213 集成失速检测操作图

驱动器在检测到失速时有三种响应设置。该设置通过 *SMODE* 引脚实现。设置如下：

1. 带指示的锁存禁用：OUTx 引脚禁用且 *nSTALL* 引脚拉至低电平。
2. 仅指示：OUTx 引脚保持工作状态，*nSTALL* 引脚拉低。
3. 仅指示：OUTx 引脚保持工作状态，*nSTALL* 引脚拉低。器件使用内部 *V<sub>REF</sub>* (510mV) 进行失速检测。

第三种设置用于无法或不需要向 *V<sub>REF</sub>* 引脚提供外部电压的情况。内部参考电压固定为 510mV。

总结来说，DRV8213 设计的优点是总体设计成本较低，PCB 设计尺寸较小（因为该设计完全集成到 IC 中）。占用空间小，为 PCB 释放了一些空间，从而允许添加更多功能，或更大限度减小 PCB 尺寸，以适应尺寸受限的应用。内置智能功能（例如 *T<sub>INRUSH</sub>* 消隐时间和可编程失速检测响应）无需外部 MCU。要了解有关 DRV8213 的更多信息，请访问 DRV8213 产品页面。

## 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