

Application Brief

牵引逆变器电机转速检测优选方法



Yuxin Liu

引言

电机转速是牵引逆变器系统中确保安全运行和精确控制的关键参数，可通过位置或电流传感器获取并由微控制器单元 (MCU) 计算得出。为了满足功能安全要求，通常需要使用永磁同步电机 (PMSM) 的冗余电机转速检测电路来决定电机进入哪种安全状态，以防检测到故障。例如，当 MCU 发生故障时，系统会进入安全状态，栅极驱动器被阻断。不过，有两种安全状态可供电机进入。一种安全状态是在电机转速较高情况下的主动短路 (ASC)。在 ASC 中，上或下 SiC/IGBT 将导通，从而将电机短路并保护牵引逆变器免受受过压影响。如果电机转速较低，进入 ASC 则会导致不必要的高制动扭矩。因此，电机将进入第二个安全状态，即续流。在该模式下，所有 SiC/IGBT 均关断，以降低汽车速度。在不使用 MCU 的情况下，从其他速度检测电路获取安全状态信号至关重要。

TPLD1201-Q1 用于电机转速检测

一种常见的频率检测电路是采用多个分立式逻辑器件和模拟器件，这种电路占用较大的印刷电路板电路 (PCB) 面积且 BOM 数量不断增加。德州仪器 (TI) 提出了采用 TPLD1201-Q1 (TPLD 系列中的一款可编程逻辑器件) 的全新电机转速检测解决方案。图 1 展示了 TPLD1201-Q1 的功能方框图，其中包含多个集成的可编程宏单元：

- 2 位、3 位和 4 位查询表 (LUT)
- 具有和不具有复位或置位选项的 D 型触发器或锁存器
- 8 级 2 输出管道延迟
- 可选计数器或延迟发生器
- 可编程抗尖峰脉冲滤波器或边沿检测器
- 具有可选 VREF 和输入增益的模拟比较器
- 内部电压基准固定或比例式
- 具有内部分频器级的 25kHz、2MHz RC 振荡器

采用 TPLD1201-Q1 的电机转速检测方法具有诸多特性和系统优势：

- 3.3V ASC 数字输出和 0V 续流数字输出
- 可编程器件，可通过 GUI 实现灵活设计
- 只需非常小的尺寸和 PCB 面积，BOM 数量为 1
- 设计非常简单，德州仪器 (TI) 提供了高性能设计示例，对于特定应用只需对参数进行少量修改
- 无需 MCU 或外部电压基准

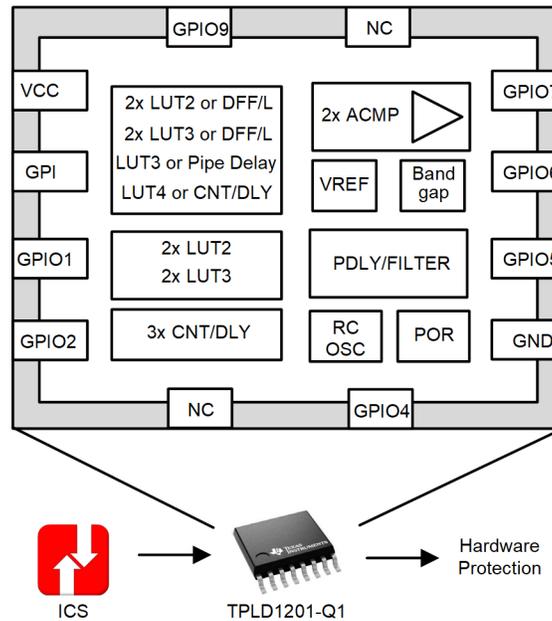


图 1. TPLD1201-Q1 的功能方框图

冗余电机转速检测仪使用 TPLD1201-Q1 的一部分功能，这意味着可以集成许多其他 FUSA 功能，以便移除更多其他数字器件。德州仪器 (TI) 提供了 InterConnect Studio (ICS)，可用于配置 TPLD1201-Q1。ICS 提供了一个图形拖放界面，用于生成必要的二进制字符串。

使用 TPLD1201-Q1 和 ICS 进行电机转速检测的设计示例

本节介绍的电机转速检测设计示例由德州仪器 (TI) 开发。只需修改示例文件中的一些参数，即可轻松设置阈值频率。图 2 展示了电机转速检测的电路图。检测信号来自电流或位置传感器，并与内部基准电压进行比较以生成脉冲波。然后，后续数字电路会产生一个与输入频率相关的安全状态输出。如果输入频率高于阈值，则安全状态为高电平；如果输入频率低于阈值，则安全状态为低电平。为了提供硬件保护，请将安全状态信号连接到栅极驱动器 (例如 UCC5880-Q1) 的 ASC 引脚。设置迟滞以避免阈值频率处的反弹。

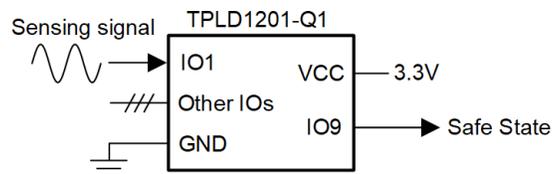


图 2. 使用 TPLD1201-Q 进行电机转速检测的电路图

TPLD1201-Q1 链接

德州仪器 (TI), [具有八个通用输入或输出 \(GPIO\) 的可编程逻辑器件](#) 产品页面

德州仪器 (TI), [TPLD1201 具有 DGS 封装插座的评估模块](#) 产品页面

德州仪器 (TI), [与 TI 可编程逻辑器件 \(TPLD\) 评估模块兼容的编程器套件](#) 产品页面

商标

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