

## Application Note

# 使用具有自动使能的 ISO6163 数字隔离器提高电器和工业应用中的能源效率



Scott Monroe

## 摘要

为了降低能源消耗对环境的影响，各地政府和许多认证机构正在提高家用电器（白色家电）和其他工业应用的功耗要求。ISO6163 是一款六通道数字隔离器，具有四个高速通信通道和两个低速控制通道。低速控制通道具有集成自动使能，提供双向唤醒功能，即使穿过隔离栅也能控制器件的低功耗待机状态。在并非始终需要高速数据通信的电器和其他应用中，此器件有助于降低系统在关闭高速通道方面的功耗，并允许控制隔离栅两侧来关闭和唤醒电器或应用中的整个子系统。

本应用手册介绍了该器件的几个用例：MCU 到 SPI 外设、MCU 到 MCU，以及 MCU 到总线。

## 内容

1 简介.....	2
2 在节能应用中使用 ISO6163.....	3
2.1 具有双向唤醒功能的 MCU 到 SPI 外设通信.....	3
2.2 具有双向唤醒功能的 MCU 到通信总线收发器通信.....	5
2.3 具有单向唤醒功能的 MCU 到 SPI 外设通信.....	6
2.4 具有双向唤醒功能的 MCU 到 MCU 通信.....	8
3 总结.....	10
4 参考资料.....	11

## 商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 1 简介

ISO6163 器件是一款高性能六通道数字隔离器，专为高能效系统而设计，其中系统的部分或全部转换为低功耗模式，用于具有快速唤醒功能的部分操作。许多应用并不需要始终进行高速通信。该器件通过在不需要时关闭高速隔离通道来帮助节省能源，从而降低隔离器件的电流消耗。

ISO6163 器件经过优化，提供了高速数据通道的低静态电流和双向自动使能，适用于高能效应用，例如电器、电池监测、计量和电网。

ISO6163 器件具有三个正向通道和三个反向通道。该器件提供两个具有双向自动使能控制功能的低速数据通道。低速控制通道会在需要时自动启用高速通道，或在系统不需要高速数据传输时关闭高速通道（输出高阻抗）以进一步降低功耗。

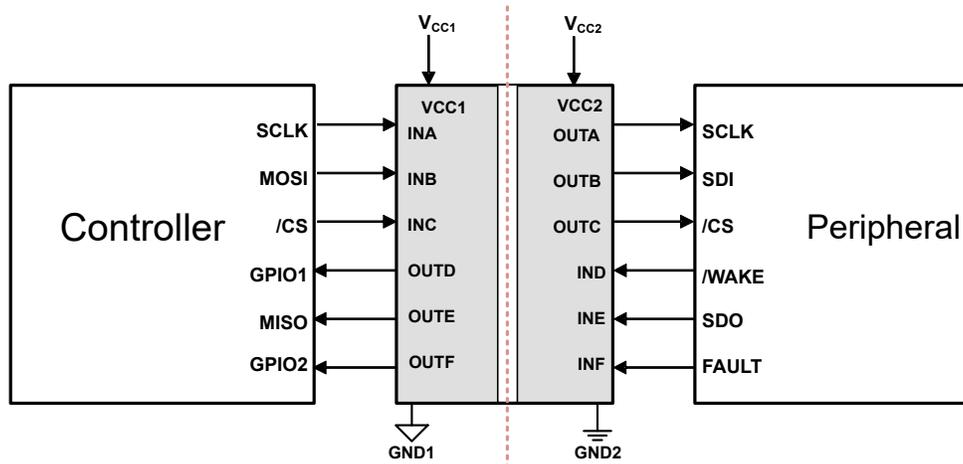


图 1-1. 简化的示例应用

如需详细了解高速数据通道（A、B、E 和 F）、具有自动使能的低速控制通道（C 和 D）、低速控制通道进入和退出低功耗待机状态的时序要求，以及器件的功能模式，请参阅[具有自动使能的 ISO6163 低功耗高速六通道数字隔离器](#)。高速数据通道（A、B、E 和 F）支持高达 50Mbps 的速率，数据表的第 7.2 节对此进行了描述。低速控制通道（C 和 D）支持高达 4Mbps 的速率，数据表的第 7.3 节对此进行了描述。数据表的第 7.3.1 节详细介绍了低速控制通道（C 和 D）自动使能的时序和电平。

使用 5V 电源时，ISO6163 在 50Mbps 通信条件下将待机状态下的功耗相对于活动状态降低 52.3mW（典型值），可将隔离功耗降低 93%。在 25Mbps 通信条件下，功耗可降低 31.25mW（典型值），从而使隔离功耗降低 90%。

同样，使用 3.3V 电源时，ISO6163 在 50Mbps 通信条件下将待机状态下的功耗相对于活动状态降低 43.7mW（典型值），可将隔离功耗降低 93%。在 25Mbps 通信条件下，功耗可降低 27mW（典型值），从而使隔离功耗降低 88%。

当不需要这些电路时，可以通过低速控制通道关闭隔离栅一侧或两侧的附加电路，从而在系统级别实现显著的节能效果。

本应用手册的以下各节介绍了各种应用用例中使用的器件，在这些用例中，系统可以部分断电，同时保持唤醒和恢复完全运行以及自动通信的功能。

## 2 在节能应用中使用 ISO6163

本节重点介绍了 ISO6163 的几个用例：MCU (微控制器) 到 SPI 外设、MCU 到 MCU 和 MCU 到总线。此处所述的概念可适用于器件的其他用例场景。

### 2.1 具有双向唤醒功能的 MCU 到 SPI 外设通信

这些应用用例展示了从 MCU 侧或外设侧双向唤醒的 MCU 到 SPI 外设通信。

图 2-1 示例展示了具有双向唤醒功能的 MCU 到 SPI 外设通信。当两侧都将 INC 和 IND 恢复为高电平来使通信空闲时，隔离器转换至待机状态并关闭高速数据通道。当 MCU 需要通信时，MCU 将 INC 拉至低电平 (nCS)，隔离器唤醒、打开高速通道并将 OUTC 拉至低电平。SPI 外设使用来自 OUTC 的输入作为唤醒中断或等效于唤醒，并为高速通信做好准备。同样，如果系统处于低功耗模式，并且外设发出唤醒请求，则外设会将 IND (nWAKE) 拉至低电平。隔离器唤醒、打开高速通道并将 OUTD 置为低电平。MCU 使用 OUTD 上的中断 IO 或等效器件来唤醒并为高速通信做好准备。

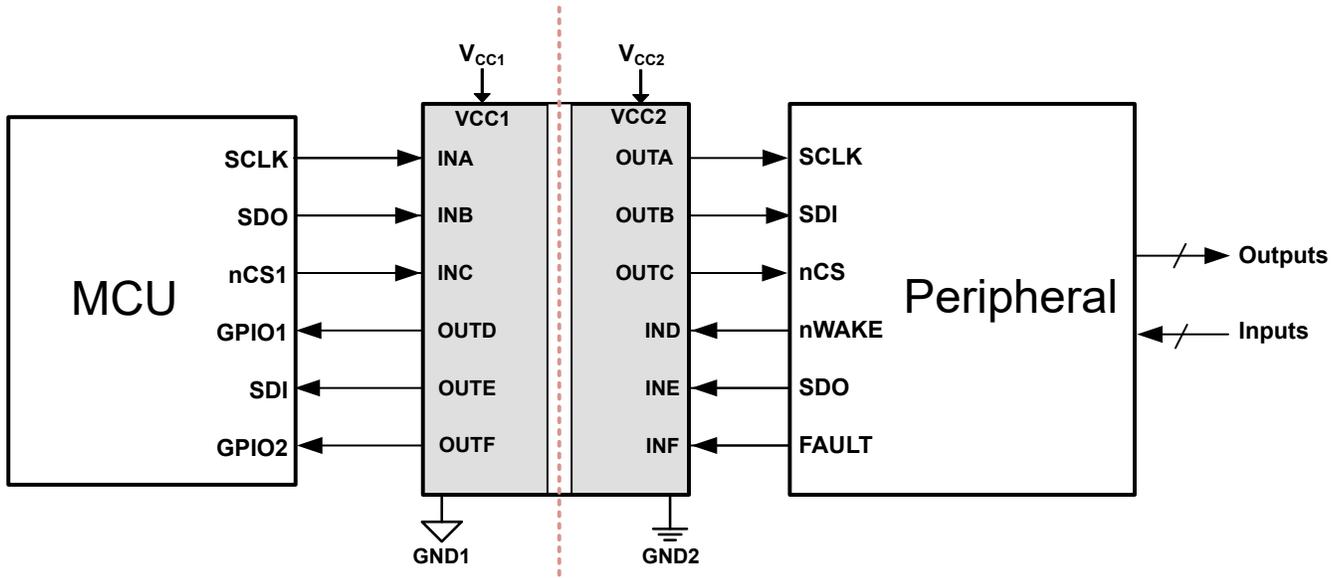


图 2-1. 可从 MCU 到外设或从外设到 MCU 双向唤醒的六通道 MCU 到 SPI 外设通信

下一个示例图 2-2 与图 2-1 类似，但此示例在点对点 SPI 架构中使用多个 SPI 外设。

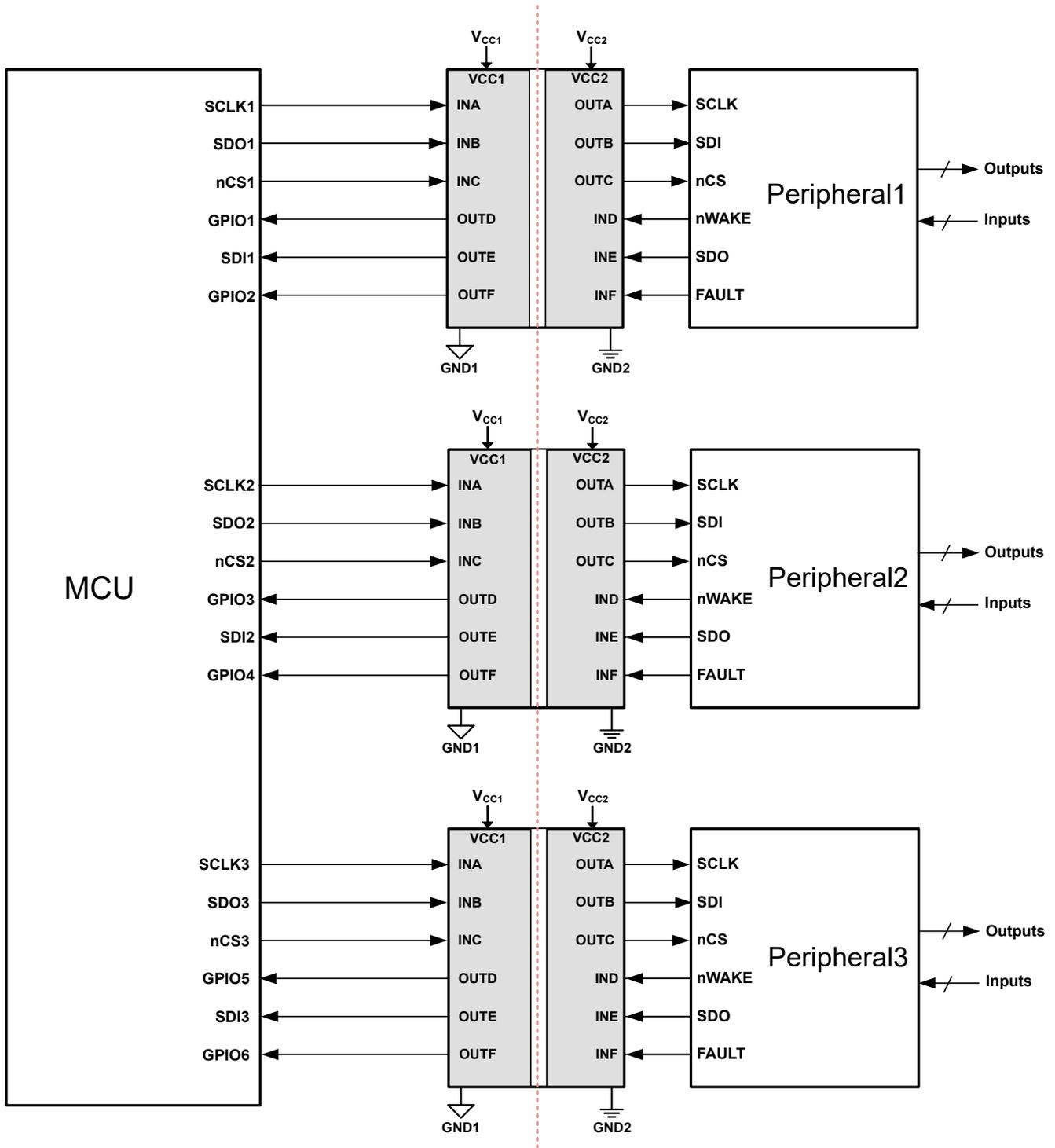


图 2-2. 可从 MCU 到外设或外设到 MCU 双向唤醒的六通道 MCU 到多个 SPI 外设通信

## 2.2 具有双向唤醒功能的 MCU 到通信总线收发器通信

该应用用例展示了 MCU ( 微控制器 ) 到通信总线收发器，可从 MCU 侧或通信总线侧双向唤醒。

图 2-3 示例展示了具有双向唤醒功能的 MCU 到通信总线收发器。当 MCU 和总线通信均处于空闲状态并使 INC 和 IND 都恢复为高电平时，隔离器转换至待机状态，并在待机状态使能延迟时间  $t_{LP\_EN}$  后关闭高速数据通道。当 MCU 需要进行通信时，MCU 将 INC 拉至低电平 (nCS)，隔离器会唤醒、打开高速通道并将 OUTC 拉至低电平，从而将 SPI 唤醒至总线收发器器件，以便准备与网络中的其他节点进行通信。SPI 到总线收发器使用来自 OUTC 的输入作为唤醒请求，以便为高速通信做好准备。同样，如果系统处于低功耗模式并且通信总线发出唤醒请求，则 SPI 到总线收发器会处理此请求并将 IND (nWAKE) 拉至低电平。隔离器唤醒、打开高速通道并将 OUTD 置为低电平。MCU 使用 OUTD 上的中断 IO 或等效器件来唤醒并为高速通信做好准备。

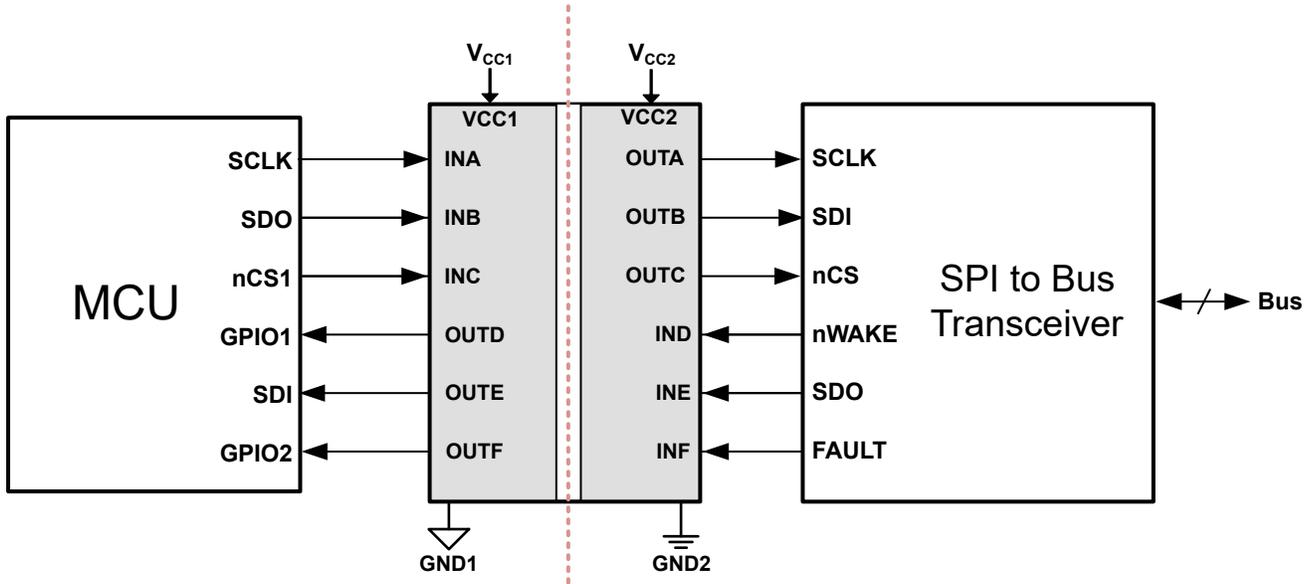


图 2-3. 可从 MCU 到总线或从总线到 MCU 双向唤醒的六通道 MCU 到通信总线收发器通信

## 2.3 具有单向唤醒功能的 MCU 到 SPI 外设通信

这些应用用例展示了从 MCU 侧进行单向唤醒的 MCU (微控制器) 到 SPI 外设通信。

图 2-4 显示了从主机 MCU 单向唤醒的 MCU 到 SPI 外设通信。当主机 MCU 通过将 INC 拉为高电平使能通信时，隔离器会在待机状态使能延迟时间  $t_{LP\_EN}$  后转换至待机状态，由于 IND 连接为高电平，因此会关闭高速数据通道。为了再次发起通信，MCU 将 nCS 拉至低电平 (INC)，隔离器转换至活动状态，导通高速通道并将 OUTC 拉至低电平。SPI 外设使用来自 OUTC 的输入作为唤醒中断或等效于唤醒，并为高速通信做好准备。

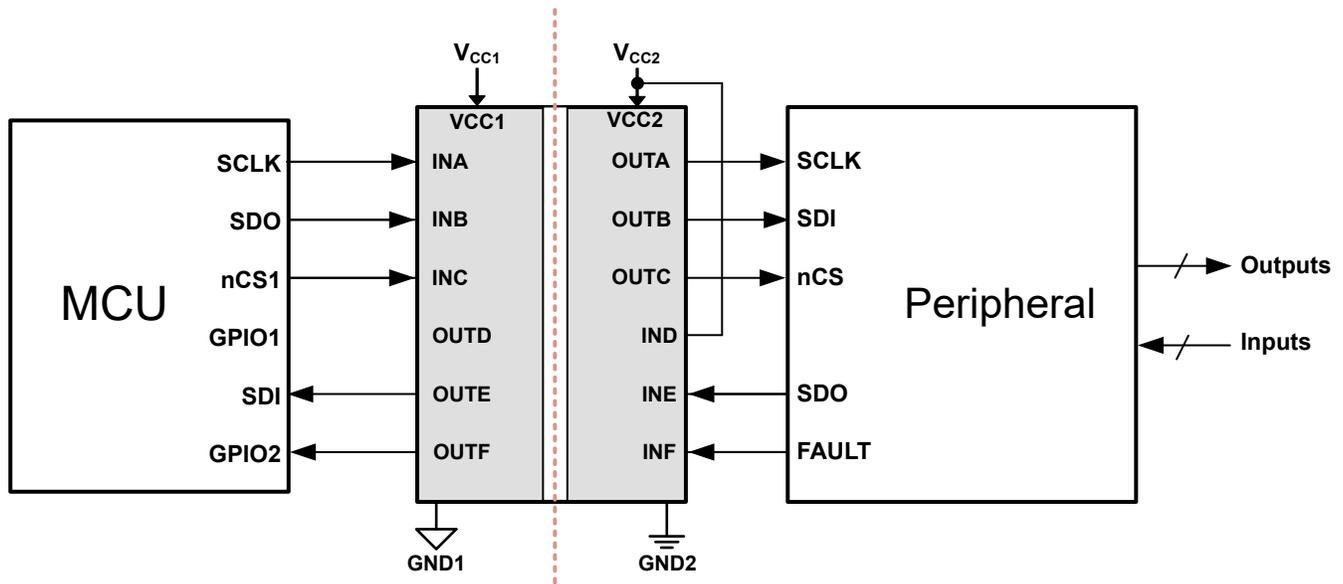


图 2-4. 可从 MCU 到外设单向唤醒的五通道 MCU 到 SPI 外设通信

下一个示例图 2-5 类似于图 2-4，但此示例使用单通道光耦仿真器 ISO8710 作为第二个外设的 nCS。

MCU 必须控制 ISO6163 隔离器的 INC，因为 INC 控制 ISO6163 的唤醒和状态以及 Peripheral1 的芯片选择。为了在 MCU 与 Peripheral2 (nCS2 为低电平且 nCS1 为高电平) 通信时保持 ISO6163 处于活动状态，必须在 INC (nCS1) 为高电平后，在  $t_{LP\_EN}$  且 ISO6163 转换为待机状态之前完成到 Peripheral2 的通信。关于对待机状态转换时序的解释，请参阅具有自动使能的 ISO6163 低功耗高速六通道数字隔离器数据表第 7.3.1 节“低速控制通道：自动使能的时序和电平详细信息”。

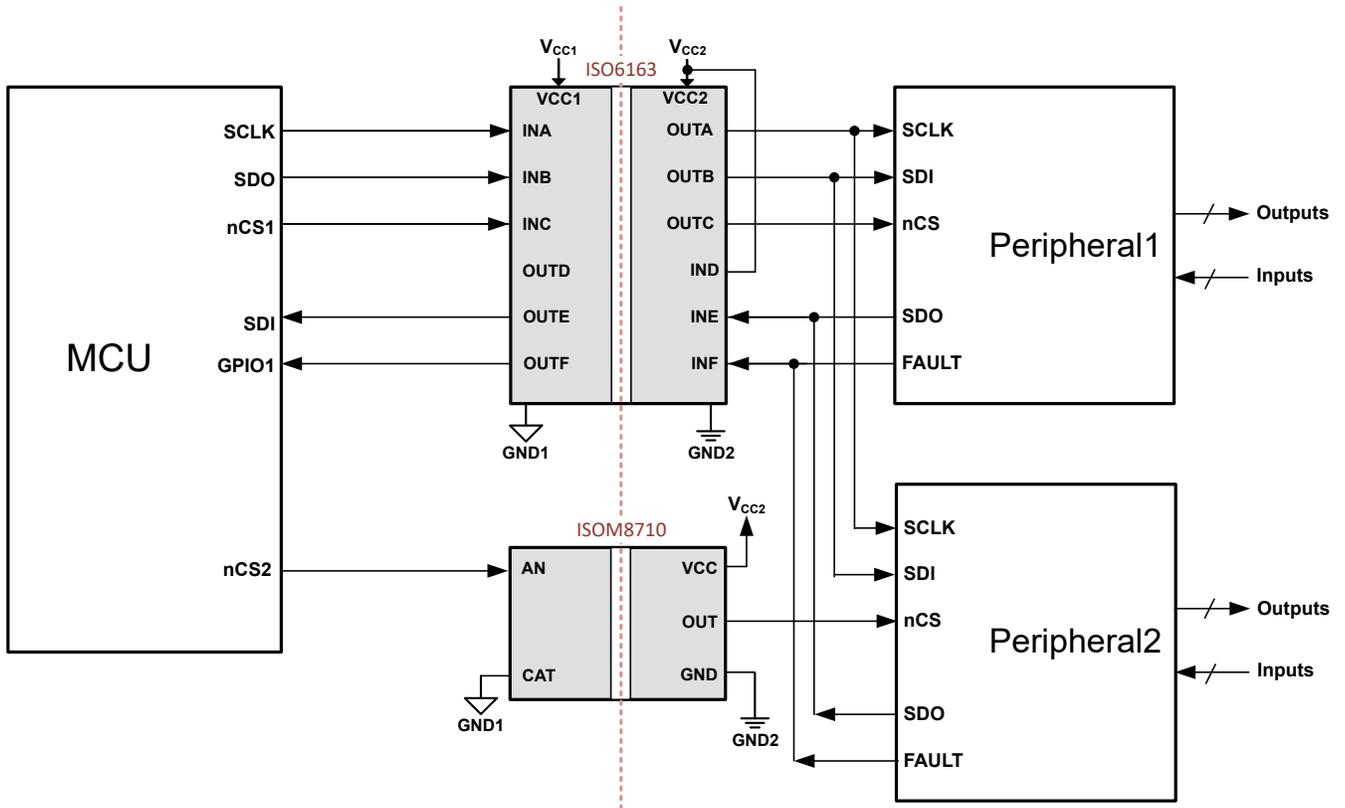


图 2-5. 具有用于第二个 nCS 通道的 ISOM8710 光耦仿真器、从 MCU 到外设单向唤醒的五通道 MCU 到多个 SPI 外设总线通信

## 2.4 具有双向唤醒功能的 MCU 到 MCU 通信

这些应用用例展示了可能的 MCU 到 MCU 通信。

图 2-6 示例展示了与 SPI 进行的 MCU 到 MCU 通信。当两侧都将 INC 和 IND 升高到高电平的时间超过待机状态使能延迟时间  $t_{LP\_EN}$  而使通信空闲时，隔离器会转换到待机状态并关闭高速数据通道。MCU1 可以通过将 INC (nCS) 拉至低电平、唤醒隔离器、开启高速通道并将 OUTC 拉至低电平来重新启动通信。MCU2 由于 OUTC 下降至低电平而唤醒，并生成中断或等效唤醒 MCU2，从而为高速通信做好准备。

同样，当 MCU2 使数据准备好进行通信时，MCU2 会将 IND (nDR) 拉至低电平、唤醒隔离器、打开高速通道并将 OUTD 拉至低电平。MCU1 由于 OUTD 下降至低电平而唤醒，并生成中断或等效唤醒 MCU1，从而为高速通信做好准备。

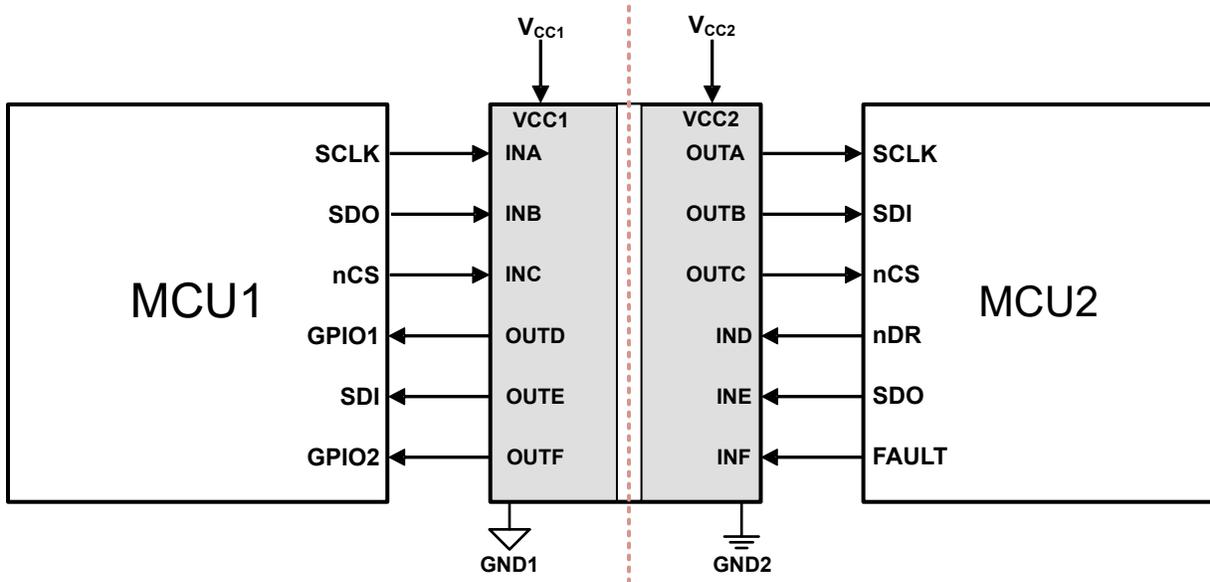


图 2-6. 通过 SPI 进行六通道 MCU 到 MCU 通信

图 2-7 示例显示了在每个方向具有专用数据总线的 MCU 到 MCU 通信。当两侧使通信空闲时，隔离器转换至待机状态并关闭高速数据通道。当 MCU1 通过为数据使能信号将 INC 拉至低电平以进行通信时，隔离器会唤醒并打开高速通道。MCU2 在 OUTC 上使用中断 IO 或等效功能来唤醒并为高速通信做好准备。同样，当 MCU2 将数据准备好进行通信时，MCU2 将 IND 拉至低电平以进行数据使能，并且隔离器会唤醒并打开高速通道。MCU1 在 OUTD 上使用中断 IO 或等效功能来唤醒并为高速通信做好准备。

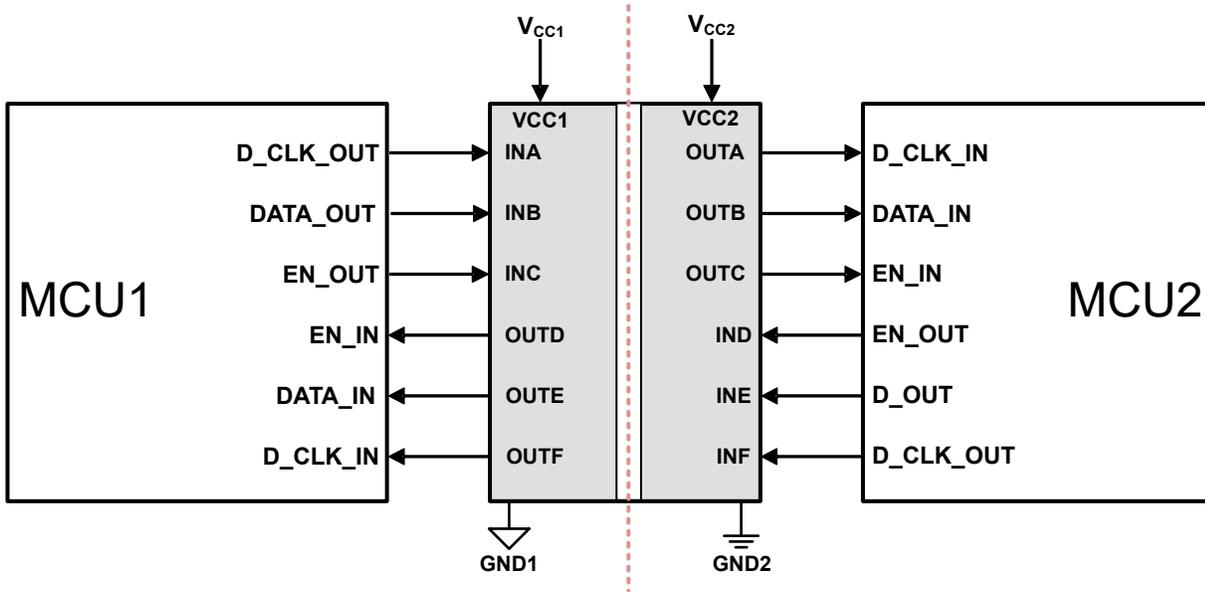


图 2-7. 通过专用串行数据总线进行六通道 MCU 到 MCU 通信

### 3 总结

ISO6163 数字隔离器有助于降低家用电器（白色家电）和其他工业应用中的能耗。ISO6163 自动使能功能提供低功耗待机状态，可降低隔离器中的电流消耗，并提供可以控制其他系统电路的信号，从而减少隔离器外部的能量。在许多用例场景下，该器件在用例中的灵活性都带来了益处。

器件可帮助系统设计人员满足各地政府和许多认证机构对能效的要求。

使用 5V 电源时，ISO6163 在 50Mbps 通信条件下将待机状态下的功耗相对于活动状态降低 52.3mW（典型值），可将隔离功耗降低 93%。在 25Mbps 通信条件下，功耗可降低 31.25mW（典型值），从而使隔离功耗降低 90%。

同样，使用 3.3V 电源时，ISO6163 在 50Mbps 通信条件下将待机状态下的功耗相对于活动状态降低 43.7mW（典型值），可将隔离功耗降低 93%。在 25Mbps 通信条件下，功耗可降低 27mW（典型值），从而使隔离功耗降低 88%。

当不需要这些电路时，可以通过低速控制通道关闭隔离栅一侧或两侧的附加电路，从而在系统级别实现显著的节能效果。

## 4 参考资料

- 德州仪器 (TI), [具有自动使能的 ISO6163 低功耗高速六通道数字隔离器](#) 数据表。
- 德州仪器 (TI), [数字隔离器设计指南](#) 应用手册。
- 德州仪器 (TI), [隔离相关术语](#) 应用手册。
- 德州仪器 (TI), [如何通过隔离改善工业系统的 ESD、EFT 和浪涌抗扰性](#) 模拟应用期刊。

## 重要通知和免责声明

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 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。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  
版权所有 © 2025，德州仪器 (TI) 公司