

Application Note

使用 **SPI** 控制型多路复用器增加通道密度

Nir Gilgur

摘要

大多数多路复用器使用 GPIO 信号来在输入和输出连接之间进行切换。其他更独特的方法使用不同的协议，例如 I2C、MIPI 和 SPI 等等。在本应用手册中，我们重点介绍了 SPI 控制型多路复用器，以及其特性和功能如何使不同的设计系统受益。

内容

1 引言.....	2
2 器件详细信息.....	3
3 菊花链模式.....	4
4 SPI 信号模式.....	5
4.1 地址模式.....	5
4.2 突发模式.....	5
4.3 菊花链模式.....	6
5 总结.....	6
6 参考资料.....	6

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 引言

在设计系统时，最重要的注意事项之一是要具有足够的电路板空间。具有高通道数的多路复用器往往会占用较大的空间。随着通道数增加，您往往需要在控制所有开关的功能上做出一定的权衡。例如，8 通道 1:1 只能通过一个或两个控制引脚控制所有开关的开/关功能。如果单独控制所有开关至关重要，则需要增加引脚数，而通过添加能够独立控制所有开关的额外 GPIO 来实现这一点，则会增加尺寸。如果需要可以独立控制开关的 8 通道 1:1 设计，那就需要采用多芯片设计。借助 SPI 多路复用器，只需单个芯片即可实现。它具有一个内部 SPI (如图 1-1 中所示) 而不是 GPIO，允许独立控制开关，从而使设计占用空间更小。

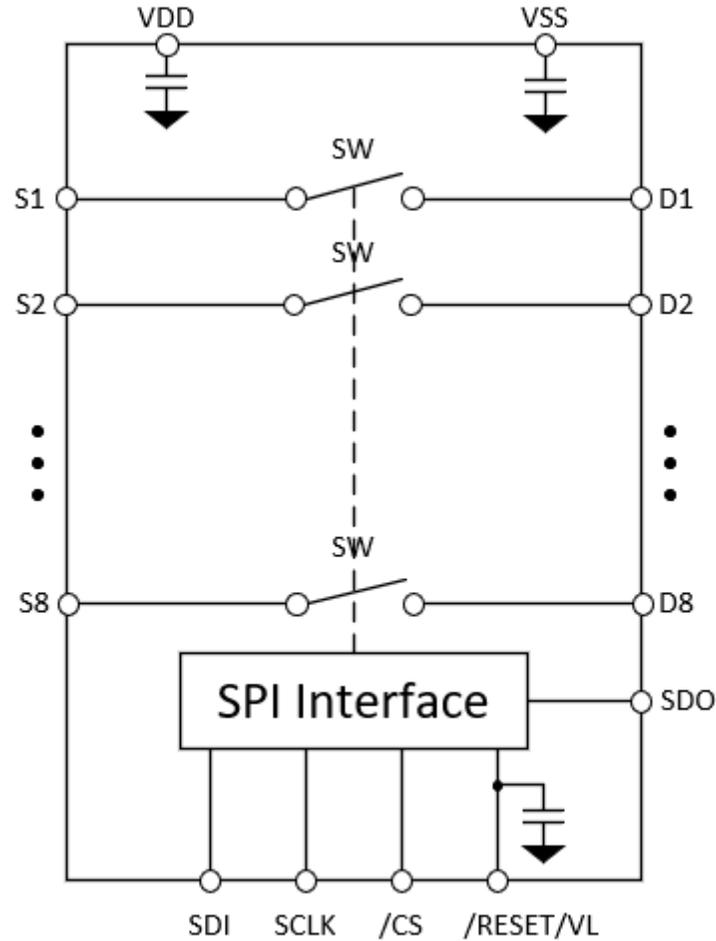


图 1-1. SPI 控制型多路复用器

2 器件详细信息

TMUXS7614D 是一款 1:1 单极单投 (SPST) 8 通道 SPI 控制型多路复用器，具有高精度性能。TMUXS7614D 具有 $1.35\ \Omega$ 的低内部电阻、 $0.01\ \Omega$ 的 R_{on} 平坦度以及 50pA (典型) 的低漏电流。这些规格使 TMUXS7614D 能够在高精度应用中可靠地工作，并提供准确的测量。

此外，TMUXS7614D 配置能够传输八个不同的信号，与使用图 2-1 中所示的 Photomos 继电器相比，它能够在更小尺寸的系统板上完成这一工作。

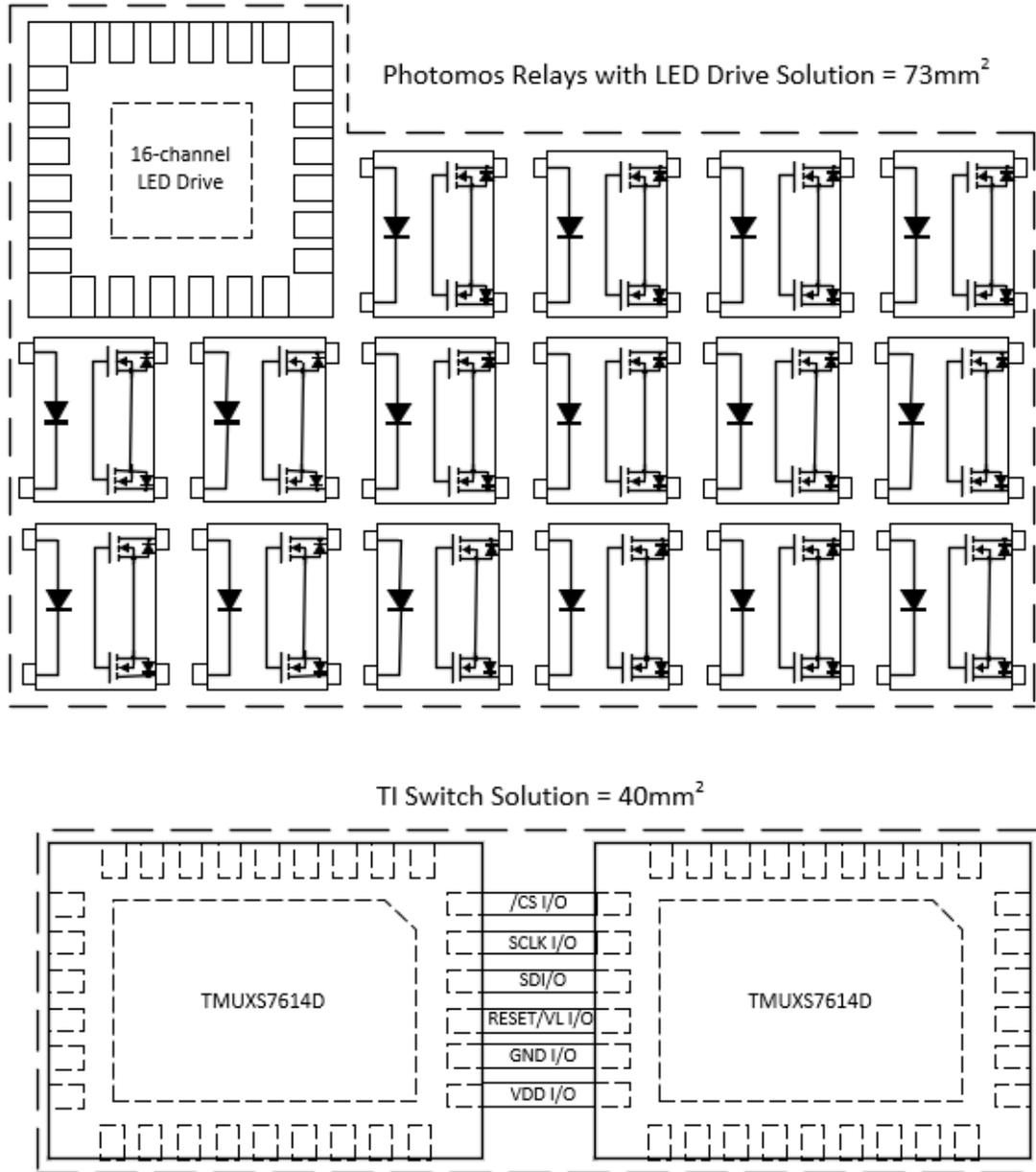


图 2-1. 配有 LED 驱动器的 Photomos 继电器和 TMUXS7614D 封装比较

3 菊花链模式

TMUXS7614D 的一项独特功能是可以进入菊花链模式，该模式允许在一个链中连接多个器件，以及发送 SPI 信号来打开和关闭所选的单个开关。用户可以发送和传递单个 SPI 信号，以控制整个多路复用器系统中的所有通道。

TMUXS7614D 器件具有八个独立的 SPST (单极单投) 开关，这些开关通过 SPI 进行控制。由于其无需任何外部元件即可运行，因此布局非常简单。这是因为此器件中集成了用于 VDD、VSS 和 VL 的 0.1 μ F 去耦电容器。在菊花链模式下，多个 TMUXS7614D 器件连接在一起，并且可以相互独立控制。这意味着可以根据发送到多路复用器的 SPI 命令，单独控制每个多路复用器上的每个通道。如图 3-1 所示，三个器件位于三个不同的 EVM 板上，它们以菊花链形式连接并使用 SPI 信号相互通信。请注意链上的最后一个器件 (器件 3) 如何与 MCU 进行通信。

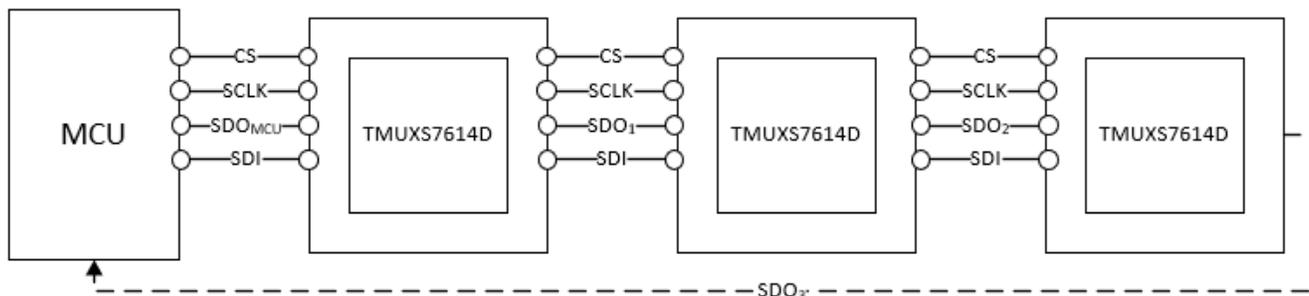


图 3-1. TMUXS7614D 在菊花链模式下使用 MCU 发送的 SPI 信号进行通信

4 SPI 信号模式

4.1 地址模式

SPI 信号通信默认为地址模式。在该模式下，多路复用器的寄存器通过由芯片选择线路 (\overline{CS}) 限制的 16 位 SPI 命令进行访问。除了地址模式外，该器件还可在突发模式和菊花链模式下运行。SPI 引脚为 SDI、SDO、SCLK 和 \overline{CS} 。要发送 SPI 信号， \overline{CS} 必须保持低电平，同时数据在 SCLK 处于上升沿时通过 SDI 线路捕获。数据在 SCLK 的下降沿通过 SDO 线路发送。SPI 信号通道如图 4-1 所示。

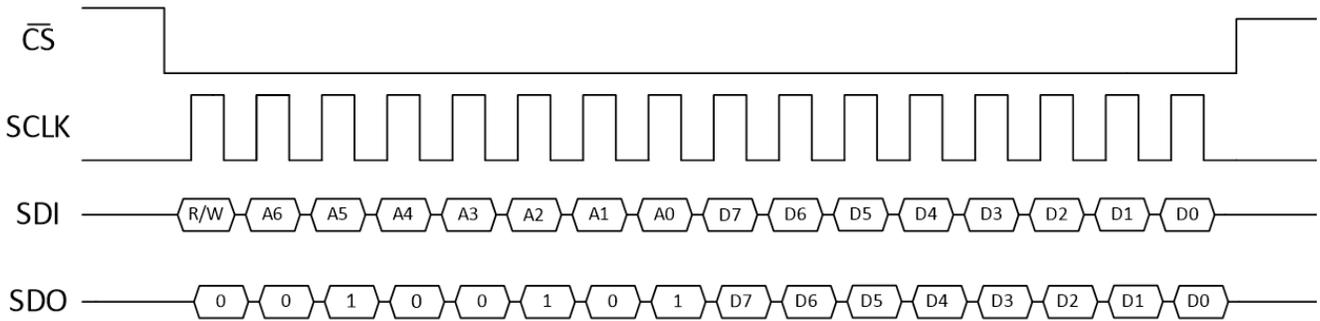


图 4-1. SPI 地址模式信号

SDI 线路上的第一个位指示当前操作是读取命令还是写入命令。如果该位为 1，则表示是读取。如果该位为 0，则表示是写入。随后的 7 位对应于目标寄存器地址。其余 8 位是数据位。数据位包含在写入命令期间通过 SPI 信号发送的数据。在读取命令中，最后 8 位会被忽略。在时钟周期期间，SDO 线路发送包含在目标地址寄存器中的数据。当 SPI 读取时，存储在目标寄存器中的数据会在 SCLK 下降沿期间通过 SDO 线路上的最后 8 位发送出去。如果用户启用 CRC 错误检测，SPI 命令可以扩展为 24 位命令。

4.2 突发模式

突发模式通过突发启用寄存器来启用。突发模式允许 SPI 接受连续命令，而无需将 \overline{CS} 线路置为无效。突发模式使用与地址模式相同的 16 位命令结构来与器件通信。SDO 线路的工作方式也与地址模式中类似。

4.3 菊花链模式

TMUXS7614D 可以通过发送 16 位 SPI 命令 0x2500 进入菊花链模式。菊花链模式允许以菊花链配置连接多个器件，并能够打开或关闭链上每个器件的单个开关。所有器件均共享相同的 /CS、SCLK 和 VL 线路。每条 SDO 线路都连接到链上下一个器件的 SDI 线路，但最后一个器件的 SDO 线路除外，该 SDO 线路会连接回 MCU。要退出菊花链模式，需要进行硬件复位。菊花链中的 SPI 信号如图 4-2 所示。

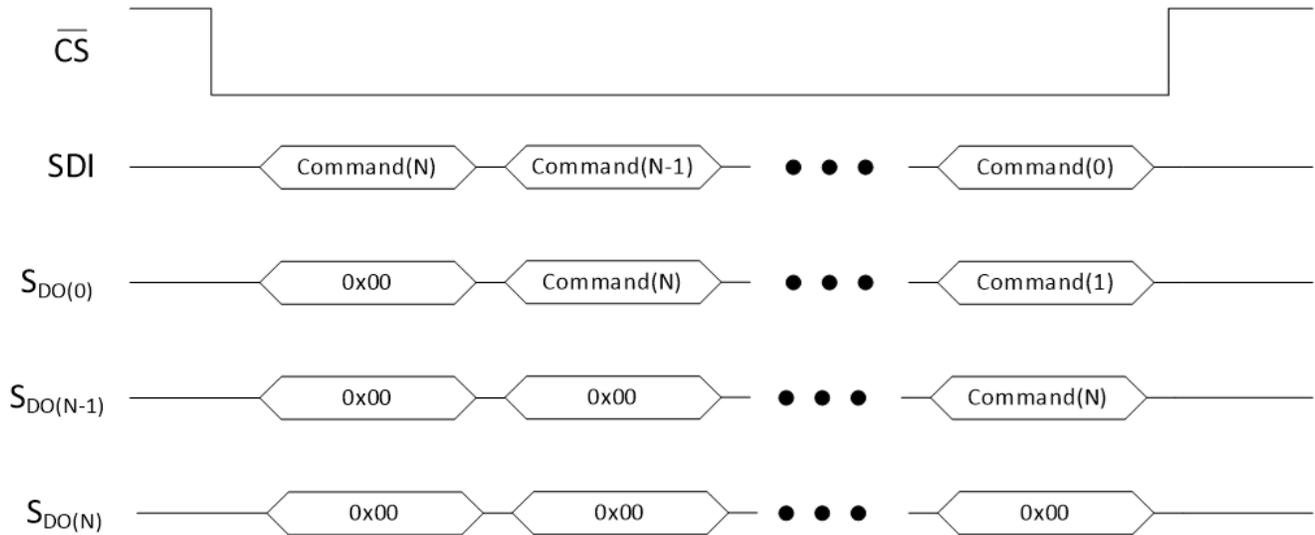


图 4-2. 菊花链模式信号

5 总结

总而言之，TMUXS7614D 是一款 SPI 控制型高精度多路复用器。得益于支持使用 SPI 协议进行开关，该多路复用器可以为许多设计系统节省占用空间。TMUXS7614D 可用作继电器替代产品，以节省布板空间。此外，TMUXS7614D 具有高精度性能，因此还能够用于测试和测量应用。最后，TMUXS7614D 具有菊花链功能，该功能允许通过 SPI 信号控制多个 TMUXS7614D 器件来独立打开或关闭每个器件上的开关。

6 参考资料

- 德州仪器 (TI), [模拟开关和多路复用器选择指南](#)

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