

## Application Note

## 解决 I2C 缓冲器上的静态电压失调部署不当问题



Jack Guan

## 摘要

本应用手册讨论了如何实施德州仪器 (TI) 的 TCA9509，以解决 TCA9517 和 TCA9617A/B 等静态电压失调 (SVO) 缓冲器的不当设置问题。

## 内容

1 引言.....	1
2 对比 SVO 缓冲器的设置.....	1
3 使用 TCA9509 时的重要注意事项.....	3
4 总结.....	3
5 参考资料.....	3

## 插图清单

图 2-1. 两个 TCA9517 部署不当的原理图.....	2
图 2-2. 设置不当产生的波形 (发送地址 0x70h) .....	2
图 2-3. 具有 SVO 的缓冲器的正确部署原理图.....	2
图 2-4. 正确设置产生的波形 (发送地址 0x70h) .....	3

## 表格清单

表 3-1. 具有静态电压失调功能的不同 I2C 缓冲器的比较.....	3
--------------------------------------	---

## 商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 1 引言

为了符合有关最大电容的 I2C 标准，可以使用 I2C 缓冲器或中继器来分离输入端和输出端关联的寄生电容。一些 I2C 缓冲器 (例如 TCA9517、TCA9617A/B 和 TCA9509 器件) 会在器件的一侧引入静态电压失调。一种常见的设计错误是放置两个 I2C 缓冲器，使 SVO 侧彼此面对面。本应用手册深入研究了此违规行为、未解决此设计错误的后果以及如何使用 TCA9509 解决此违规行为。

## 2 对比 SVO 缓冲器的设置

如图 2-1 所示，包含 SVO 的两侧连接在一起，我们应禁止这样操作。请注意，SVO 输出电压输出低电平 ( $V_{OL}$ ) 被认为是“经缓冲的低电平”，它通常高于其他外设器件的  $V_{OL}$  电平。同样地，为了能够作为输入低电平被传播到缓冲器，外部器件的电压输出低电平 ( $V_{OL,EXT}$ ) 必须小于 SVO 侧的电压输入低电平争用 ( $V_{ILC}$ )。SVO 功能的这些特性会使第一个器件的缓冲  $V_{OL}$  与第二个器件的  $V_{ILC}$  要求之间出现差距。换句话说，0.52V 的  $V_{OL}$  高于 0.4V 的  $V_{ILC}$ ，因此第一个缓冲器的输入低电平无法正确地向第二个缓冲器传播低电平。有关 SVO 功能的更多信息，另请参阅[使用 I2C 缓冲器的原因、情形和方法](#)应用手册。

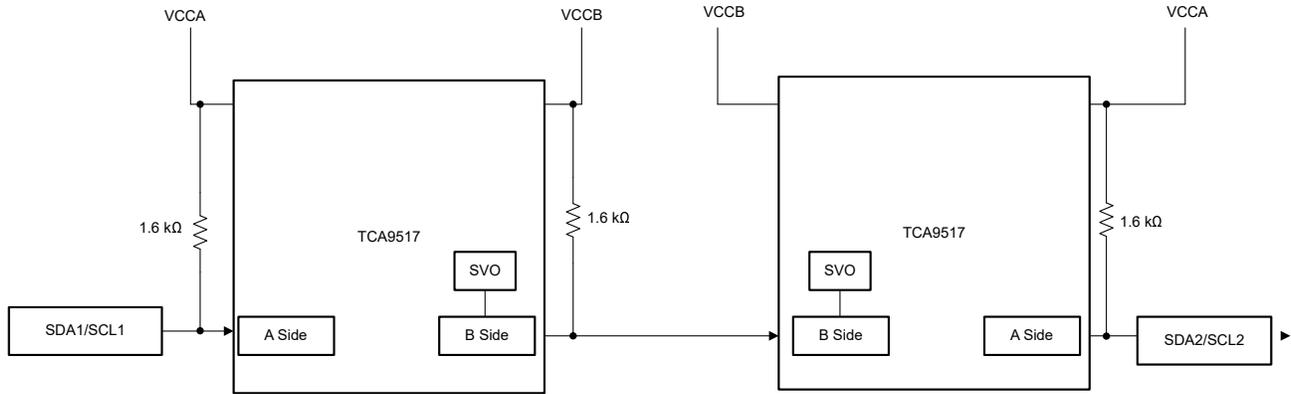


图 2-1. 两个 TCA9517 部署不当的原理图

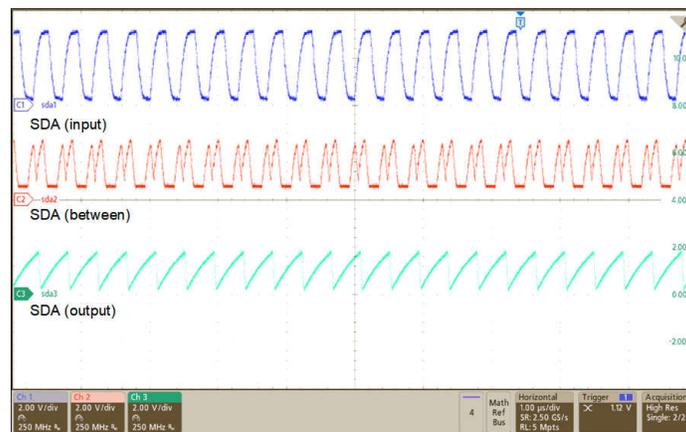


图 2-2. 设置不当产生的波形 (发送地址 0x70h)

为了解决部署问题，可以使用 TCA9509 来代替第二个 TCA9517，如图 2-3 所示，从而将这些器件的 B 侧连接在一起。此器件在 A 侧而非 B 侧上具有 SVO，这可以缓解以不当方式将 SVO 侧连接在一起的问题。图 2-4 展示了改进的性能。

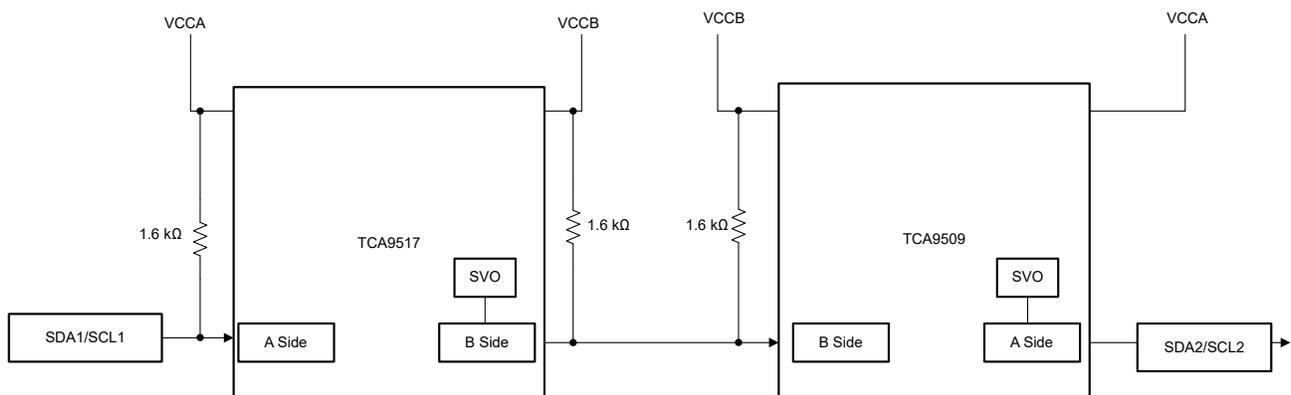


图 2-3. 具有 SVO 的缓冲器的正确部署原理图

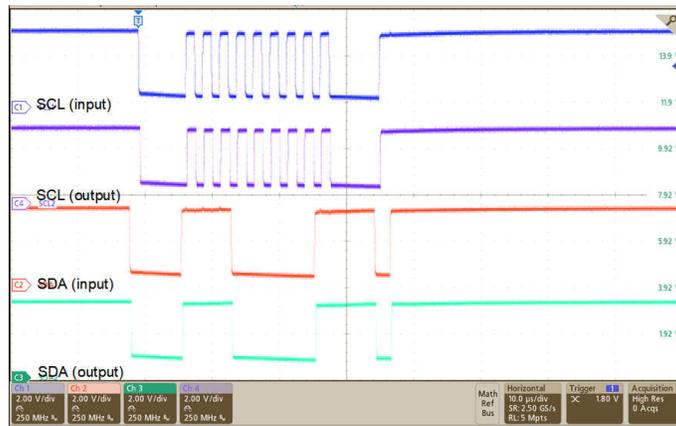


图 2-4. 正确设置产生的波形 (发送地址 0x70h)

### 3 使用 TCA9509 时的重要注意事项

虽然 TCA9509 可用于解决 I2C 缓冲器上静态电压失调的无效实现,但还需要考虑多个因素。TCA9509 只能支持高达 400kHz 的 I2C 工作频率,这意味着如果系统需要更高的数据速率,则无法使用该器件。由于 SVO 功能位于器件的 A 侧,系统设计人员需要注意,需要移除该侧的上拉电阻和串联电阻以允许满足  $V_{ILC}$  要求。该器件的内部结构也没有像 TCA9617A/B 那样在 OE 引脚上放置内部上拉,因此可能需要外部上拉。此外,要使用该器件实现从一个电压到另一个电压的转换应用, $V_{CCA}$  必须至少比  $V_{CCB}$  低 1V。具有 SVO 的 I2C 缓冲器之间的主要区别可以在表 3-1 中找到。

表 3-1. 具有静态电压失调功能的不同 I2C 缓冲器的比较

器件	TCA9517	TCA9517A	TCA9617A/B	TCA9509
静态电压失调侧	B	B	B	A
支持的 $V_{CC}$ 范围	$V_{CCA}$ : 0.9 至 5.5 $V_{CCB}$ : 2.7 至 5.5	$V_{CCA}$ : 0.9 至 5.5 $V_{CCB}$ : 2.7 至 5.5	$V_{CCA}$ : 0.8 至 $V_{CCB}$ $V_{CCB}$ : 2.2 至 5.5	$V_{CCA}$ : 0.9 至 5.5 $V_{CCB}$ : 2.7 至 5.5
$V_{OL}$	0.45 至 0.6V (B 侧)	0.45 至 0.6V (B 侧)	0.48 至 0.58V (B 侧)	0.2V (A 侧)
$V_{ILC}$	0.4V	0.45V	0.4V	0.15V
$V_{IL}$ (最大值) 非失调电压侧	$0.3 \times V_{CCA}$	$0.3 \times V_{CCA}$	$0.3 \times V_{CCA}$	$0.3 \times V_{CCB}$
最大数据速率	400kHz	400kHz	1MHz	400kHz
封装选项	VSSOP(8)、SOIC(8)	VSSOP (8)	VSSOP (8)	VSSOP (8)、X2QFN(8)
P2P	是	是	是	是

### 4 总结

TCA9517 和 TCA9617 的器件 B 侧均具有 SVO 功能。如果这两个器件通过 B 侧相连,则必然会违反这两个器件的  $V_{ILC}$  要求。这会导致总线锁定,甚至可能导致振荡,如图 2-2 所示。由于 TCA9509 的  $V_{ILC}$  要求位于 A 侧,因此系统设计人员可使用 TCA9509 来修正目前违反静态电压失调规则的情况(两个缓冲器与 SVO 连接在一起)。通过使用 TCA9509 来代替第二个 TCA9517,可以解决 SVO 缓冲区 B 侧至 B 侧配置。

### 5 参考资料

- 德州仪器 (TI), [为新设计挑选合适的 I<sup>2</sup>C 器件](#) 应用手册
- 德州仪器 (TI), [使用 I<sup>2</sup>C 缓冲器的原因、情形和方法](#) 应用手册
- 德州仪器 (TI), [TCA9517 电平转换 FM+ I<sup>2</sup>C 总线中继器](#) 数据表
- 德州仪器 (TI), [TCA9617A 电平转换 FM+ I<sup>2</sup>C 总线中继器](#) 数据表
- 德州仪器 (TI), [TCA9617B 电平转换 FM+ I<sup>2</sup>C 总线中继器](#) 数据表
- 德州仪器 (TI), [TCA9509 电平转换 I<sup>2</sup>C 和 SMBUS 总线中继器](#) 数据表

## 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