



Michael Ikwuyum, Ajith Narayansetty, Sahil Garg

摘要

自动方向电平转换器系列较其他电平转换系列器件具有较弱输出，易于被主机过驱动。这使得自动方向器件对 I²C、MDIO、四通道 SPI 等双向接口来说必不可少。

[电压转换器和电平转换器](#) 中所述的 TXS 和 TXB 自动方向电平转换器系列设计具有边沿速率加速器（通常称为“单稳态”）。单稳态针对设定的脉宽持续时间而设计，可实现出色的信号完整性，但会受 RC 元件的影响。因此，在与其他外部元件配合使用时，应谨慎考虑，因为大多数单稳态问题均是由器件使用不当、单稳态误触发和布局设计不良导致的。

内容

1 引言	3
2 单稳态设计持续时间	4
2.1 设计注意事项	4
2.2 推荐器件	4
3 缓慢上升和下降时间的设计注意事项	5
3.1 设计注意事项	5
3.2 推荐器件	5
4 考虑外部 RC 元件对上升和下降时间的影响	6
4.1 设计注意事项	6
4.2 推荐器件	6
5 考虑集总电容	7
5.1 设计注意事项	7
5.2 推荐器件	7
6 考虑温度对输出阻抗的影响	8
设计注意事项	8
7 总结	9
8 参考文献	10

插图清单

图 2-1. 达到设计的持续时间之前的单稳态超时示例	4
图 3-1. 2.4μS/V 时的缓慢上升和下降时间示例	5
图 4-1. 上升和下降时间随集总电容增大而增加的示例	6
图 5-1. 采用单稳态器件时显示集总电容的电压转换示例	7
图 6-1. 不同温度下的输出示例	8

表格清单

表 1-1. 按接口推荐的转换器	3
表 2-1. 推荐器件	4
表 3-1. 推荐器件	5
表 4-1. 推荐器件	6
表 5-1. 推荐器件	7

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 引言

德州仪器 (TI) 的电平转换器产品系列包含许多不同类型的电平转换功能，这些功能都可以满足几乎任何应用要求。TI 的电平转换产品系列包括工业级和汽车级自动方向、方向控制、定向和特定于应用的电平转换器。有关常用接口类型的推荐电平转换器件列表，请参阅表 1-1。有关 TI 所有电平转换设计的更多信息，请访问 TI 的电平转换登录页面，网址为 www.ti.com/translation。

表 1-1. 按接口推荐的转换器

接口	转换电平	
	最高 3.6V	最高 5.5V
FET 更换	2N7001T	SN74LXC1T45 / TXU0101
1 位 GPIO/时钟信号	SN74AXC1T45	SN74LXC1T45 / TXU0101
2 位 GPIO	SN74AXC2T45	SN74LXC2T45 / TXU0102
2 引脚 JTAG/UART	SN74AXC2T45	SN74LXC2T45 / TXU0202
I2C/MDIO/SMBus	TXS0102 / LSF0102	TXS0102 / LSF0102
IC-USB	SN74AVC2T872 / TXS0202	不适用
4 位 GPIO	SN74AXC4T245	TXB0104 / TXU0104
UART	SN74AXC4T245	TXU0204
SPI	SN74AXC4T774	TXU0304
JTAG	SN74AXC4T774	TXU0304
I2S/PCM	SN74AXC4T774 / TXB0104	TXB0104 / TXU0204
四通道 SPI	TXB0106	TXB0106
SDIO/SD/MMC	TXS0206 / TWL1200	不适用
8 位 GPIO/RGMII	SN74AXC8T245	SN74LXC8T245

2 单稳态设计持续时间

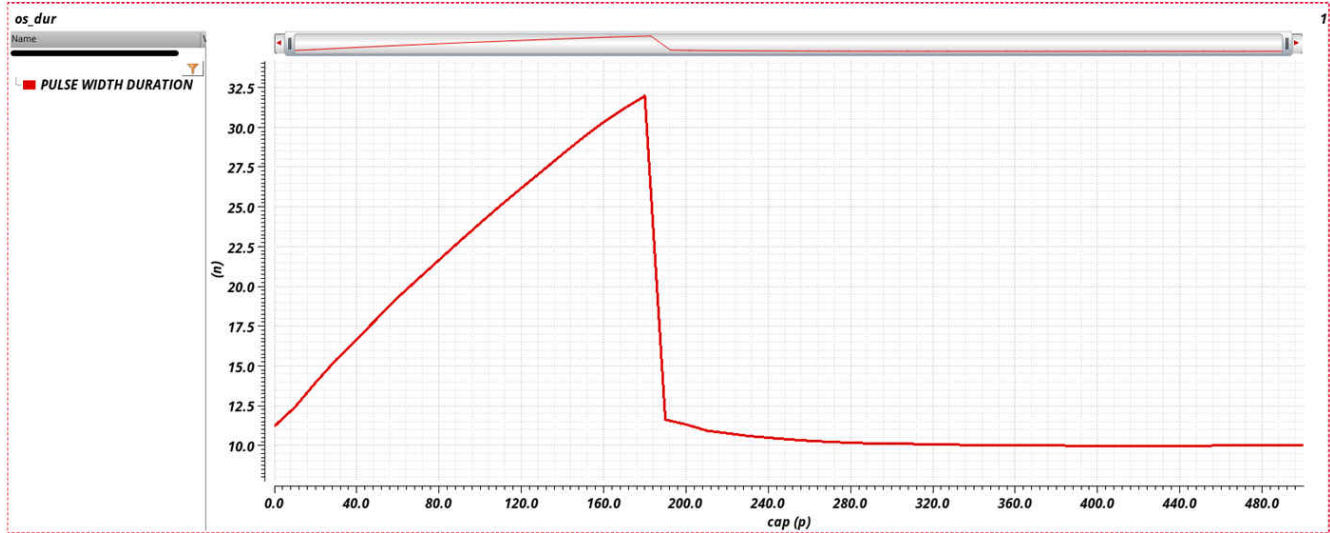


图 2-1. 达到设计的持续时间之前的单稳态超时示例

2.1 设计注意事项

- 图 2-1 显示了在大约 200pF 时单稳态超时。
- 请勿使单稳态在达到设计的持续时间之前过期或超时。
- 考虑使用足够短的布线，以便在 10ns 至 30ns 的单稳态持续时间内实现往返延迟反射。
- 避免过多负载（与数据表类似），因为布线长度越长，集总容性负载越大。
- 如需其他帮助，请在 [TIE2E™ 逻辑支持论坛](#) 上向我们的工程师提问。

2.2 推荐器件

因布线长度较长、连接器等而具有较高容性负载的应用通常不需要自动方向。此类应用（例如 SPI）需要具有较强输出缓冲器的器件。请参阅表 2-1，了解更多合适的推荐器件。

表 2-1. 推荐器件

器件型号	AEC-Q100 标准	电压转换范围	特性
TXU0304		1.1V 至 5.5V	施密特触发输入 集成下拉电阻器 V _{CC} 隔离和 V _{CC} 断开，无干扰电源时序
TXU0304-Q1	✓		
SN74AXC4T774		0.65V 至 3.6V	方向控制型 无干扰电源定序 V _{CC} 隔离
SN74AXC4T774-Q1	✓		

如需更多器件，请浏览 [在线参数工具](#)，您可以在其中按所需电压、通道数量和其他特性进行挑选。

3 缓慢上升和下降时间的设计注意事项

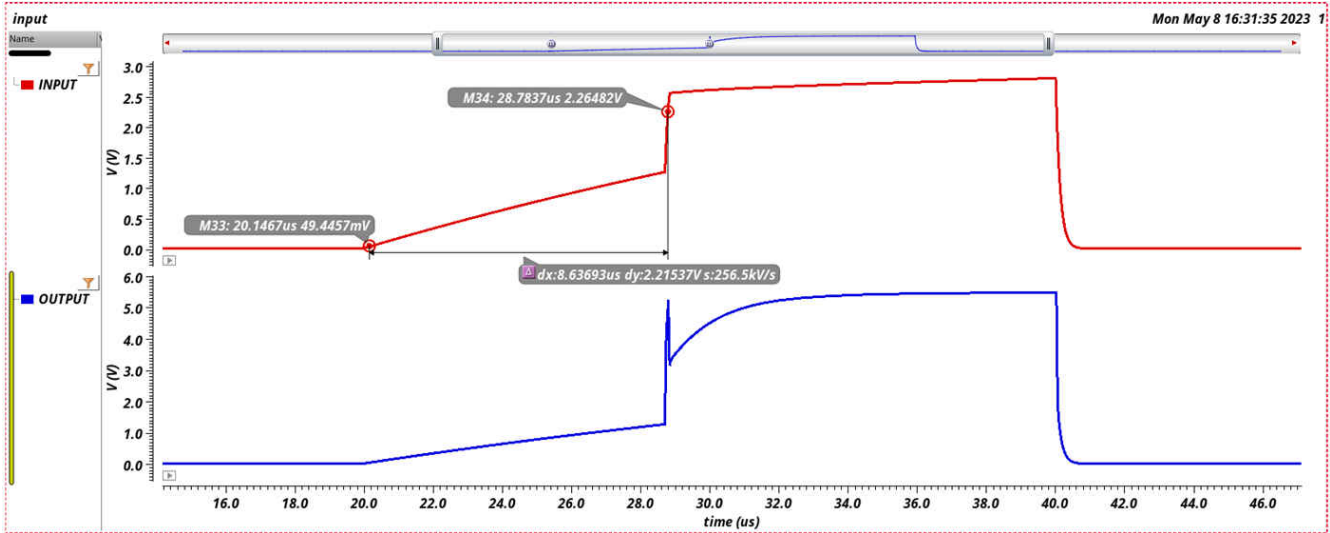


图 3-1. 2.4μs/V 时的缓慢上升和下降时间示例

3.1 设计注意事项

- 图 3-1 显示了由于缓慢输入上升时间超出数据表建议值而导致的单稳态误触发。
- 请勿使用缓慢输入上升或下降转换速率。
- 如图所示，单稳态可以在设计的持续时间之前触发或过期，在系统级别产生不利影响。
- 考虑根据数据表的输入转换速率，使用足够快的输入边沿。
- [慢速或浮点 CMOS 输入的影响](#)
- 如需其他帮助，请在 [TI E2E™ 逻辑支持论坛](#) 上向我们的工程师提问。

3.2 推荐器件

对于可能需要灵活处理较慢输入的应用，请参阅表 3-1。

表 3-1. 推荐器件

器件系列	AEC-Q100 标准	电压转换范围	特性
TXU 和 LXC	✓	1.1V 至 5.5V	施密特触发输入 集成下拉电阻器
AUP	✓	0.6V 至 3.6V	输入迟滞可使输入支持低至 200ns/V 的压摆率，从而提高开关噪声抗扰度
LSF	✓	0.65V 至 5.5V	无输入转换速率要求。

如需更多器件，请浏览 [在线参数工具](#)，您可以在其中按所需电压、通道数量和其他特性进行挑选。

4 考虑外部 RC 元件对上升和下降时间的影响

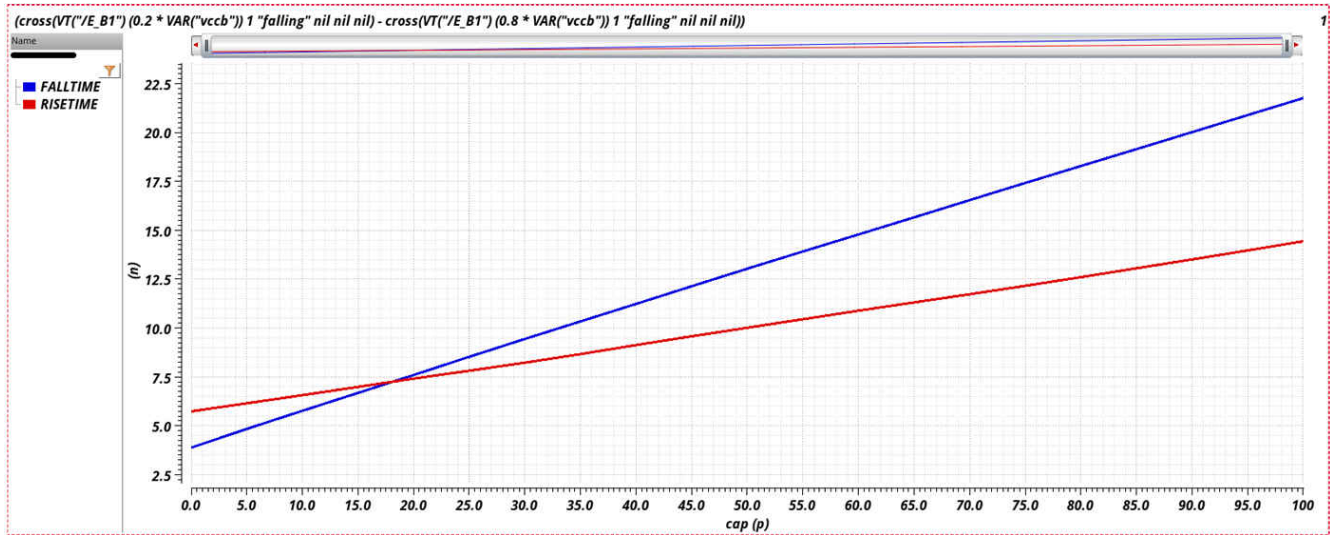


图 4-1. 上升和下降时间随集总电容增大而增加的示例

4.1 设计注意事项

- 图 4-1 显示了上升/下降时间与集总电容成正比关系。
- 请勿超出数据表负载条件，因为上升或下降时间会增加，进而会影响数据吞吐量。
- 考虑在使用任何附加 RC 元件时，其容差与数据表建议值类似。
- 如需其他帮助，请在 [TI E2E™ 逻辑支持论坛](#) 上向我们的工程师提问。

4.2 推荐器件

在自动方向器件系列中，具有 RC 元件外部电阻器（对于 I²C 等应用）最大灵活性的是 LSF 系列，其次是 TXS 系列。请参阅表 4-1，了解推荐的器件。

表 4-1. 推荐器件

器件型号	符合 AEC-Q100	电压转换范围	特性
LSF0102		0.65 V 至 5.5V	过压耐受 I/O 低 R _{ON} 可实现低输出电压电平
LSF0102-Q1	✓		
TXS0102		1.65V - 5.5V	边沿速率加速 支持局部关断应用 集成上拉电阻器
TXS0102-Q1	✓		

如需更多器件，请浏览 [在线参数工具](#)，您可以在其中按所需电压、通道数量和其他特性进行挑选。

5 考虑集总电容

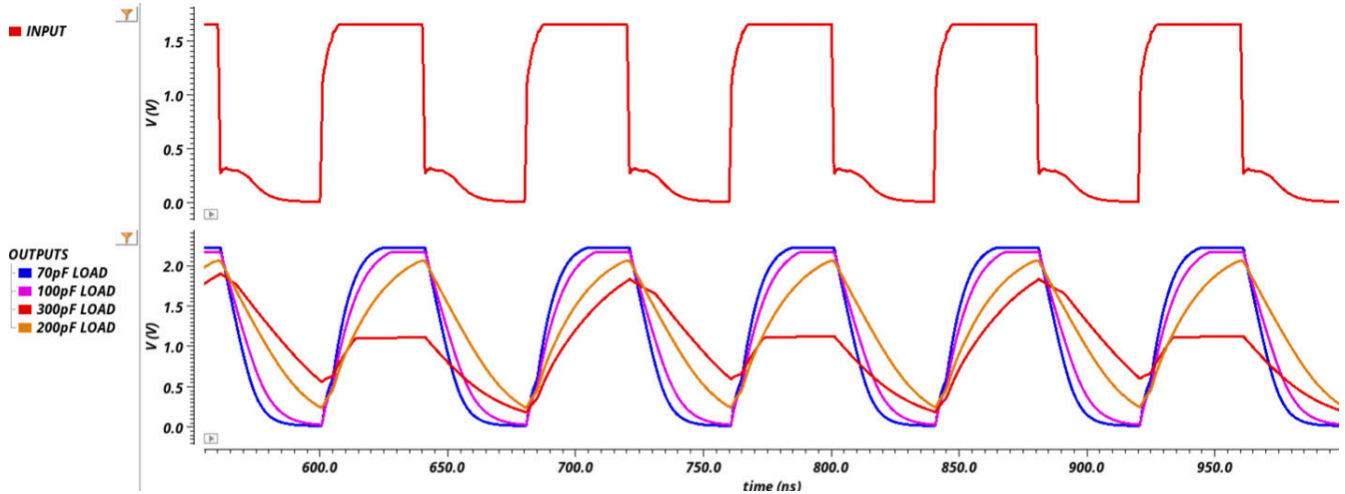


图 5-1. 采用单稳态器件时显示集总电容的电压转换示例

5.1 设计注意事项

- 除非数据表中另有说明，否则请根据数据表的建议数据速率，确保集总电容小于 70pF，以便实现出色的性能。
- 布线长度和连接器会增加额外的寄生电容。
- 附加负载会影响更快数据速率下的信号完整性。
- 如需其他帮助，请在 [TI E2E™ 逻辑支持论坛](#) 上向我们的工程师提问。

5.2 推荐器件

定向和方向控制系列非常适合用于具有高数据吞吐量的应用。针对具有连接器或过多集总电容的应用，如 GPIO，请考虑使用表 5-1 中的器件，而不是 TXB。

表 5-1. 推荐器件

器件型号	AEC-Q100 标准	数据速率	电压转换范围	特性
SN74LXC8T245		高达 420Mbps	1.1V 至 5.5V	施密特触发输入 I/O 上的动态下拉电阻器 V _{CC} 隔离和 V _{CC} 断开
SN74LXC8T245-Q1	✓			
TXU0104		高达 200Mbps	1.1V 至 5.5V	施密特触发输入 集成下拉电阻器 V _{CC} 隔离和 V _{CC} 断开
TXU0104-Q1	✓			
SN74AXC1T45		高达 500Mbps	0.65V 至 3.6V	方向控制型 无干扰电源定序 V _{CC} 隔离
SN74AXC1T45-Q1	✓			

如需更多请见，请浏览 [在线参数工具](#)，其中提供了三种类型的晶体管供您选择。

6 考虑温度对输出阻抗的影响

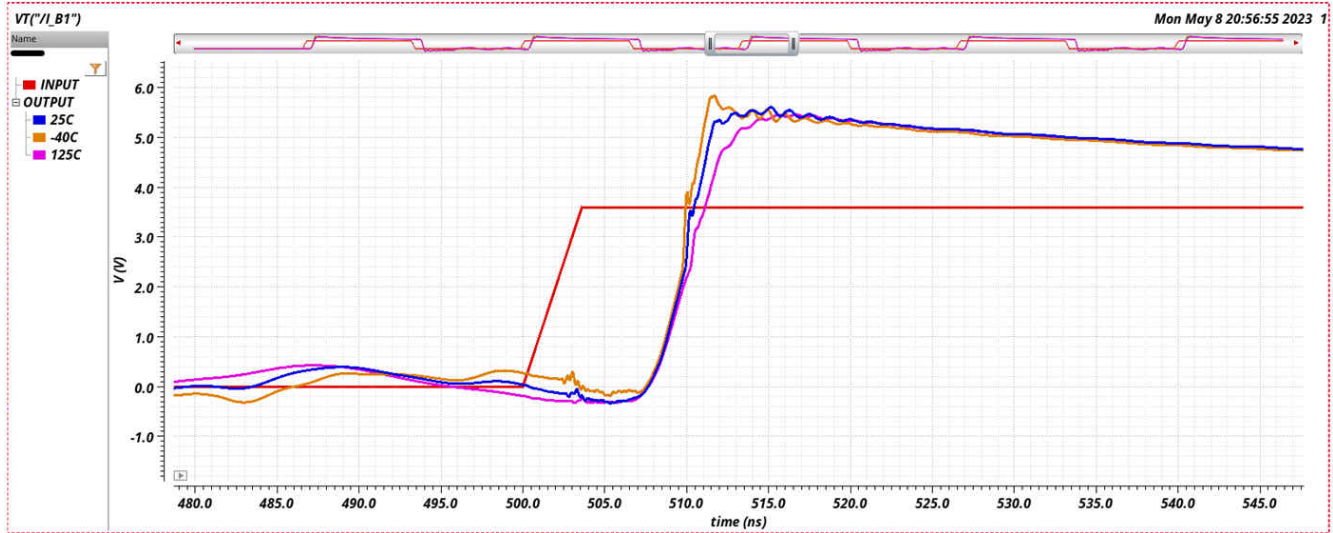


图 6-1. 不同温度下的输出示例

设计注意事项

- 尽可能减少反射/振铃。
- 考虑温度对输出阻抗的影响，因为与 PCB 布线的阻抗不匹配会产生反射。
- 反射或振铃可被单稳态放大为错误的边沿触发。
- 过度振铃可能会导致误触发，即可观察到输出振荡。
- 长电缆或布线的电容和电感也会引起振铃，并且不稳定的 GND 或 VCC 电压会放大振铃。
- 使用旁路电容器或稳定的 GND 来尽可能降低噪声。
- 建议针对噪声应用使用具有施密特触发的器件。请参阅节 3.2，了解推荐的器件。
- 如需其他帮助，请在 [TI E2E™ 逻辑支持论坛](#) 上向我们的工程师提问。

7 总结

- 考虑使用足够短的布线，以便在 10ns 至 30ns 的单稳态持续时间内实现往返延迟反射。
- 考虑在使用任何附加 RC 元件时，其容差与数据表建议值类似。
- 考虑根据输入转换速率使用足够快的输入边沿，同时避免数据表中所述的浮点输入。
- 除非数据表中另有说明，否则请根据数据表的建议数据速率，确保设计的集总电容小于 70pF，以便确保性能。
- 由于布线长度和连接器会产生额外的容性负载，因此需避免因额外的寄生电容使单稳态持续时间超时。
- 检测到上升沿或下降沿时会触发单稳态。反射和/或振铃可能会导致误触发。长电缆和/或布线的电容和电感也会引起振铃，并且不稳定的 GND 或 V_{CC} 电压会放大振铃。
- 考虑温度对输出阻抗的影响，因为与 PCB 布线的阻抗不匹配会产生反射，反射可被单稳态放大为错误的边沿触发。

8 参考文献

- 德州仪器 (TI), [使用 SN74LVC1G123 单稳多谐振荡器进行设计](#), 应用手册。
- 德州仪器 (TI), [使用 TXS 型转换器进行电压转换的指南](#), 应用手册。
- 德州仪器 (TI), [使用 TXB 型转换器进行电压转换的指南](#), 应用手册。
- 德州仪器 (TI), [上拉和下拉电阻器对 TXS 和 TXB 器件的影响](#), 应用手册。
- 德州仪器 (TI), [慢速或浮点 CMOS 输入的影响](#), 应用手册。

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