

Application Brief

了解施密特触发器



大多数 CMOS、BiCMOS 和 TTL 器件在其输入的高低电平转换时需要快速边沿。如果边沿过慢，可能会导致过大的电流、振荡，还有可能损坏器件。

缓慢或嘈杂的边沿

在上电或使用按钮或手动开关（具有滤波所需的较大电容器）时，很难避免缓慢边沿。重负载输出还会导致后续器件输入的上升和下降时间超出规格。对于正常（非施密特触发）输入，器件在上升沿和下降沿上的同一点开关。对于缓慢上升沿，器件在阈值处开关。发生开关时，需要来自 V_{CC} 的电流。

从 V_{CC} 强制输出电流时， V_{CC} 电平可能会下降并导致阈值发生变化。当阈值发生变化时，将再次超过输入，导致器件再次开关。这种模式会继续导致振荡，从而导致电流过大。如果输入中有噪声，也会出现这种模式。噪声可能会多次超过阈值，并导致振荡或多次计时。

迟滞

针对这些问题的设计方案是使用施密特触发器件，使缓慢或嘈杂的边缘更快转换，满足后续器件的输入上升和下降规范要求。真正的施密特触发没有上升和下降时间限制。

具有施密特触发操作的器件具有少量迟滞，有助于抑制噪声，但也具有了输入上升和下降时间限制。这些器件通常在数据表中没有 V_T 规格，并且在建议的运行条件下为输入指定了上升和下降时间限制。

真正的施密特触发输入调整了开关阈值，器件将在上升沿的较高点 (V_{T+}) 和下降沿的较低点 (V_{T-}) 进行开关。这些开关点的差异被称为迟滞 (ΔV_T)。以下是施密特触发规格的示例：

表 1. 施密特触发规格示例

参数	V_{CC}	最小值	最大值	单位
V_{T+} (正向输入阈值电压)	1.65V	0.76	1.13	V
	2.3V	1.08	1.56	
	3V	1.48	1.92	
	4.5V	2.19	2.74	
	5.5V	2.65	3.33	
V_{T-} (负向输入阈值电压)	1.65V	0.35	0.59	V
	2.3V	0.56	0.88	
	3V	0.89	1.2	
	4.5V	1.51	1.97	
	4.5V	1.88	2.4	
ΔV_T 迟滞 ($V_{T+} - V_{T-}$)	1.65V	0.36	0.64	V
	2.3V	0.45	0.78	
	3V	0.51	0.83	
	4.5V	0.58	0.93	
	5.5V	0.69	1.04	

请务必记住 $(V_{t+ \max}) = V_{ih}$, $(V_{t- \min}) = V_{il}$ 。在规格中, 有多个限制与施密特触发输入相关。由于各种原因, 所有这些限制都很重要。在输入上升沿, 器件在 $(V_{t+ \min})$ 和 $(V_{t+ \max})$ 之间开关。在下降沿, 器件在 $(V_{t- \max})$ 和 $(V_{t- \min})$ 之间开关。器件不会在 $(V_{t- \max})$ 和 $(V_{t+ \min})$ 之间开关。这对于噪声抑制很重要。

迟滞是器件在上升沿和下降沿开关区域之间的差值。迟滞至少为最小值, 不超过最大 (ΔV_t) 规格。

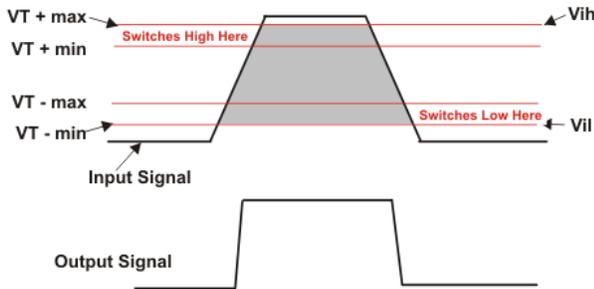


图 1. 迟滞开关时间

在图 1 中, 输入电平 V_{ih} 和 V_{il} 必须大于 $(V_{t+ \max})$ 且小于 $(V_{t- \min})$, 以便确保器件正常开关。上图中的开关点是分开的, 可提供更清晰的视觉效果。实际上 $(V_{t+ \min})$ 和 $(V_{t- \max})$ 可能会重叠。

输入电压

一种常见的误解是, 将慢速信号切换为施密特触发时, 电流消耗将减少。这种误解有一部分是正确的, 因为施密特触发可防止会消耗大量电流的振荡; 但是, 由于输入未在电源轨上的时间, I_{CC} 电流仍然可能更高。这是 I_{CC} 增量。 I_{CC} 增量即输入不在电源轨上, 而上部或下部驱动晶体管处于部分导通状态。下图展示了整个输入电压范围中的 I_{CC} 。

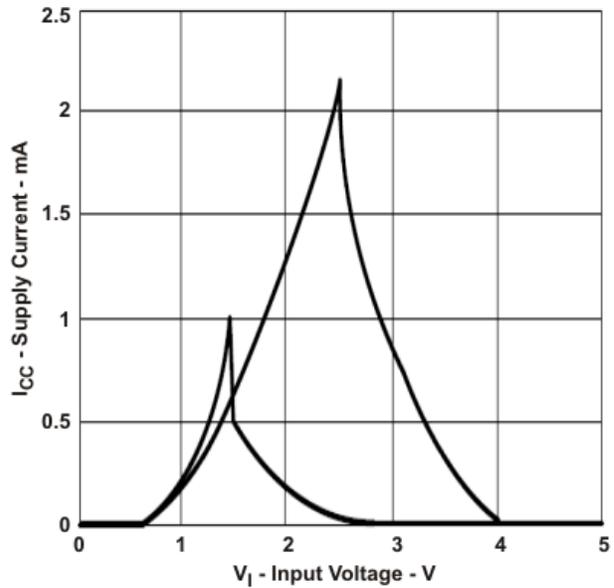


图 2. 作为输入电压函数的电源电流

正弦波

使用施密特触发将正弦波转换为方波, 如该振荡器应用中所示。此外, 使用施密特触发可加快缓慢或嘈杂输入, 或清理输入, 在开关去抖动器电路中就是如此。

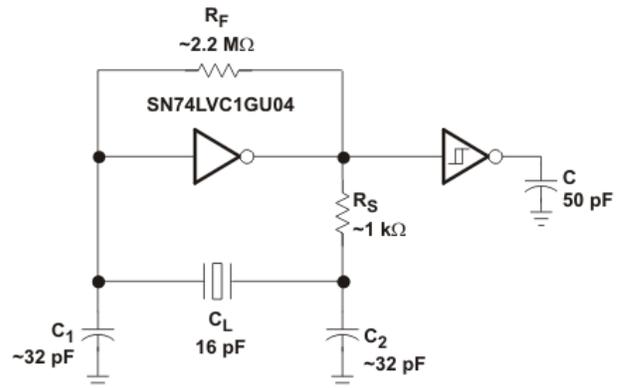


图 3. 使用施密特触发逆变器的振荡器应用

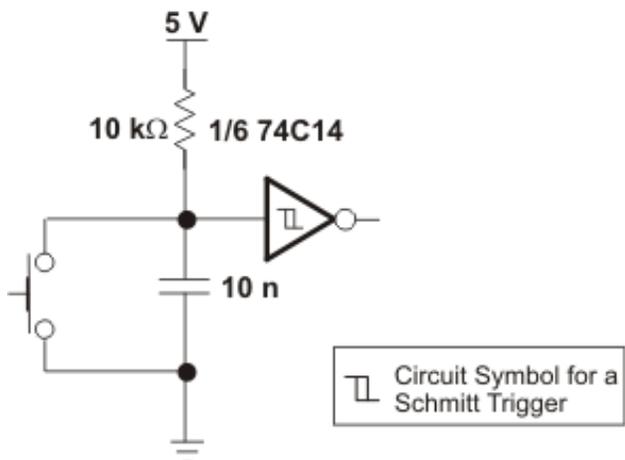


图 4. 使用施密特触发逆变器的开关去抖动器

结语

施密特触发可用于将正弦波更改为方波，清理嘈杂信号，并将慢速边沿转换为快速边沿。

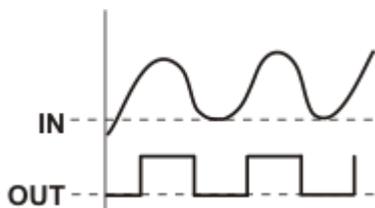


图 5. 正弦波到方波

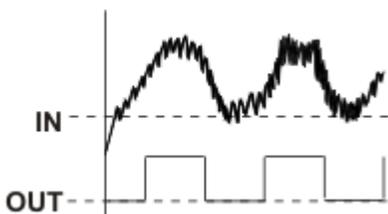


图 6. 清理嘈杂信号

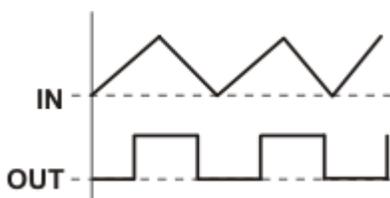


图 7. 转换慢速边沿

我们指定器件在 $(VT+ min)$ 和 $(VT+ max)$ 之间的上升沿开关。我们指定器件在 $(VT - max)$ 和 $(VT - min)$ 之间的下降沿开关。

在 $(VT+ min)$ 和 $(VT - max)$ 之间，我们指定器件不会开关。此规范可用于抑制噪声。这两个限制可以重叠。

我们将最小迟滞量指定为最小 ΔVT 。

- $V_{ih} = (VT+ max)$
- $V_{il} = (VT - min)$

从 30 年前的 74xx 系列到最新的 AUP1T 系列，德州仪器 (TI) 施密特触发功能可用于大多数技术系列。这两项施密特触发功能适用于大多数系列：

- 14 用于反相施密特触发
- 17 用于非反相施密特触发

德州仪器 (TI) 还拥有全系列具有施密特触发输入的小尺寸逻辑产品。

配置

SN74LVC1G57、SN74LVC1G58、SN74LVC1G97、SN74LVC1G98、SN74LVC1G99、SN74AUP1G57、SN74AUP1G58、SN74AUP1G97、SN74AUP1G98、SN74AUP1G99

低至高转换器

SN74AUP1T02、SN74AUP1T04、SN74AUP1T08、SN74AUP1T14、SN74AUP1T157、SN74AUP1T158、SN74AUP1T17、SN74AUP1T32、SN74AUP1T86

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