

Analog Engineer's Circuit

具有迟滞功能的反相比较器电路

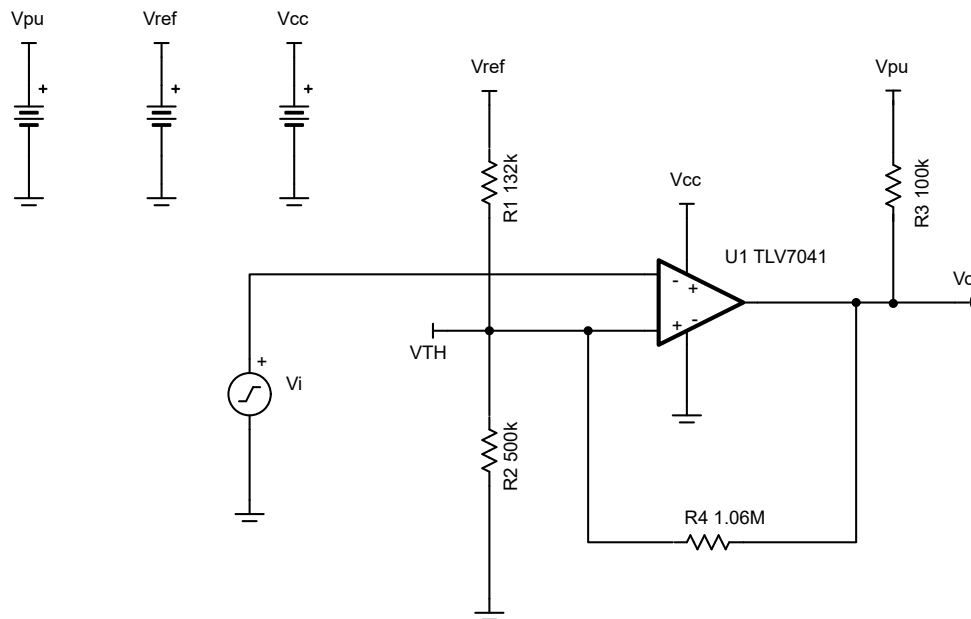


设计目标

输出		阈值			电源		
$V_o = \text{高电平}$	$V_o = \text{低电平}$	V_H	V_L	V_{HYS}	V_{CC}	V_{PU}	V_{ref}
$V_i < V_L$	$V_i > V_H$	2.5V	2.2V	300mV	3V	3V	3V

设计说明

比较器用于区分两种不同的信号电平。在存在噪声、信号变化或缓慢移动的信号的情况下，可以在恒定阈值下观察到输出端的不良转换。设置上限和下限迟滞阈值可消除这些不良输出转换。该电路示例聚焦于设计正反馈电阻器网络所需的步骤，以获得反相比较器应用所需的迟滞。



设计说明

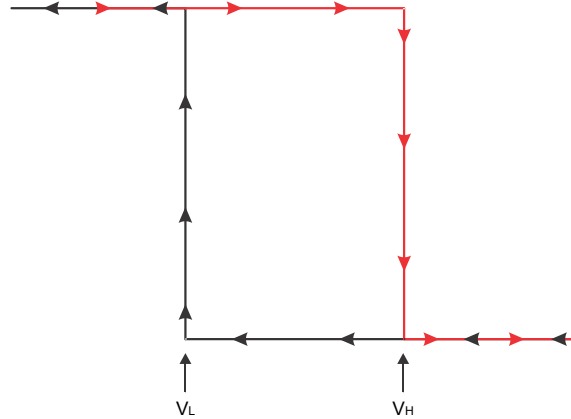
- 迟滞阈值电压的精度与电路中使用的电阻器的容差、所选比较器的输入失调电压规格以及器件的任何内部迟滞相关。
- TLV7041 具有漏极开路输出级，因此需要上拉电阻器。

设计步骤

1. 选择较低的偏置电阻 R_2 。该电阻可以针对任何设计进行修改。在这种情况下，假设需要节能，因此， R_2 选择得较大。

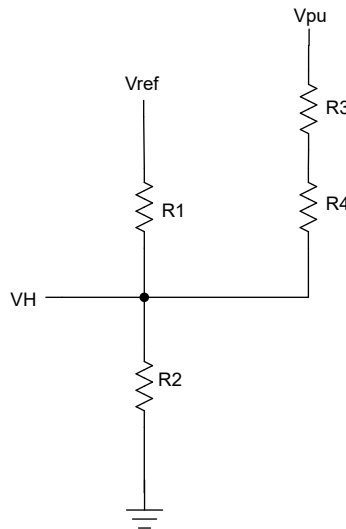
$$R_2 = 500k \Omega$$

2. 选择当比较器从高电平转换为低电平 (V_L) 和从低电平转换为高电平 (V_H) 时的开关阈值。 V_L 是比较器输出转换为低电平所需的输入电压， V_H 是比较器输出高电平所需的输入电压。



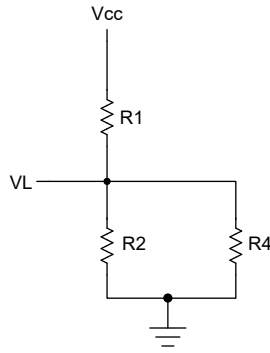
$$V_L = 2.2V \text{ 和 } V_H = 2.5V$$

3. 分析输入电压为 V_H 时的电路。此时， $V_o = 3V = V_{PU}$ ，并且在比较器输出中启动向逻辑低电平的转换。使用基尔霍夫电流定律，求解 R_1 的公式。



$$\frac{V_{PU} - V_H}{R_3 + R_4} + \frac{V_{REF} - V_H}{R_1} = \frac{V_H}{R_2} \Rightarrow R_1 = \frac{V_{REF} - V_H}{\frac{V_H}{R_2} - \frac{V_{PU} - V_H}{R_3 + R_4}}$$

4. 分析输入电压为 V_L 时的电路。此时， $V_o = 0V$ ，并且在比较器输出中启动向逻辑高电平的转换。使用基尔霍夫电流定律，求解 R_1 的公式。



$$\frac{V_{REF} - V_L}{R_1} = \frac{V_L}{R_2} + \frac{V_L}{R_4} \Rightarrow R_1 = \frac{V_{REF} - V_L}{V_L \times \left(\frac{R_2 + R_4}{R_2 R_4} \right)}$$

5. 定义一些常量后，将 R_1 的两个公式设置为等于 R_4 的二次方程。

a. 常量：

$$A = \frac{V_{REF}}{V_L} - 1$$

$$B = V_{REF} - V_H$$

$$C = \frac{V_H}{R_2}$$

$$D = V_{PU} - V_H$$

简化了 二次方程 根(对于 R_4)：

$$\left(\frac{B}{A} - C \times R_2 \right) \times R_4^2 + \left[\frac{B}{A} \times (R_2 + R_3) - C \times R_2 \times R_3 + D \times R_2 \right] \times R_4 + \left(\frac{B}{A} \times R_2 \times R_3 \right) = 0$$

b. 如果输出级是推挽式，则对上述公式进行以下修改：

$$R_3 = 0$$

$$V_{PU} = V_{CC}$$

$$D = V_{CC} - V_H$$

6. 求解 R_4 的二次方程并选择最合乎逻辑的结果。

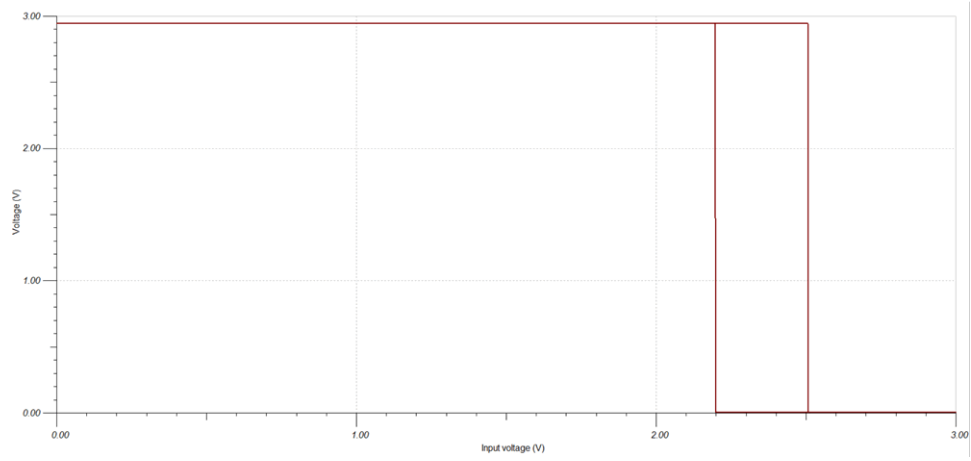
$$R_4 = 808.88k\Omega \cong 809k\Omega$$

7. 通过将 A 常量的值代入步骤 4 中 R_1 的公式来计算 R_1 。

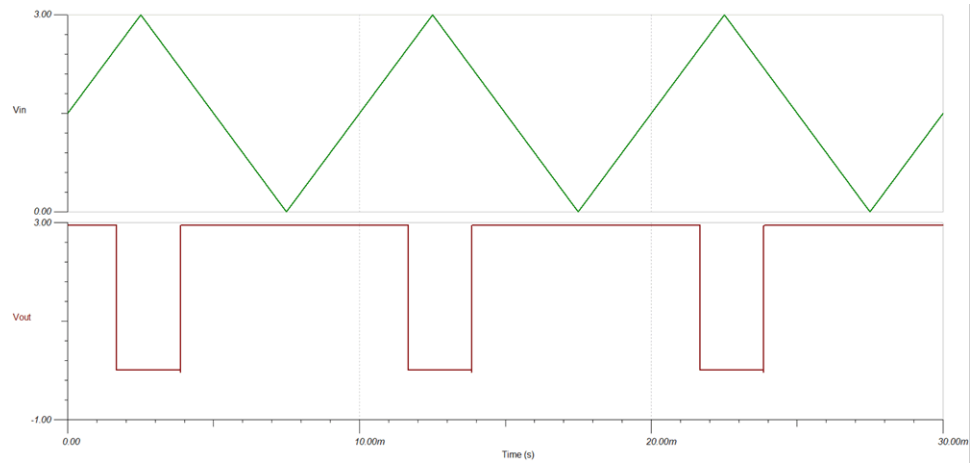
$$R_1 = \frac{V_{REF} - V_L}{V_L \times \left(\frac{R_2 + R_4}{R_2 R_4} \right)} = \left(\frac{V_{REF}}{V_L} - 1 \right) \times \left(\frac{R_2 \times R_4}{R_2 + R_4} \right) = A \times \left(\frac{R_2 \times R_4}{R_2 + R_4} \right)$$

$$R_1 = 112.36k\Omega \cong 112k\Omega$$

直流传输仿真结果



瞬态仿真结果



设计参考资料

有关 TI 综合电路库的信息，请参阅 [模拟工程师电路手册](#)。

请参阅 [具有迟滞功能的比较器参考设计 TIPD144](#)。

请参阅电路 SPICE 仿真文件 SLVMCQ0，[具有迟滞功能的反相比较器电路参考设计](#)。

有关大量比较器主题（包括迟滞、传播延迟和输入共模范围）的更多信息，请参阅 [TI 高精度实验室 - 运算放大器](#)。

设计特色比较器

TLV7031/TLV7041	
输出类型	PP (7031)/OD (7041)
V_{CC}	1.6V 至 6.5V
V_{inCM}	轨到轨
V_{OS}	$\pm 100\mu V$
V_{HYS}	7mV
I_q	335nA/通道
t_{pd}	3 μs
通道数	1 和 2
TLV7041	

设计备用比较器

	TLV1701	TLV7011/TLV7021
输出类型	集电极开路	PP (7011)/OD (7021)
V_{CC}	2.2V 至 36V	1.6V 至 5.5V
V_{inCM}	轨到轨	轨到轨
V_{HYS}	不适用	4.2mV
V_{OS}	$\pm 500\mu V$	$\pm 500\mu V$
I_q	55 μA /通道	5 μA
t_{pd}	560ns	260ns
通道数	1、2 和 4	1 和 2
	TLV1701	TLV7011

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