

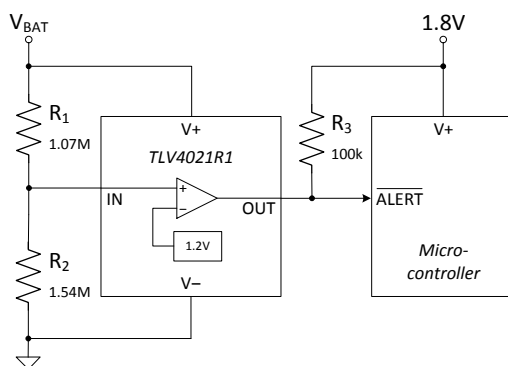
## 采用比较器的欠压保护电路

### 设计目标

电池电压电平 ( $V_{BAT}$ )		比较器输出状态 (OUT)	
欠压 ( $V_{LOW}$ )	启动工作电压 ( $V_{HIGH}$ )	电池电压过低	正常运行
< 2.000V	> 2.034V	$V_{OL} < 0.4V$	$V_{OH} = V_{PU} = 1.8V$

### 设计说明

该欠压保护电路使用一个带有精密集成基准的比较器，以在电池电压降至低于 2.0V 时在比较器输出端 (OUT) 生成警报信号。该实现中的欠压警报为低电平有效。因此，当电池电压降至 2.0V 以下时，比较器输出变为低电平，向监控输出的任何器件提供警报信号。迟滞集成在比较器中，当电池电压升至 2.034V 以上时，比较器输出将返回至逻辑高电平状态。该电路采用漏极开路输出比较器，以便对输出高逻辑电平进行电平转换，从而控制数字逻辑输入引脚。对于需要驱动 MOSFET 开关栅极的应用，最好使用具有推挽输出的比较器。



### 设计说明

1. 选择具有精密集成基准的比较器。
2. 选择具有漏极开路输出级的比较器，以进行电平转换。
3. 选择电阻分压器的值，以便在比较器的输入 (IN) 达到比较器的负向输入阈值电压 ( $V_{IT}$ ) 时产生临界欠压电平。

### 设计步骤

1. 计算所需的电阻分压器分压比，以便在  $V_{BAT}$  降至 2.0V 的目标欠压电平 ( $V_{LOW}$ ) 时比较器的输入超过  $V_{IT-}$ 。TLV4021R1 数据表中的  $V_{IT-}$  为 1.18V。

$$V_{IT-} = \frac{R_2}{(R_1 + R_2)} \times V_{LOW}$$

$$\frac{R_2}{(R_1 + R_2)} = \frac{V_{IT-}}{V_{LOW}} = \frac{1.18 \text{ V}}{2.00 \text{ V}} = 0.59$$

2. 确认  $V_{LOW}$  的值（即欠压警报信号置位时的电压电平）为 2.0V。

$$V_{LOW} = \frac{R_1 + R_2}{R_2} \times V_{IT-} = \frac{1}{0.59} \times 1.18 \text{ V} = 2.0 \text{ V}$$

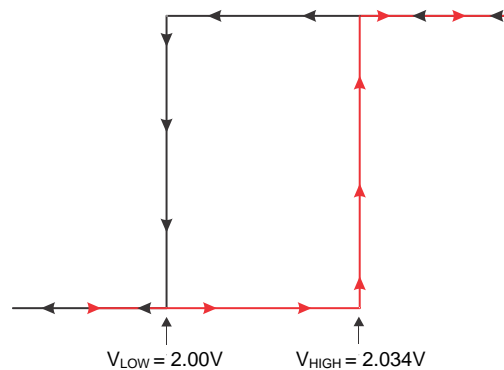
3. 选择  $R_1$  和  $R_2$  的值，从而通过使用以下公式或使用 [http://www.ti.com/download/kbase/volt/volt\\_div3.htm](http://www.ti.com/download/kbase/volt/volt_div3.htm) 上的在线工具“分压器计算器”生成 0.59 的电阻分压器分压比。

如果使用以下公式，则在兆欧级别范围内选择  $R_2$  值并计算  $R_1$ 。在该示例中，为  $R_2$  选择了值 1.54M。

$$R_1 = R_2 \left( \frac{V_{LOW}}{V_{IT-}} - 1 \right) = 1.54 \text{ M}\Omega \left( \frac{2 \text{ V}}{1.18 \text{ V}} - 1 \right) = 1.07 \text{ M}\Omega$$

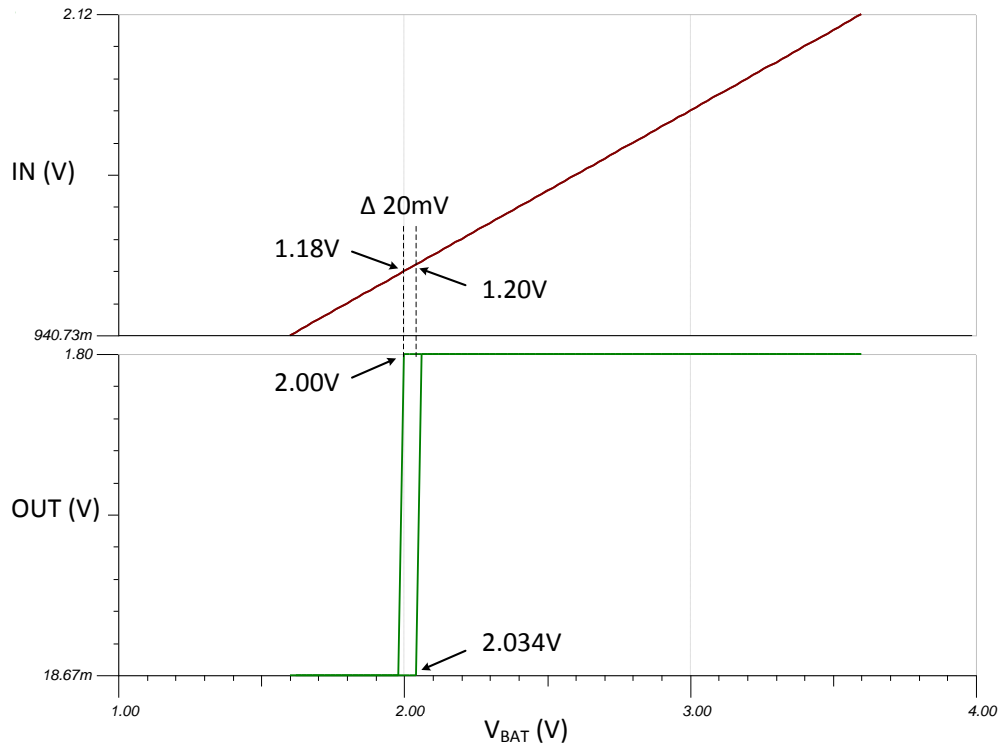
4. 验证通过电阻分压器的电流是否至少比比较器的输入偏置电流高 100 倍。电阻器可以具有高值，以最大程度地减小电路中的功耗，而不会使电阻分压器的误差显著增加。
5. 计算  $V_{HIGH}$ ，这是欠压警报信号取消置位（恢复至逻辑高电平值）时的电池电压。如果电池电压降至 2.0V 以下或在初始启动时升高，则比较器输入需要超过  $V_{IT+}$ ，这是使输出恢复至逻辑高电平的正向输入阈值电压。TLV4021R1 数据表中的  $V_{IT+}$  为 1.20V。

$$V_{HIGH} = \frac{R_1 + R_2}{R_2} \times V_{IT+} = \frac{1.07 \text{ M}\Omega + 1.54 \text{ M}\Omega}{1.54 \text{ M}\Omega} \times 1.20 \text{ V} = 2.034 \text{ V}$$

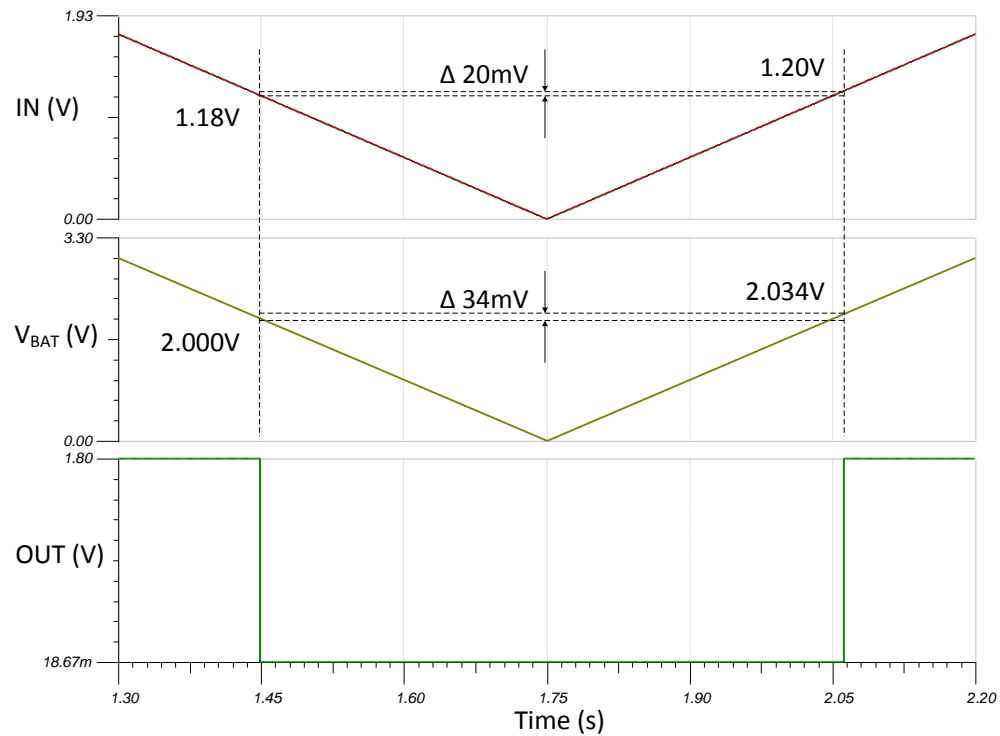


设计仿真

直流仿真结果



瞬态仿真结果



**参考文献:**

1. 《模拟工程师电路设计指导手册》
2. SPICE 仿真文件 - [SNOAA18](#)
3. [TI 高精度实验室](#)

**设计采用的比较器**

TLV4021R1	
$V_S$	1.6V 至 5.5V
$V_{inCM}$	轨至轨
$V_{OUT}$	漏极开路
集成基准	1.2V $\pm$ 1% (在工作温度范围内)
迟滞	20mV
$I_Q$	2.5 $\mu$ A
$t_{PD(HL)}$	450ns
<a href="http://www.ti.com.cn/product/cn/tlv4021">www.ti.com.cn/product/cn/tlv4021</a>	

**设计替代比较器**

	TLV4041R1	TLV3011
$V_S$	1.6V 至 5.5V	1.8V 至 5.5V
$V_{inCM}$	轨至轨	轨至轨
$V_{OUT}$	推挽	漏极开路
集成基准	1.2V $\pm$ 1% (在工作温度范围内)	1.242 $\pm$ 1% (室温)
迟滞	20mV	不适用
$I_Q$	2.5 $\mu$ A	2.8 $\mu$ A
$t_{PD(HL)}$	450ns	6 $\mu$ s
	<a href="http://www.ti.com.cn/product/cn/tlv4041">www.ti.com.cn/product/cn/tlv4041</a>	<a href="http://www.ti.com.cn/product/cn/tlv3011">www.ti.com.cn/product/cn/tlv3011</a>

## 重要声明和免责声明

TI 均以“原样”提供技术性 & 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，不保证其中不含任何瑕疵，且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、适合某特定用途或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

所述资源可供专业开发人员应用 TI 产品进行设计使用。您将对以下行为独自承担全部责任：(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安全、安保或其他要求。所述资源如有变更，恕不另行通知。TI 对您使用所述资源的授权仅限于开发资源所涉及 TI 产品的相关应用。除此之外不得复制或展示所述资源，也不提供其它 TI 或任何第三方的知识产权授权许可。如因使用所述资源而产生任何索赔、赔偿、成本、损失及债务等，TI 对此概不负责，并且您须赔偿由此对 TI 及其代表造成的损害。

TI 所提供产品均受 TI 的销售条款 (<http://www.ti.com.cn/zh-cn/legal/termsofsale.html>) 以及 [ti.com.cn](http://www.ti.com.cn) 上或随附 TI 产品提供的其他可适用条款的约束。TI 提供所述资源并不扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品所发布的可适用的担保范围或担保免责声明。

邮寄地址：上海市浦东新区世纪大道 1568 号中建大厦 32 楼，邮政编码：200122  
Copyright © 2019 德州仪器半导体技术（上海）有限公司

## 重要声明和免责声明

TI 均以“原样”提供技术性及其可靠性数据（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，不保证其中不含任何瑕疵，且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、适合某特定用途或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

所述资源可供专业开发人员应用TI 产品进行设计使用。您将对以下行为独自承担全部责任：(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安全、安保或其他要求。所述资源如有变更，恕不另行通知。TI 对您使用所述资源的授权仅限于开发资源所涉及TI 产品的相关应用。除此之外不得复制或展示所述资源，也不提供其它TI 或任何第三方的知识产权授权许可。如因使用所述资源而产生任何索赔、赔偿、成本、损失及债务等，TI 对此概不负责，并且您须赔偿由此对TI 及其代表造成的损害。

TI 所提供产品均受TI 的销售条款 (<http://www.ti.com.cn/zh-cn/legal/termsofsale.html>) 以及ti.com.cn上或随附TI产品提供的其他可适用条款的约束。TI提供所述资源并不扩展或以其他方式更改TI 针对TI 产品所发布的可适用的担保范围或担保免责声明。

邮寄地址：上海市浦东新区世纪大道 1568 号中建大厦 32 楼，邮政编码：200122  
Copyright © 2019 德州仪器半导体技术（上海）有限公司