

Analog Engineer's Circuit

采用比较器的过压保护电路

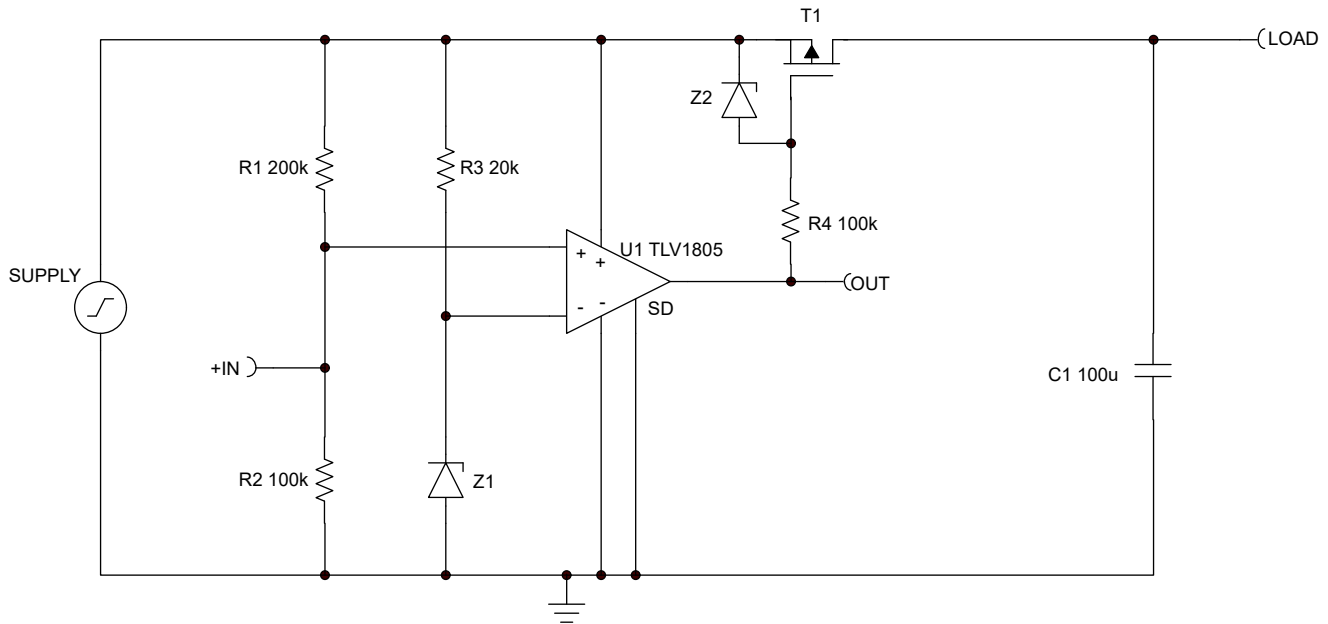


设计目标

| 电源 | 负载 | 比较器输出状态 (OUT) | |
|-------------|-----------------------|-----------------|----------------------|
| 工作电压范围 | 最大工作电压 (V_{OVER}) | 电源 $< V_{OVER}$ | 电源 $\geq V_{OVER}$ |
| 12 V 至 36 V | 30V | $V_{OL} < 0.4V$ | $V_{OH} = \text{电源}$ |

设计说明

该过压保护电路使用具有推挽输出级的高电压比较器来控制将电源连接到负载的 P 沟道 MOSFET。当电源电压超过过压阈值 (V_{OVER}) 时，比较器的输出变为高电平，并通过打开 P 沟道 MOSFET 将负载与电源断开。同样，当电源电压低于 V_{OVER} 时，比较器的输出为低电平并将负载连接到电源。



设计注意事项

1. 选择具有推挽输出级的高电压比较器。
2. 选择低于电源最低工作电压范围的基准电压。
3. 计算电阻分压器的值，以便在比较器的输入 (+IN) 达到比较器的基准电压时产生临界过压电平。
4. 限制 P 沟道 MOSFET 的源极-栅极电压，使其保持低于器件的最大允许值。

设计步骤

1. 选择具有推挽输出级、能够在最高可能电源电压下工作的高电压比较器。在该应用中，最高的电源电压为 36 V。
2. 确定过压检测电路的相应基准电平。由于电源的最低工作电压为 12 V，因此选择 10 V 齐纳二极管 (Z_1) 作为基准 (V_{REF})。
3. 通过考虑最小偏置电流来计算 R_3 的值，以保持 Z_1 电压稳定在 10V。使用最小偏置电流 100 μ A 以及最小电源电压 12V。

$$R_3 = \frac{\text{电源 (min)} - V_{ZENER}}{I_{BIAS (min)}} = \frac{12V - 10V}{100\mu A} = 20 \text{ k}\Omega$$

4. 计算所需的电阻分压器分压比，以便在电源升至 30 V 的目标过压电平 (V_{OVER}) 时比较器的输入 (+IN) 超过基准电压 (10 V)。

$$V_{REF} = V_{OVER} \times \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right)$$

$$\left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) = \frac{V_{REF}}{V_{OVER}} = \frac{10V}{30V} = 0.333$$

5. 选择 R_1 和 R_2 的值，从而通过使用以下公式或使用在线工具“[分压器计算器](#)”生成 0.333V 的电阻分压器分压比。

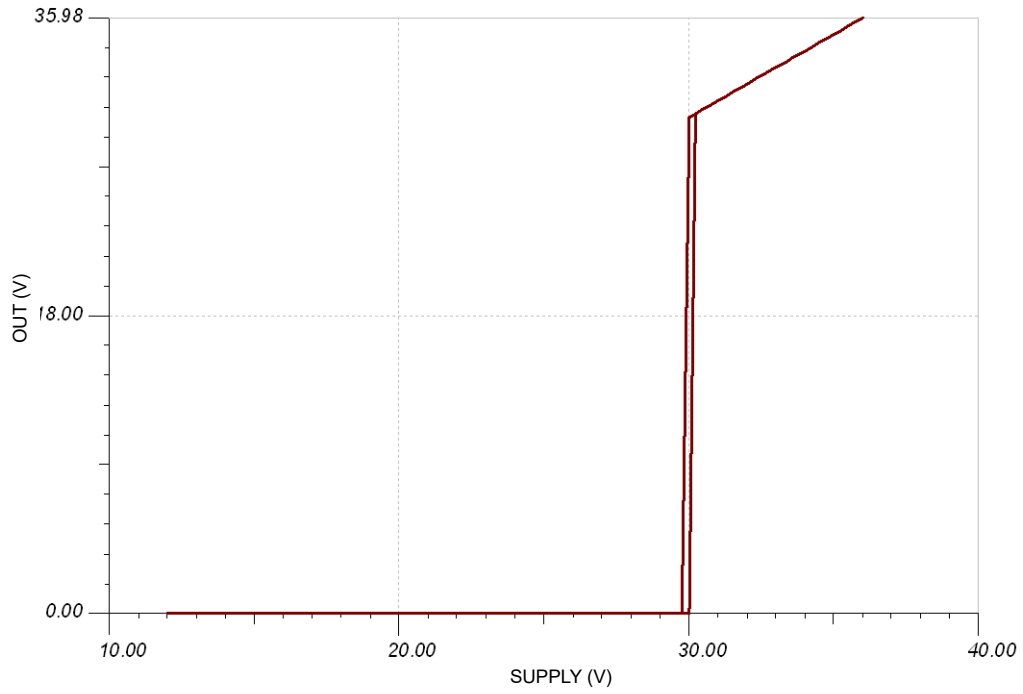
如果使用以下公式，则在 100k Ω 范围内选择 R_2 值并计算 R_1 。在该示例中，为 R_2 选择了值 100k。

$$R_1 = R_2 \left(\frac{V_{OVER}}{V_{REF}} - 1 \right) = 100 \text{ k}\Omega \left(\frac{30V}{10V} - 1 \right) = 200 \text{ k}\Omega$$

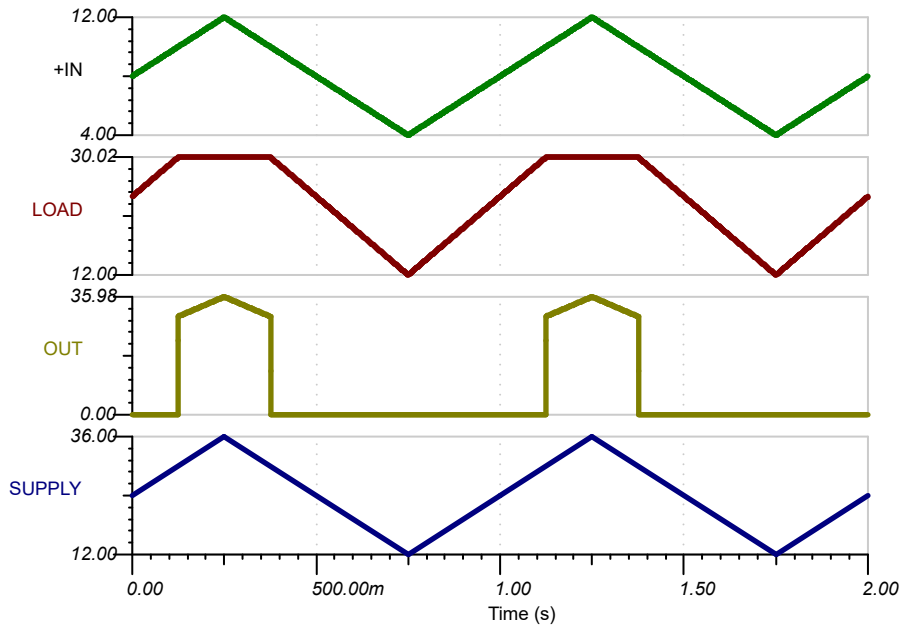
6. 请注意，应用电路中使用的 TLV1805 具有 15 mV 的迟滞。这意味着当电源上升时，实际开关阈值将比开关阈值 (V_{REF}) 高 7.5mV；当电源下降时，实际开关阈值要低 7.5mV。在直流仿真曲线中最容易看到迟滞结果。由于电源通过电阻器以系数 3 进行分压，因此对电源开关阈值的净影响是该值的 3 倍。
7. 验证通过电阻分压器的电流是否至少比较器的输入偏置电流高 100 倍。电阻器可以具有高值，以最大程度地减小电路中的功耗，而不会使电阻分压器的误差显著增加。
8. 选择齐纳二极管 (Z_2)，限制 P 沟道 MOSFET 的源极-栅极电压 (V_{SG})，使其保持低于器件的最大允许值。P 沟道功率 MOSFET 通常具有 20 V 的 V_{SG} 最大值，因此从源极到栅极放置一个 16 V 齐纳二极管。
9. 计算限流电阻器 (R_4) 的值。当电源上升至 16 V 以上并且 Z_2 开始导通时， R_4 会限制比较器输出为低电平时其输出的灌电流大小。当标称电源电压为 24V 时，灌电流限制为 80 μ A。

$$I_{SINK} = \left(\frac{\text{电源} - V_{Z2}}{R_4} \right) = \left(\frac{24V - 16V}{100 \text{ k}\Omega} \right) = 80 \text{ }\mu A$$

设计仿真
直流仿真结果



瞬态仿真结果



参考资料：

1. [模拟工程师电路设计指导手册](#)
2. [SPICE 仿真文件 SNOAA20](#)
3. [TI 高精度实验室](#)

设计特色比较器

| TLV1805-Q1/TLV1805 | |
|-------------------------|-------------|
| V_S | 3.3V 至 40V |
| V_{inCM} | 轨到轨 |
| V_{OUT} | 推挽 |
| V_{OS} | 500 μ V |
| 迟滞 | 15mV |
| I_Q | 135 μ A |
| $t_{PD(HL)}$ | 250ns |
| TLV1805 | |

设计备用比较器

| | TLV3701/TLV370x-Q1 | TLC3702/TLC3702-Q1 |
|--------------|-------------------------|-------------------------|
| V_S | 2.5V 至 16V | 4V 至 16V |
| V_{inCM} | 轨到轨 | -1V (相对于 VDD) |
| V_{OUT} | 推挽 | 推挽 |
| V_{OS} | 250 μ V | 1.2mV |
| 迟滞 | 不适用 | 不适用 |
| I_Q | 0.56 μ A | 9.5 μ A/通道 |
| $t_{PD(HL)}$ | 36 μ s | 0.65 μ s |
| | TLV3701 | TLC3702 |

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