

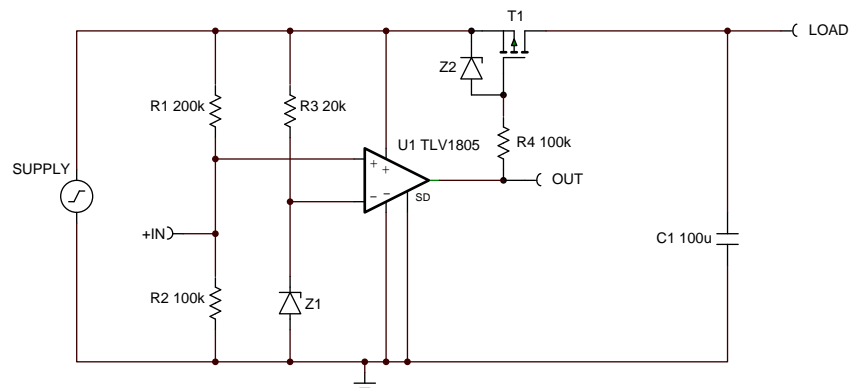
采用比较器的过压保护电路

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 $\geq V_{OVER}$
12V 至 36V	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。



设计说明

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 36V。
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 12V，因此选择 10V 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。

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

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

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

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

5. 选择 R_1 和 R_2 的值，从而通过使用以下公式或使用 http://www.ti.com/download/kbase/volt/volt_div3.htm 上的在线“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。

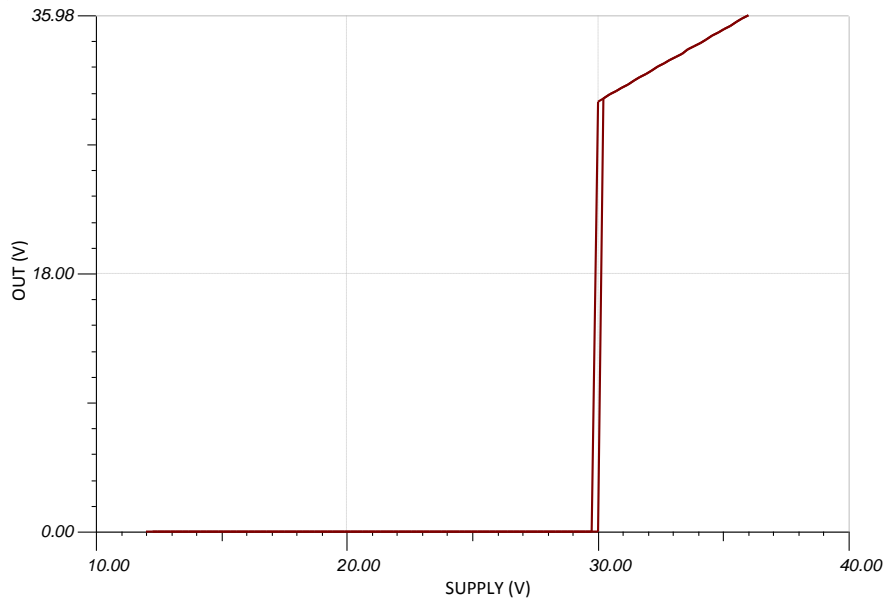
$$R_1 = R_2 \left(\frac{V_{OVER}}{V_{REF}} - 1 \right) = 100 \text{ k}\Omega \left(\frac{30V}{10V} - 1 \right) = 200 \text{ k}\Omega$$

6. 请注意，应用电路中使用的 TLV1805 具有 15mV 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 20V 的 V_{SG} 最大值，因此从源极到栅极放置一个 16V 齐纳二极管。
9. 计算限流电阻器 (R_4) 的值。当电源上升至 16V 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。

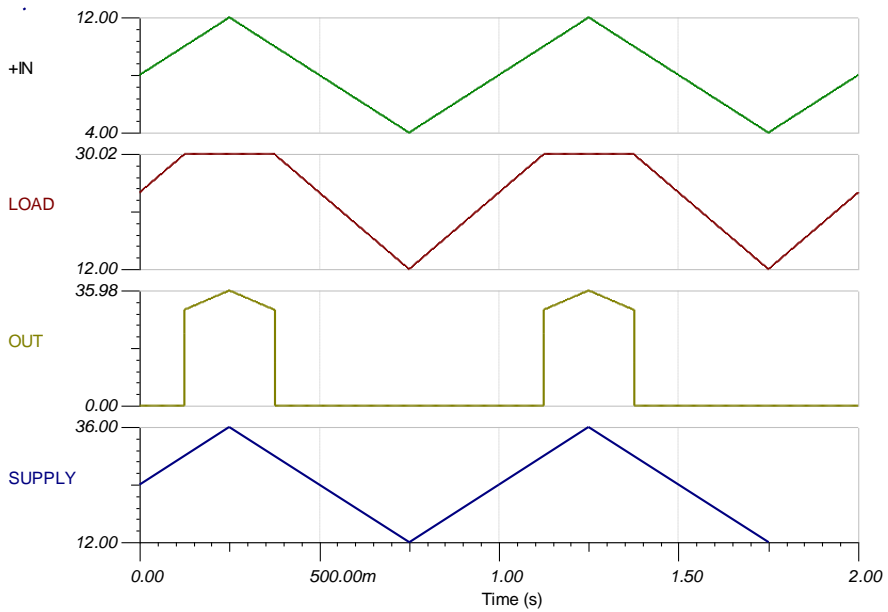
$$I_{SINK} = \left(\frac{V_{DD} - V_{Z2}}{R_4} \right) = \left(\frac{24V - 16V}{100 \text{ k}\Omega} \right) = 80 \mu A$$

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 [SNOAA20](#)
3. [TI 高精度实验室](#)

设计采用的比较器

TLV1805-Q1/TLV1805	
V_S	3.3V 至 40V
V_{inCM}	轨至轨
V_{OUT}	推挽
V_{OS}	500 μ V
迟滞	15mV
I_Q	135 μ A
$t_{PD(HL)}$	250ns
www.ti.com.cn/product/cn/tlv1805	

设计替代比较器

	TLV3701/TLV370x-Q1	TLC3702/TLC3702-Q1
V_S	2.5V 至 16V	4V 至 16V
V_{inCM}	轨至轨	-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
	www.ti.com.cn/product/cn/tlv3701	www.ti.com.cn/product/cn/tlc3702

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