

Cicely Tang

TL431 作为可控精密稳压源，因其集成了基准源和比较器于一体，并具有价格优势，广泛应用于并联稳压器、串联稳压器、开关调整控制电路和参考电压等场景中。然而，在用 TL431 作为开环比较器时，发现其存在静态功耗问题。通过查找芯片数据手册，使用 ATL431 可以有效降低静态功耗。

直流母线电压过压保护方案静态损耗问题

在许多 ACDC 和 DCDC 设计中，直流母线电压的过压保护是一个重要的考虑因素。使用 TL431 构建过压保护电路是一种性价比很高的选择。其具体实现原理是将母线电压经过电阻分压后与基准源 2.495V 进行比较，开环比较器的实现原理如下图所示。在理想条件下，当且仅当 V_{in} 超过 2.495V 时，阴极导通，流过电流将 V_{sup} 拉到地，从而实现输入电压的保护。然而，通常会发现，在 V_{in} 尚未达到 2.495V 时，TL431 的阴极上仍然有电流流过，从而导致 R_{sup} 上的功率损耗。这个问题可能会导致一系列影响。以 220Vac 的 Flyback 电源为例，在通过整流桥整流后的直流电压进行反激变换时，其输入电压有可能会存在电源线安装错误、电压波动等问题，因此需要进行过压保护。在使用 TL431 实现过压保护时，发现其在阴极电阻上的损耗问题。对于对损耗和能耗要求较高的产品，这种问题可能造成超出预期的后果。

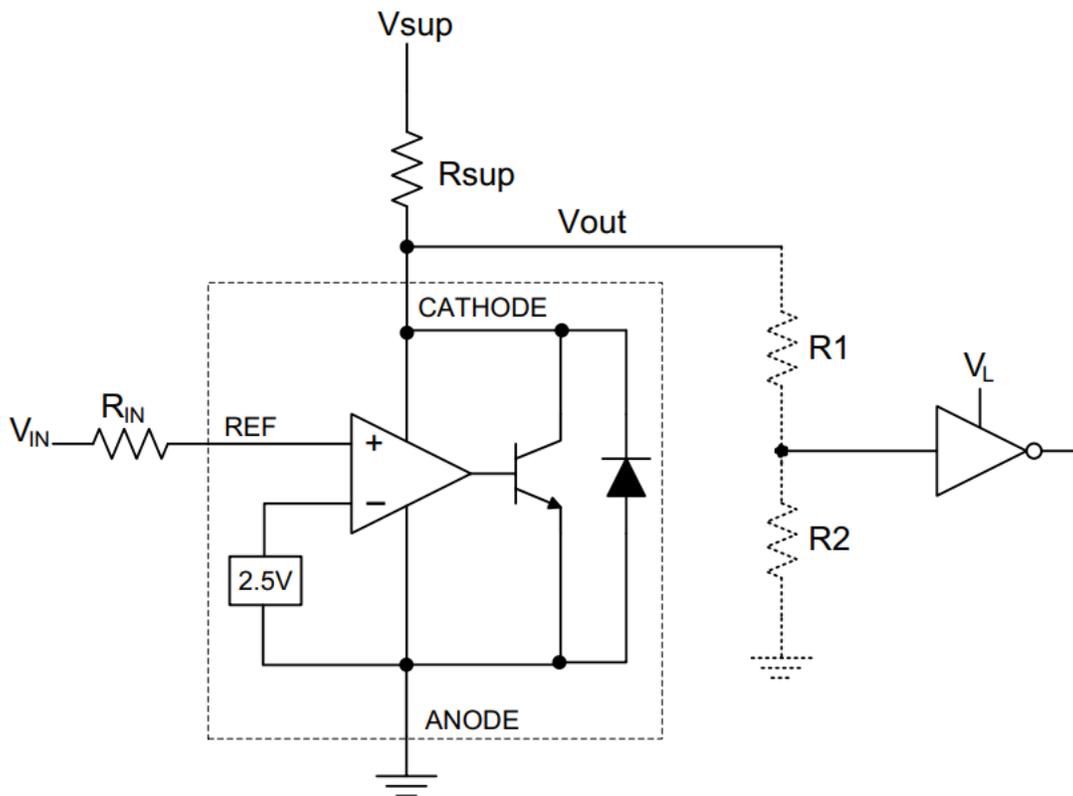


图 1. TL431 搭建开环比较器电路

静态损耗问题仿真分析

为了解决上述问题，通过在 TI-Tina 仿真软件上搭建了一个 TL431 比较器，如图 2 所示。其中 V_{in} 等效为经过电阻分压后的电压，范围从 2V 到 4V 模拟输入电压的变化。理论上，在 2.495V 时会产生阴极电流（对应图中电流表的测量值）。在不同的 V_{ka} 电压下，观察到会在不同的电压值下开始产生漏电流，仿真结果如下所示。总结规律为：随着 V_{ka} 的降低，漏电流的产生电压值会逐渐接近 TL431 的 2.495V，也就是说也就是 I_{ka} 与 V_{in} 越接近阶跃信号。

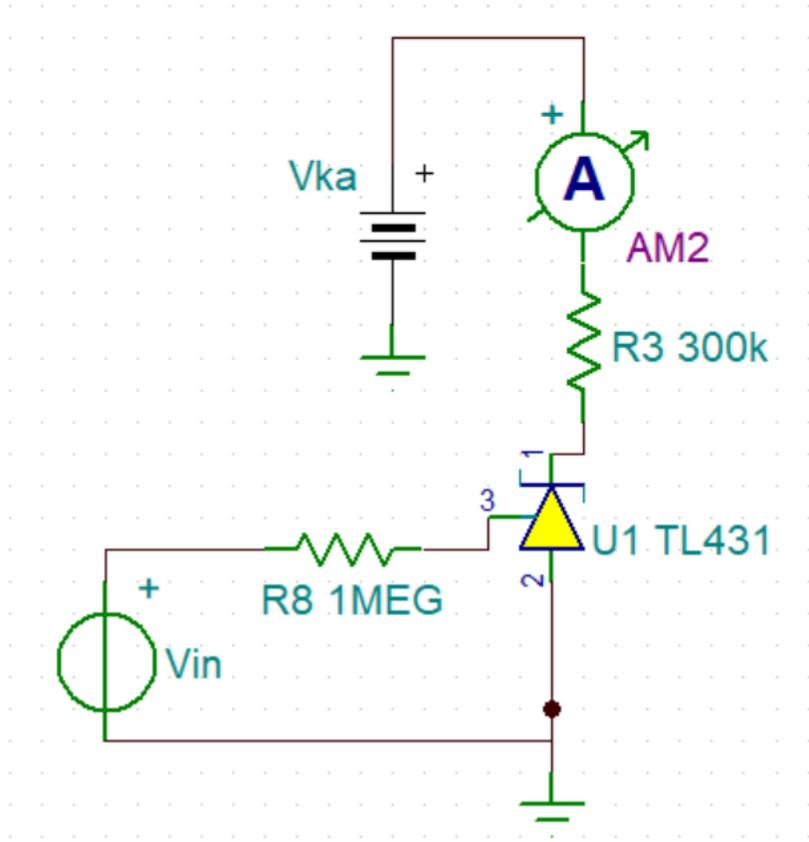
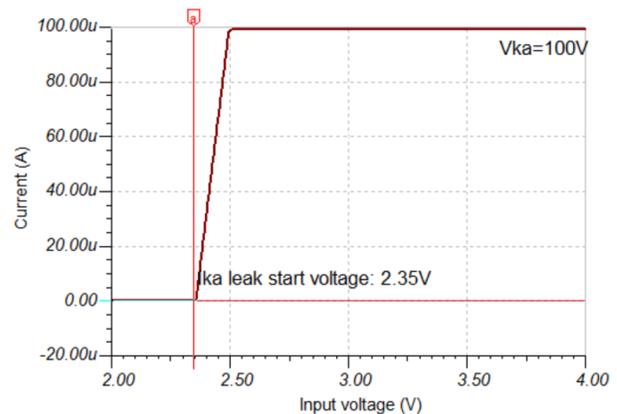
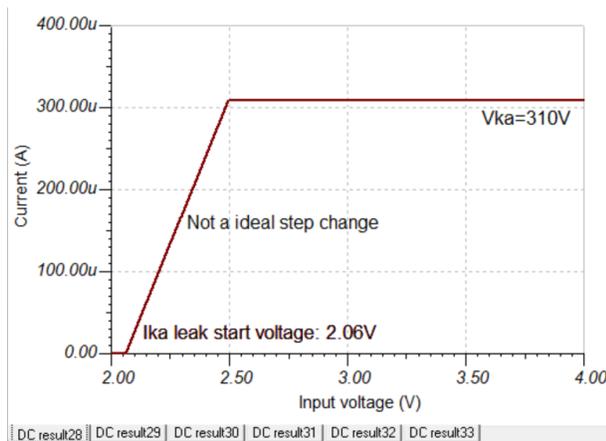
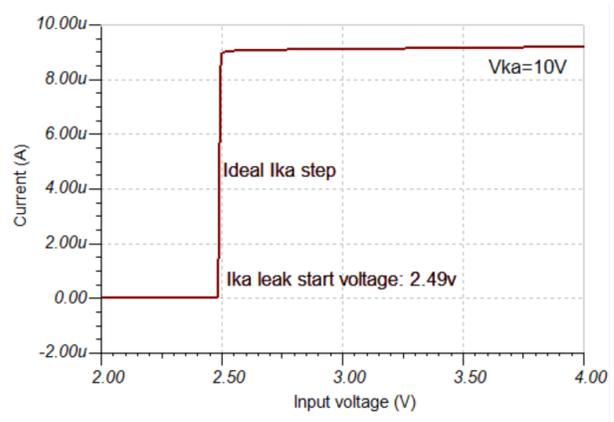
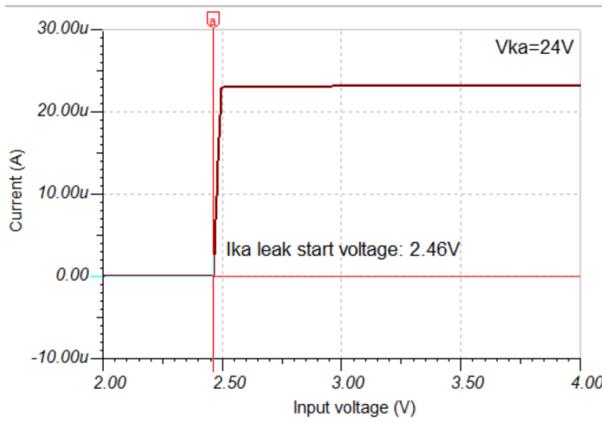


图 2. 开环比较器 TI-TINA 仿真模型





通过仿真结果分析，发现确实存在静态损耗问题。其原因在于 TL431 芯片内部的输出端和内部运放的供电为同一点，而运放的漏电流会受到供电电压的影响。因此，TL431 的阴极漏电流实际上就是内部运放的漏电流，简单来说，是由于 TL431 芯片本身存在着漏电流问题。

解决方案

第一种解决方案是增大阴极串联电阻值能减少该静态损耗，但该方式并不会改变开始产生漏电流的电压点，所以没有从根本上解决，并且在电阻过大后可能会导致类似 Flyback 等控制器无法启动；

第二种解决方案是替换成更低漏电流的芯片，如 ATL431。在查阅了 TI 多个芯片的规格书后得到 ATL431 是一款漏电流较小且非常适合用于搭建开环比较器的芯片；图 3 给出了芯片的漏电流对比，发现普通的 TL431 在 1V 时就开始有较大的电流流过，而 ATL431 的漏电流与 V_{in} 的曲线则十分接近阶跃波形，这一特性使 ATL431 十分适合用作开环比较器。

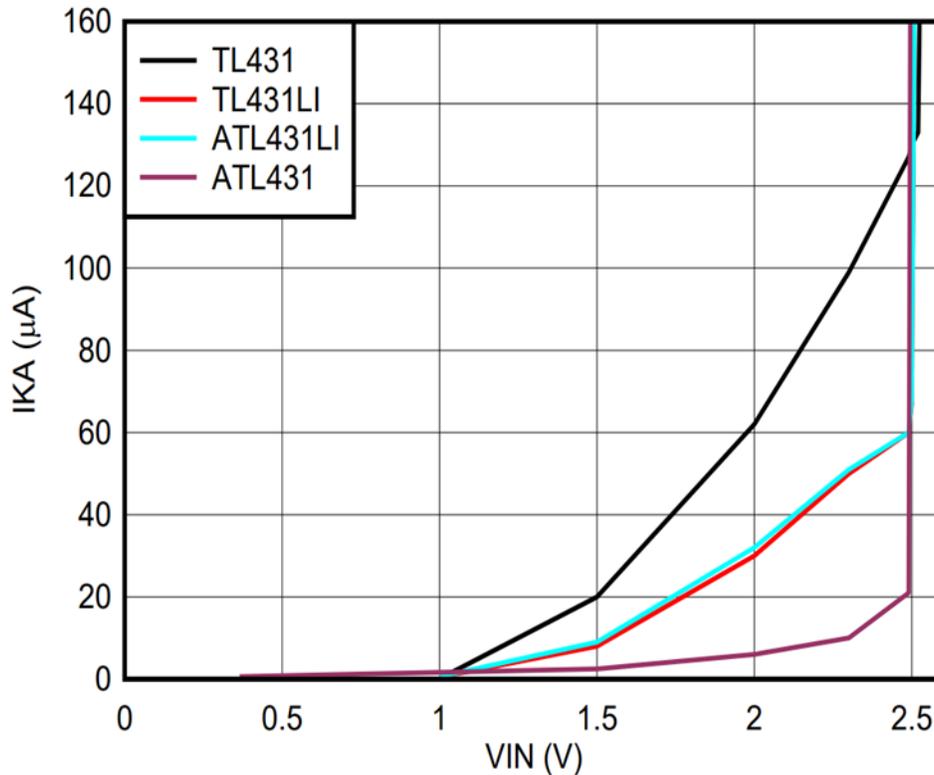


图 3. 不同稳压源芯片的漏电流对比

总结

本文从 TL431 搭建开环比较器存在静态损耗问题出发。分析得出该静态损耗是芯片的漏电流造成的，并且通过仿真发现该静态电流与阴极电压有着正向关系。同时给出了实际应用时会造成的影响进行了阐述，进一步给出了如何通过查看芯片的 Datasheet 来比较不同 TL431 搭建开环比较器的优劣。

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