

Technical Article

确保光耦合器正确偏置



Brian King

在隔离式电源中，光耦合器会跨越隔离边界传递反馈信号。光耦合器包含发光二极管 (LED) 和光电探测器。电流流经 LED 会导致成比例的电流流经光电探测器。电流传输比 (CTR) 是从 LED 到光电探测器的电流增益，通常具有非常宽的容差。在设计隔离式反馈网络时，必须考虑光耦合器和所有决定大信号增益的其他元件的容差。如果忽略这点，很容易导致产品投入生产后出现故障。

图 1 所示的隔离式反馈网络原理图是常见的实现。TI 的 TL431 包含误差放大器和基准。R3 和 R5 的电阻分压器以及 TL431 的内部基准设置输出电压。反馈网络通过改变脉宽调制 (PWM) 控制器反馈引脚上的电压来控制传送到电源输出的功率。当 V_{OUT} 变高时，TL431 阴极会通过光耦合器拉取更多电流，从而将反馈引脚拉低。当 V_{OUT} 变低时，TL431 阴极从光耦合器拉取的电流较少，从而允许反馈引脚拉高。

必须在考虑到所有主要变量的最差情况容差下，通过适当的设计，确保此电路能够驱动控制器的反馈引脚（在其整个动态工作范围内）。

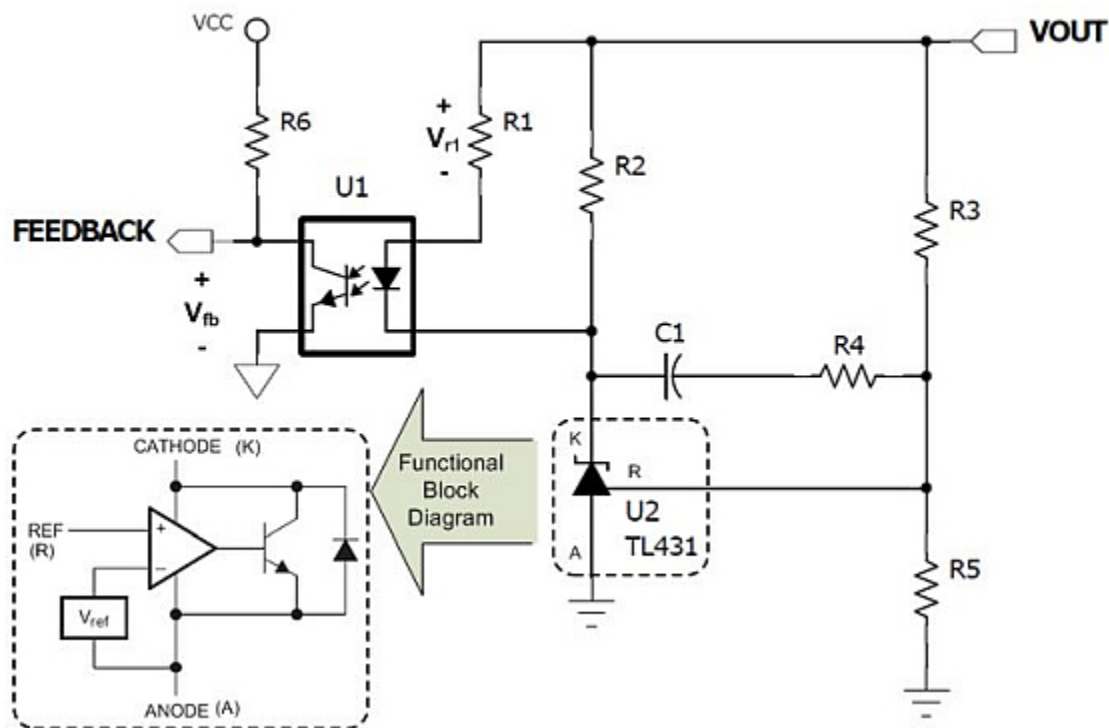


图 1. 该电路通常在隔离式电源中生成反馈信号。

第一步是确定控制器反馈引脚的动态工作范围。所有控制器各不相同，因此执行该任务时，需要对数据表进行一些研究。例如，假设您使用 UCC2897A 来控制 12V 输出有源钳位正激式转换器。阅读 UCC2897A 数据表中的“详细引脚说明”，可以发现反馈引脚上的 2.5V 电压可实现零占空比，而 4.5V 反馈电压可实现最大占空比。UCC2897A 还提供 5V 基准，可用于通过图 1 中的 R6 偏置光耦合器中的光电探测器。此基准的最小值为

4.75V，最大值为 5.25V。假设为 R6 使用具有 1% 容差的 1kΩ 电阻器，公式 1 和 2 计算所需的流经光耦合器光电探测器的电流范围：

$$I_{R6_max} = \frac{V_{REFmax} - V_{FBmin}}{R_{6min}} = \frac{5.25V - 2.5V}{990\Omega} = 2.78mA \quad (1)$$

$$I_{R6_min} = \frac{V_{REFmin} - V_{FBmax}}{R_{6max}} = \frac{4.75V - 4.5V}{1010\Omega} = 2.75mA \quad (2)$$

您的电路必须能够驱动 0.25mA 至 2.78mA 范围内的 R6 电流。通过提供电阻器 R2，TL431 的阴极能够提高到足够高的电压，从而消除光耦合器 LED 中的电流。因此，电路设计可以保证最小的 R6 电流，您只需考虑提供最大 R6 电流。

第二步是计算光耦合器在最坏情况下的 CTR。器件型号中带有“817”的光耦合器是由多个制造商提供，并且彼此引脚对引脚兼容；每个光耦合器在器件型号中使用不同的后缀。表 1 展示了具有不同 CTR 范围的 817 器件示例，通过器件型号中的单个字母后缀表示。此 CTR 范围不考虑温度和偏置电流的影响。表 1 和图 3 重现了光耦合器数据表中的图表，汇总了温度和偏置电流的影响。

表 1. 具有各种 CTR 范围的光耦合器

Part No. suffix	CTR minimum	CTR maximum
A	80%	160%
B	130%	260%
C	200%	400%
D	300%	600%
None	80%	600%

假如，您希望电源在 -40°C 至 85°C 的环境中运行。根据图 2 所示，您会发现在 85°C 时需要将最小 CTR 乘以约 0.7。如果您选择 817 的“A”版本，最小 CRT 可低至 56%。将公式 1 的结果除以 0.56 可得出，您可能需要至少 4.96mA 的 LED 电流（不考虑偏置电流的影响）。根据图 3 所示，4.96mA 处的偏置电流影响可以忽略不计。

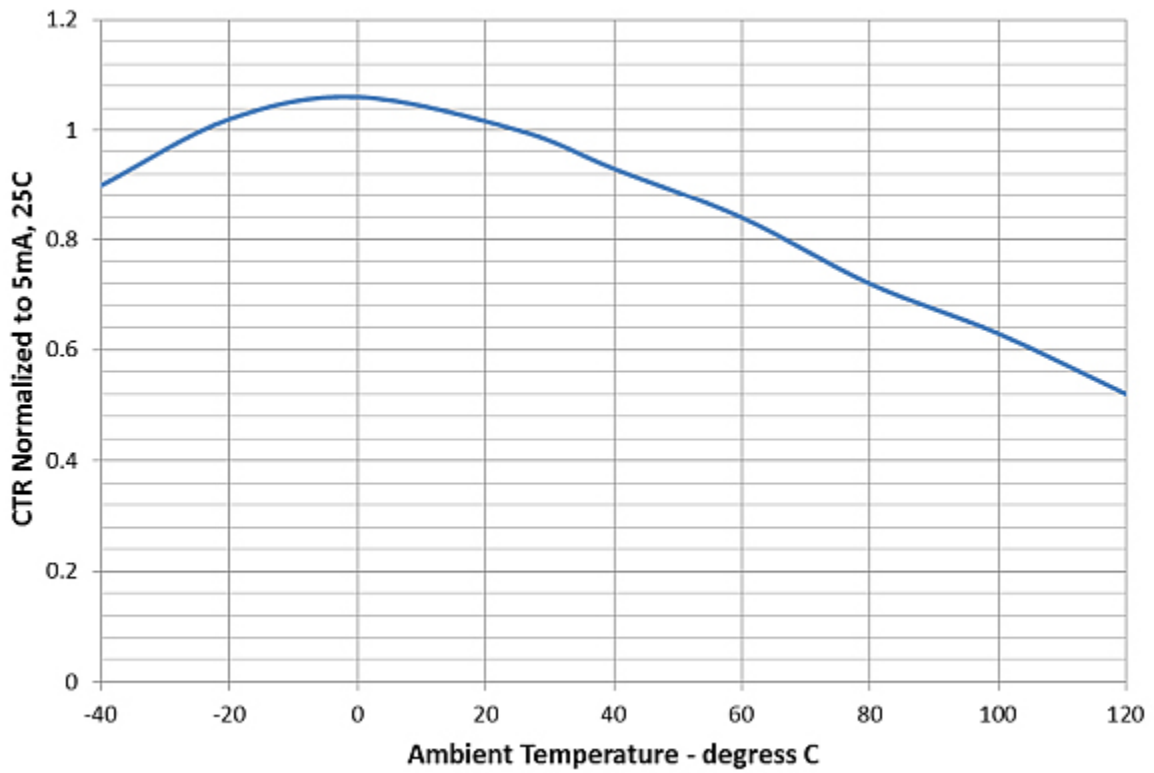


图 2. 光耦合器 CTR 随温度而变化。

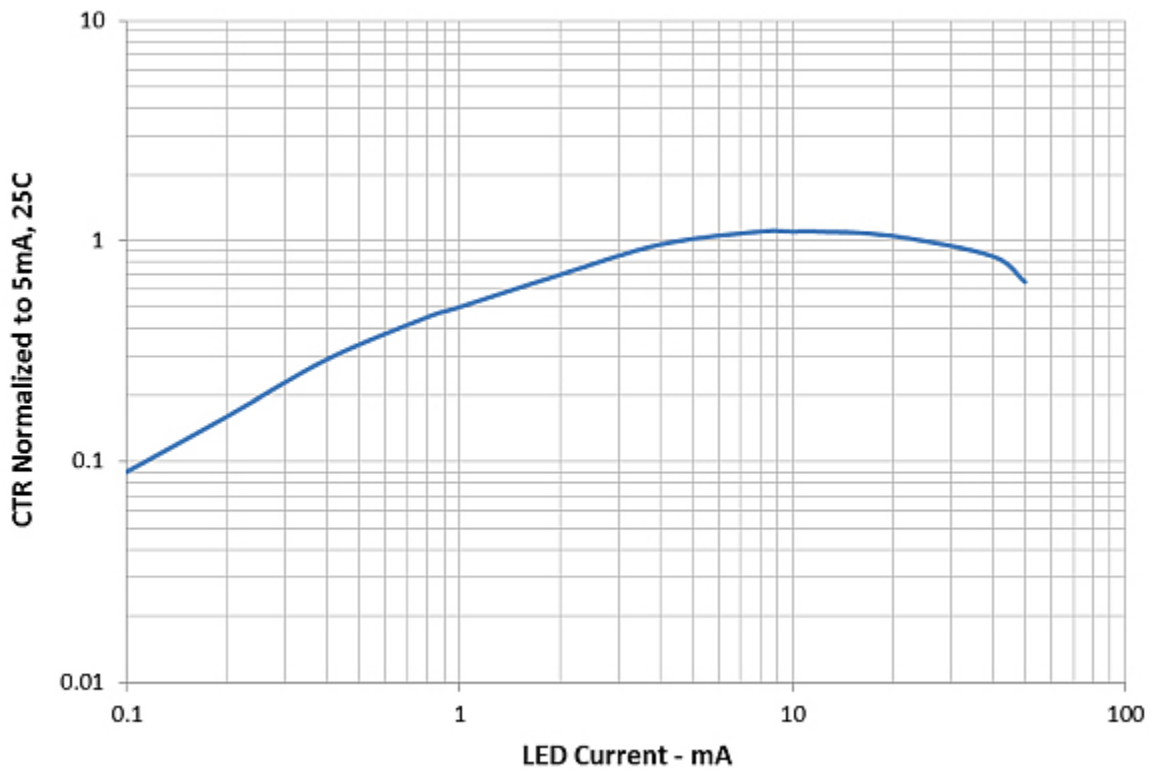


图 3. 光耦合器 CTR 随偏置电流而变化。

第三步是设置 R1 的值以确保 TL431 在所有条件下都能够充分驱动光耦合器。这也是该设计过程的最后一步。TL431 的最小阴极电压为 2.5V，光耦合器 LED 的正向压降可高达 1.0V。公式 3 用于计算 R1 的最大值，以确保稳压：

$$R_{1max} = \frac{V_{Out} - V_{TL431} - V_{LED}}{I_{R1min}} = \frac{12V - 2.5V - 1.0V}{5mA} = 1.7k\Omega \quad (3)$$

在该电源中使用大于 1.7kΩ 的 R1 值可能会阻止 TL431 在 LED 中驱动足够的电流来保持稳压。如果光耦合器缺少电流，则输出电压将持续上升，直到有适当的 LED 电流量流过光耦合器。这会导致输出端出现过压情况，并且在较高的温度下出现过压情况的可能性更大。

此类容差问题通常会在设计阶段被疏忽。电源的预量产运行可以轻松通过所有测试，问题只会在客户退货时暴露出来。遵循本文中的简单设计过程，即可为您节省公司资金并让客户满意。

有关更多电源技巧，请在 Power House 上查看 TI 的[电源技巧博客系列](#)。

相关文章

- [光耦合器数据表阅读指南](#)
- [光耦合器可简化电力线监测](#)
- [电源设计小贴士 80：补偿二极管压降变化](#)

之前已在 [EDN.com](#) 上发布。

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