

Technical Article

確定您的光耦合器具有正確偏壓



Brian King

在隔離式電源供應器中，光耦合器會將回饋訊號傳遞穿過隔離邊界。光耦合器包含發光二極體 (LED) 和光電探測器。流經 LED 的電流會使光電探測器中有一定比例的電流流動。電流傳輸比 (CTR) 是從 LED 到光電探測器的電流增益，通常具有非常寬的容差。設計隔離式回饋網路時，您必須考量光耦合器及所有其他決定大訊號增益的元件的容差。若忽略此任務，則極有可能會在產品投入生產後導致退貨。

隔離回饋網路的原理圖是最常見的實作，如圖 1 所示。TI 的 TL431 包含誤差放大器及參考。R3 和 R5 的電阻分壓器以及 TL431 的內部參考會設定輸出電壓。回饋網路會透過改變脈衝寬度調變 (PWM) 控制器回饋接腳上的電壓，來控制供應至電源供應輸出的電源。當 V_{OUT} 漂移較高時，TL431 陰極會透過光耦合器汲取更多電流，進而將回饋接腳拉低。當 V_{OUT} 漂移較低時，TL431 陰極命令來自光耦合器的電流較小，進而允許回饋接腳浮動較高。

正確的設計必須確保此電路能夠在整個動態操作範圍內驅動控制器的回饋接腳，同時考慮所有主要變量的最壞情況容差。

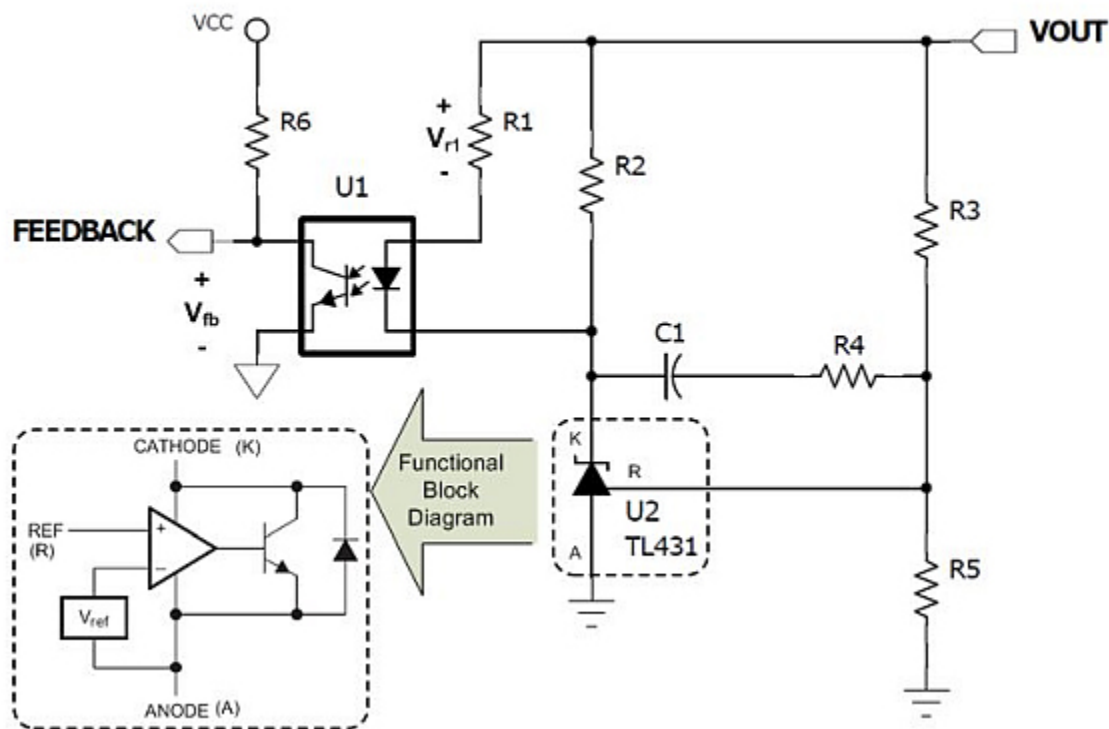


圖 1. 此電路通常會在隔離電源供應器中產生回饋訊號。

第一步是確定控制器中回饋接腳的動態操作範圍。所有控制器都各不相同，因此此任務需要對產品規格表進行一些調查。例如，假設您正使用 UCC2897A 來控制 12V 輸出主動箝位順向式轉換器。閱讀 UCC2897A 產品規格書中的「詳細接腳說明」，即可看出回饋接腳上的 2.5V 電壓會導致零工作週期，而 4.5V 的回饋電壓則會產生最大工作週期。UCC2897A 亦提供 5V 參考，您可以使用其透過圖 1 中的 R6 來偏壓光耦合器的光電探測器。此參考

的最小值為 4.75V，而最大值則為 5.25V。方程式 1 和 2 假設您使用 R6 容差為 1% 的 1kΩ 電阻器，計算通過光耦合器光電探測器所需的電流範圍：

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

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

您的電路必須能夠在 0.25mA 至 2.78mA 的範圍內驅動 R6 電流。透過提供電阻器 R2，TL431 的陰極可提升至夠高的電壓，進而消除光耦合器 LED 中的電流。因此，電路設計保證了可提供最小的 R6 電流，您只需要擔心提供如何最大的 R6 電流。

第二步是計算光耦合器的最壞情況 CTR。零件編號中含「817」的光耦合器由多家製造商提供，且接腳對接腳彼此相容；每種光耦合器在零件編號中均使用不同的前置字元。表 1 顯示了具有不同 CTR 範圍的 817 裝置的範例，零件編號中以單字母後置字元表示。此 CTR 範圍不包含溫度與偏壓電流的影響。在表 1 和圖 3 中重新建立的光耦合器產品規格表中的圖表總結了溫度和偏壓電流的影響。

表 1. 光耦合器可搭配各種 CTR 範圍使用

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

假設您預期電源會在 -40°C 至 85°C 環境中運作。從中，您知道在 85°C 時需要將最小 CTR 乘以約 0.7 的係數。如果您選擇了 817 的「A」版本，則最小 CRT 現在可以低至 56%。將方程式 1 的結果除以 0.56 即可得知，您可能需要至少 4.96mA 的 LED 電流，其中不包括偏壓電流的影響。您可從此看出，4.96mA 時的偏壓電流影響可忽略不計。

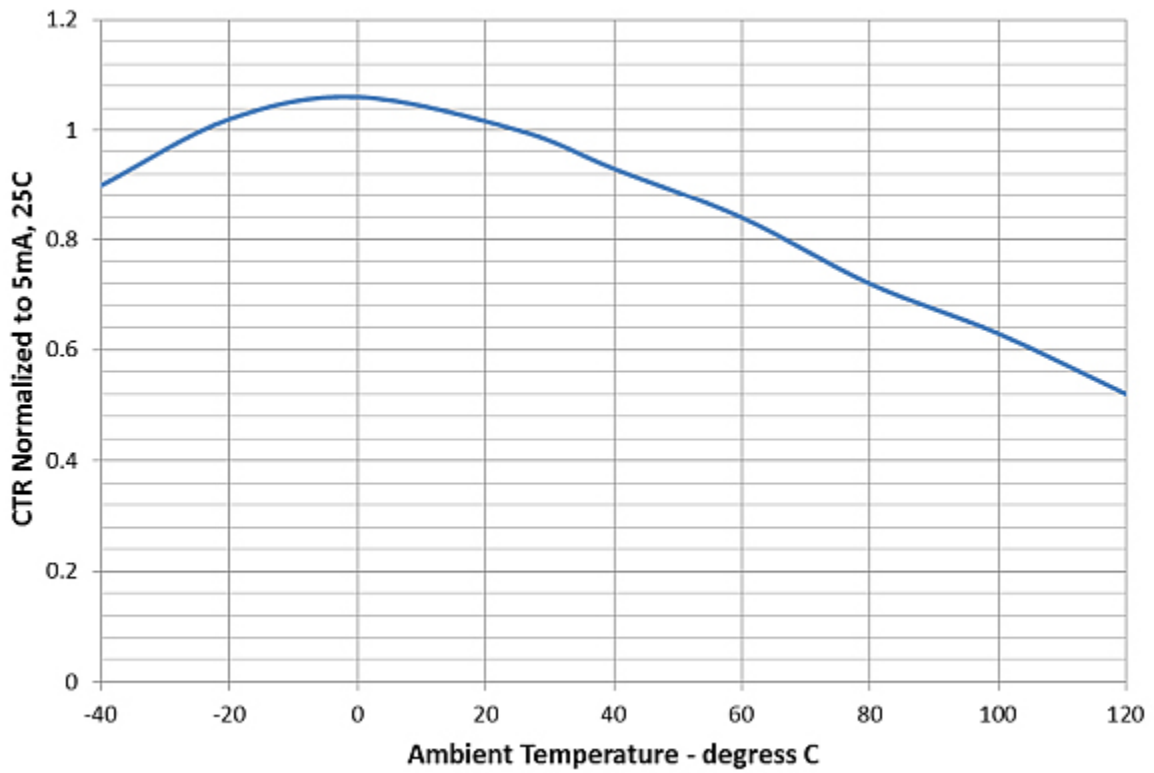


图 2. 光耦合器 CTR 會隨溫度變化。

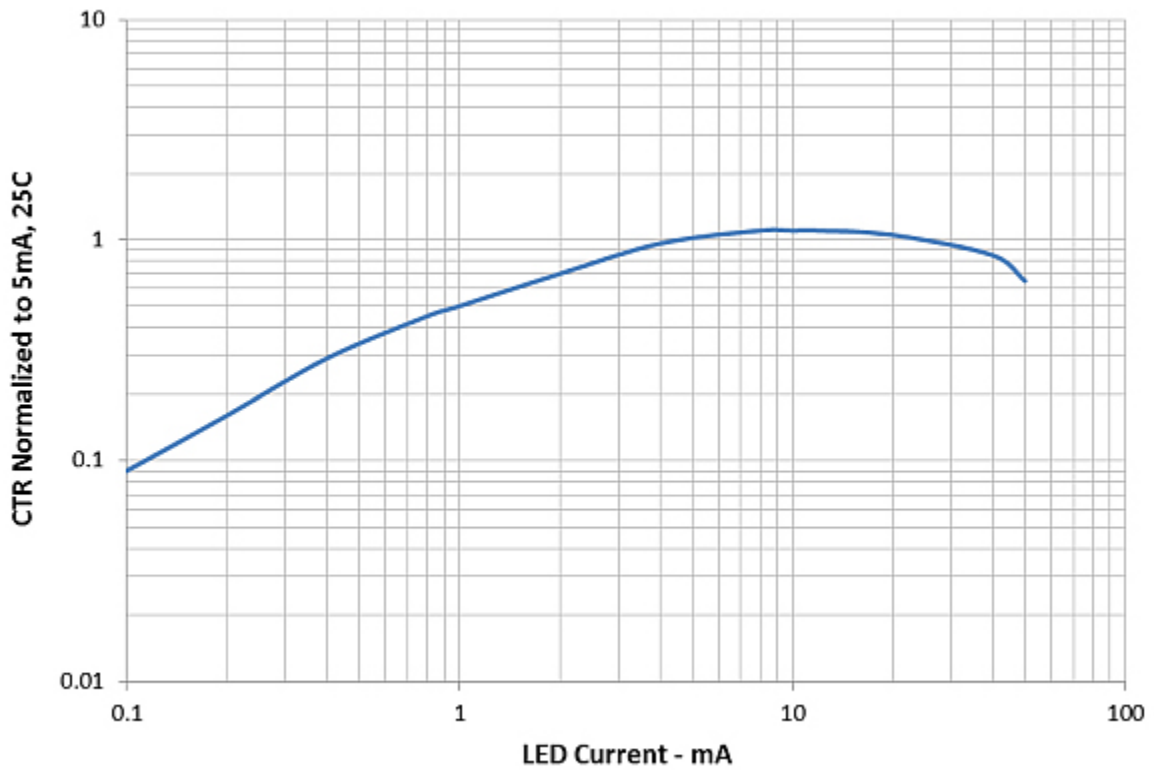


图 3. 光耦合器 CTR 會隨偏壓電流而變化。

第三步 (也是最後一步) 是設定 R1 的值, 以確保 TL431 在所有條件下都能充分驅動光耦合器。TL431 的最小陰極電壓為 2.5V, 而光耦合器 LED 的順向壓降則可高達 1.0V。方程式 3 計算了保證調節的 R1 最大值:

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

若在此電源供應器中使用大於 1.7k Ω 的 R1 值, 可能會阻止 TL431 在 LED 中驅動足夠的電流來維持調節。如果光耦合器的電流不足, 輸出電壓將持續上升, 直到適量的 LED 電流通過光耦合器傳導。這會導致輸出發生過電壓的情況, 並且在較高溫度下更有可能發生。

諸如此類的容差問題經常在設計階段被忽略。電源供應器的預生產運作可能會輕鬆地通過所有測試, 而問題只會在客戶退貨後才會出現。遵循此處的簡單設計程序, 不僅可以為您節省公司的資金, 還能讓您的客戶滿意。

如需其他用電訣竅, 歡迎查看 TI 在 Power House 的[用電訣竅部落格系列](#)。

相關文章

- [光耦合器產品規格表讀取準則](#)
- [光耦合器簡化了電源線監控](#)
- [用電訣竅 #80: 補償二極體壓降變化](#)

先前發佈於 [EDN.com](#)。

重要聲明與免責聲明

TI 均以「原樣」提供技術性及可靠性數據（包括數據表）、設計資源（包括參考設計）、應用或其他設計建議、網絡工具、安全訊息和其他資源，不保證其中不含任何瑕疵，且不做任何明示或暗示的擔保，包括但不限於對適銷性、適合某特定用途或不侵犯任何第三方知識產權的暗示擔保。

所述資源可供專業開發人員應用 TI 產品進行設計使用。您將對以下行為獨自承擔全部責任：(1) 針對您的應用選擇合適的 TI 產品；(2) 設計、驗證並測試您的應用；(3) 確保您的應用滿足相應標準以及任何其他安全、安保或其他要求。

所述資源如有變更，恕不另行通知。TI 對您使用所述資源的授權僅限於開發資源所涉及 TI 產品的相關應用。除此之外不得複製或展示所述資源，也不提供其它 TI 或任何第三方的知識產權授權許可。如因使用所述資源而產生任何索賠、賠償、成本、損失及債務等，TI 對此概不負責，並且您須賠償由此對 TI 及其代表造成的損害。

TI 的產品均受 [TI 的銷售條款](#) 或 [ti.com](#) 上其他適用條款，或連同這類 TI 產品提供之適用條款所約束。TI 提供所述資源並不擴展或以其他方式更改 TI 針對 TI 產品所發布的可適用的擔保範圍或擔保免責聲明。

TI 不接受您可能提出的任何附加或不同條款。

郵寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2024, Texas Instruments Incorporated

IMPORTANT NOTICE AND DISCLAIMER

TI PROVIDES TECHNICAL AND RELIABILITY DATA (INCLUDING DATA SHEETS), DESIGN RESOURCES (INCLUDING REFERENCE DESIGNS), APPLICATION OR OTHER DESIGN ADVICE, WEB TOOLS, SAFETY INFORMATION, AND OTHER RESOURCES "AS IS" AND WITH ALL FAULTS, AND DISCLAIMS ALL WARRANTIES, EXPRESS AND IMPLIED, INCLUDING WITHOUT LIMITATION ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR NON-INFRINGEMENT OF THIRD PARTY INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS.

These resources are intended for skilled developers designing with TI products. You are solely responsible for (1) selecting the appropriate TI products for your application, (2) designing, validating and testing your application, and (3) ensuring your application meets applicable standards, and any other safety, security, regulatory or other requirements.

These resources are subject to change without notice. TI grants you permission to use these resources only for development of an application that uses the TI products described in the resource. Other reproduction and display of these resources is prohibited. No license is granted to any other TI intellectual property right or to any third party intellectual property right. TI disclaims responsibility for, and you will fully indemnify TI and its representatives against, any claims, damages, costs, losses, and liabilities arising out of your use of these resources.

TI's products are provided subject to [TI's Terms of Sale](#) or other applicable terms available either on [ti.com](https://www.ti.com) or provided in conjunction with such TI products. TI's provision of these resources does not expand or otherwise alter TI's applicable warranties or warranty disclaimers for TI products.

TI objects to and rejects any additional or different terms you may have proposed.

Mailing Address: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2024, Texas Instruments Incorporated