

Technical Article

옵토커플러가 적절하게 바이어스되었는지 확인



Brian King

절연 전원 공급장치에서 옵토커플러는 절연 경계를 넘어 피드백 신호를 전달합니다. 옵토커플러에는 발광 다이오드(LED)와 포토 디텍터가 모두 포함되어 있습니다. LED를 통해 전류가 흐르게 되면 포토 디텍터에 비례한 전류가 흐릅니다. CTR(전류 전달비)은 LED에서 포토 디텍터에 이르는 전류 게인이며 일반적으로 매우 넓은 허용 오차를 지원합니다. 절연 피드백 네트워크를 설계할 때는 옵토커플러와 큰 신호 게인을 결정하는 기타 모든 구성 요소의 허용 오차를 고려해야 합니다. 이 작업을 무시하면 제품이 생산에 넘어간 후 반품이 쉽게 발생할 수 있습니다.

그림 1에 나와 있는 절연 피드백 네트워크의 회로도는 가장 일반적인 구현입니다. TI의 TL431에는 오류 증폭기와 레퍼런스가 모두 포함되어 있습니다. R3과 R5의 저항 분할기 및 TL431의 내부 레퍼런스는 출력 전압을 설정합니다. 피드백 네트워크는 PWM(펄스 폭 변조) 컨트롤러의 피드백 핀의 전압을 변화시켜 전원 공급 장치 출력으로 공급되는 전력을 제어합니다. V_{OUT} 이 높아지면 TL431 음극은 옵토커플러를 통해 더 많은 전류를 끌어와서 피드백 핀을 더 낮춥니다. V_{OUT} 이 낮아지면 TL431 음극이 옵토커플러에서 전류를 덜 명령하여 피드백 핀이 더 높은 부동 상태가 되도록 합니다.

적절한 설계는 이 회로가 모든 주요 변수의 최악의 오차를 고려하면서 전체 동적 작동 범위에서 컨트롤러의 피드백 핀을 구동할 수 있도록 해야 합니다.

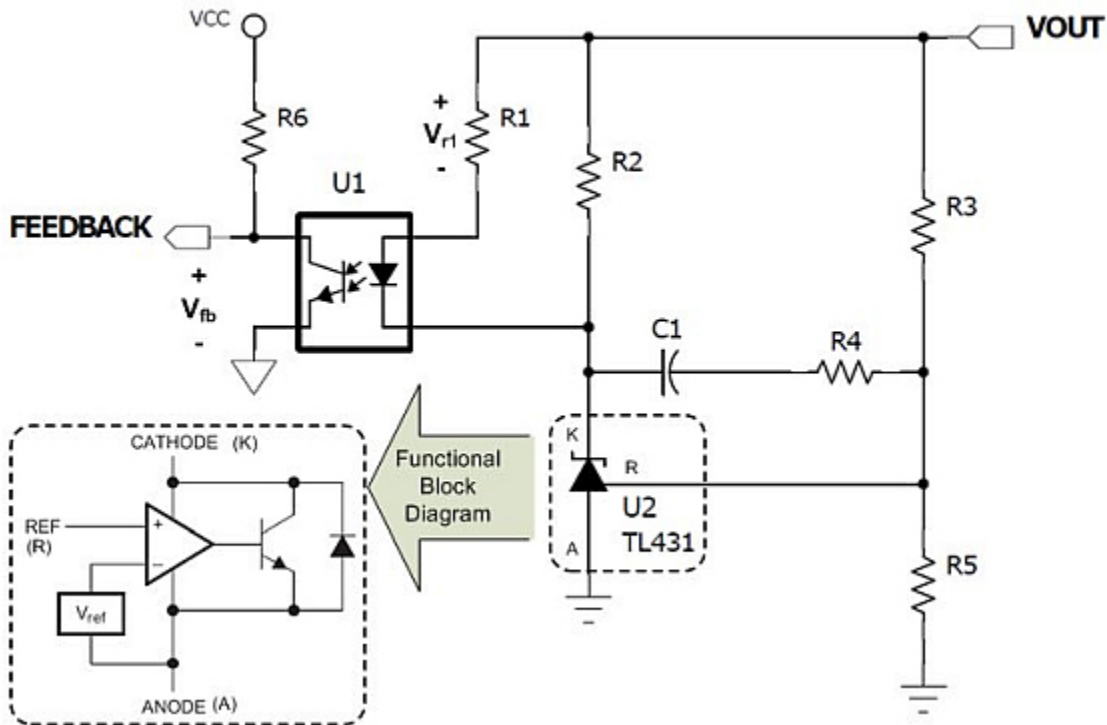


그림 1. 이 회로는 일반적으로 절연 전원 공급 장치에서 피드백 신호를 생성합니다.

첫 번째 단계는 컨트롤러에 있는 피드백 핀의 동적 작동 범위를 결정하는 것입니다. 모든 컨트롤러가 다르기 때문에 이 작업에는 데이터 시트에 대한 조사가 필요합니다. 예를 들어, UCC2897A를 사용하여 12V 출력 능동 클램프 순방향 컨버터를 제어한다고 가정해 보겠습니다. UCC2897A 데이터 시트의 '상세 핀 설명'을 보면 피드백 핀의 전압이 2.5V이면 듀티 사이클이 0이 되고 피드백 전압이 4.5V이면 듀티 사이클이 최대가 된다는 것을 알 수 있습니다. UCC2897A는 또한 5V 레퍼런스를 제

공하여 그림 1에서 R6을 통해 옵토커플러의 포토 디텍터를 바이어싱하는 데 사용할 수 있습니다. 이 참조의 최소 값은 4.75V 이고 최대 값은 5.25V 입니다. 방정식 1 및 2 는 R6에 대한 허용 오차가 1%인 1kΩ 저항을 사용한다고 가정하여 옵토커플러 포토 디텍터를 통해 필요한 전류 범위를 계산합니다.

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

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

회로는 0.25mA~2.78mA 범위에서 R6 전류를 구동할 수 있어야 합니다. 저항 R2를 제공함으로써 TL431의 음극은 충분히 높은 전압으로 상승할 수 있어 옵토커플러 LED의 전류 흐름을 제거합니다. 따라서 회로 설계는 최소 R6 전류를 보장하며 최대 R6 전류 제공에 대해 걱정할 필요가 없습니다.

두 번째 단계는 옵토커플러의 최악의 CTR을 계산하는 것입니다. 부품 번호에 "817" 이 포함된 옵토커플러는 여러 제조업체에서 제공하며 핀 대 핀 호환이 가능합니다. 각 커플러는 부품 번호에 다른 접두사를 사용합니다. 표 1은 부품 번호에 단일 글자 접미사가 표시되는 CTR 범위가 다른 817 장치의 예를 보여줍니다. 이 CTR 범위에는 온도 및 바이어스 전류의 영향이 포함되지 않습니다. 표 1 및 그림 3에서 다시 생성한 옵토커플러 데이터 시트의 차트를 통해 온도 및 바이어스 전류의 영향을 요약합니다.

표 1. 옵토커플러는 다양한 CTR 범위와 함께 사용할 수 있습니다

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

전원 공급 장치가 -40°C~85°C 환경에서 작동한다고 가정하겠습니다. 에서 85°C에서 최소 CTR에 약 0.7의 계수를 곱해야 한다는 것을 알 수 있습니다. 817의 "A" 버전을 선택하면 이제 최소 CRT가 56%까지 낮아질 수 있습니다. 방정식 1의 결과를 0.56으로 나누면 바이어스 전류의 효과는 포함되지 않은 최소 4.96mA의 LED 전류가 필요할 수 있다는 것을 알 수 있습니다. 여기에서 4.96mA의 바이어스 전류 효과도 무시할 수 있는 수준입니다.

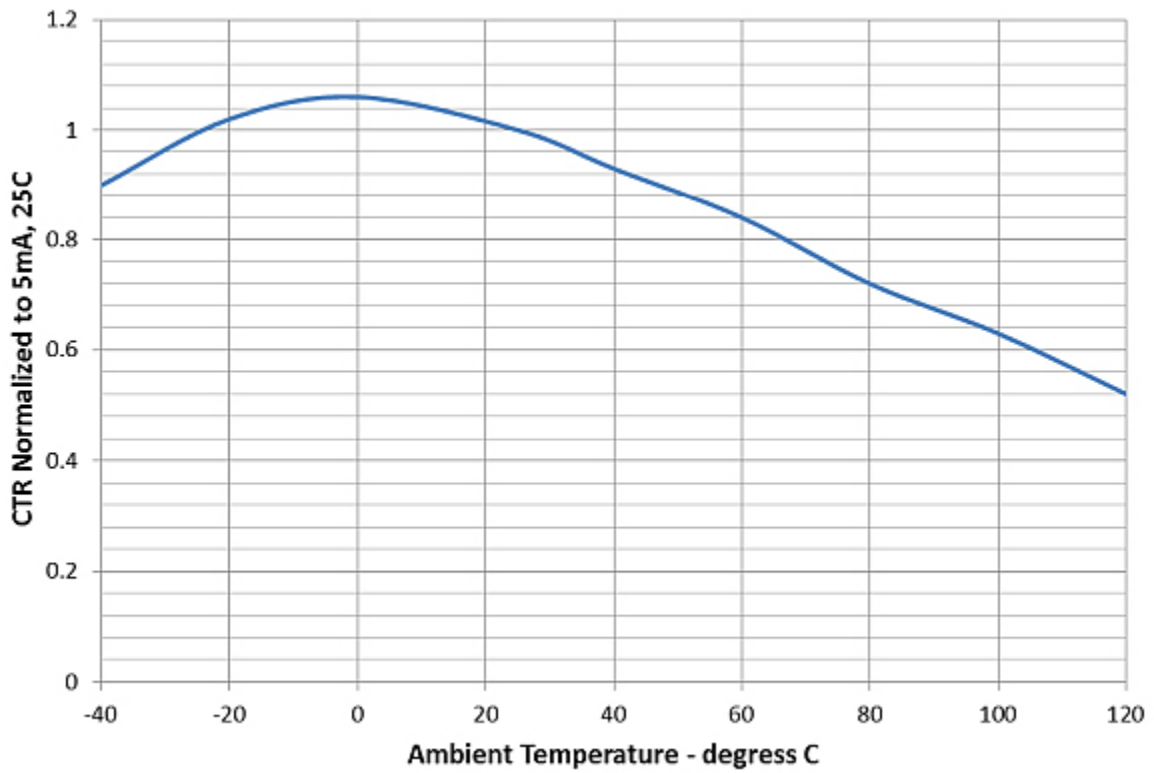


그림 2. 옵토커플러 CTR은 온도에 따라 달라집니다.

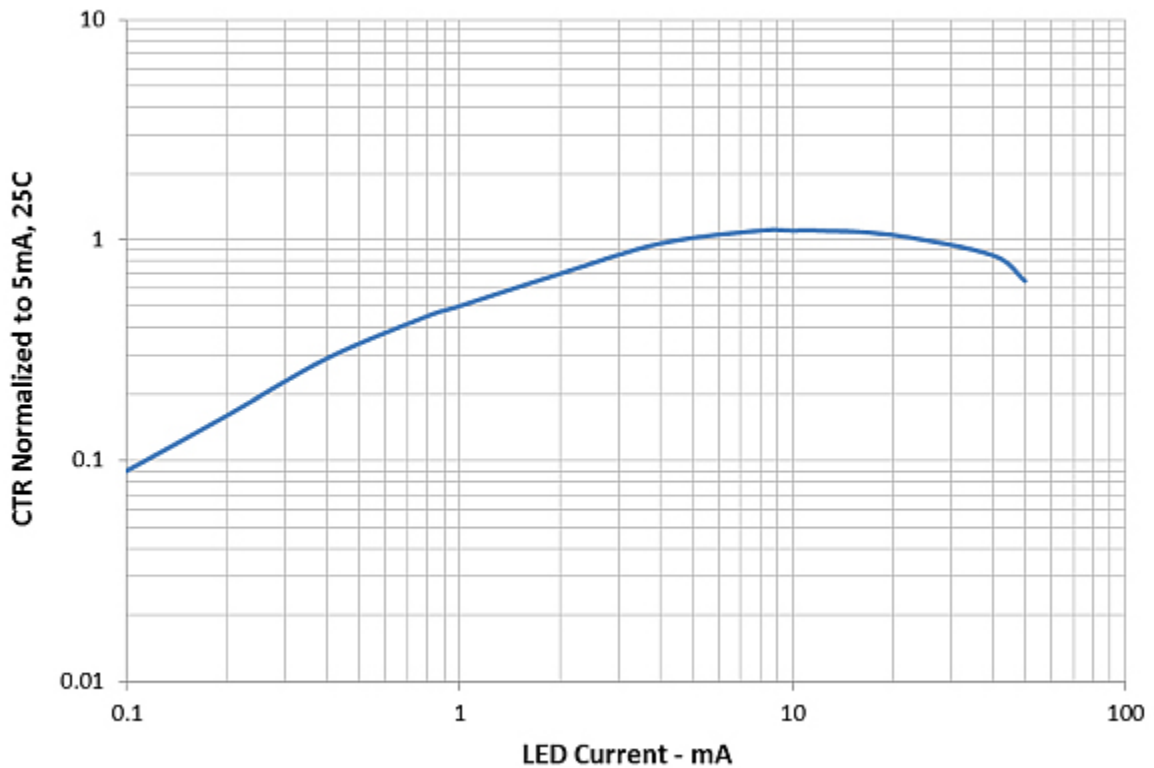


그림 3. 옵토커플러 CTR은 바이어스 전류에 따라 달라집니다.

세 번째와 마지막 단계는 R1의 값을 설정하여 TL431이 모든 조건에서 옴토커플러를 충분히 구동할 수 있도록 하는 것입니다. TL431의 최소 음극 전압은 2.5V이며, 옴토커플러 LED의 순방향 강하는 1.0V에 이를 수 있습니다. 방정식 3은 규제를 보장하기 위한 R1의 최대값을 계산합니다.

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

이 전원 공급 장치에서 1.7kΩ보다 큰 R1 값을 사용하면 TL431이 레귤레이션을 유지하기에 충분한 전류를 LED에 구동하지 못할 수 있습니다. 옴토커플러에 전류 공급이 필요하다면, 출력 전압은 적절한 양의 LED 전류가 옴토커플러를 통해 전도될 때까지 계속 상승합니다. 이로 인해 출력에 과전압 조건이 발생할 수 있으며 고온에서 발생할 가능성이 더 높습니다.

이와 같은 오차 문제는 설계 단계에서 간과되는 경우가 많습니다. 사전 생산된 전원 공급장치는 모든 테스트를 쉽게 통과할 수 있으며, 나중에 고객이 반품할 때만 문제가 나타납니다. 여기에 간단한 설계 절차를 따라 회사 비용을 절감하고 고객 만족을 유지할 수 있습니다.

전원 팁에 대한 자세한 내용은 Power House의 [전원 팁 블로그 시리즈](#)를 확인해 보십시오.

관련 문서

- [옴토커플러 데이터시트를 읽는 방법에 대한 지침](#)
- [옴토커플러로 전원 라인 모니터링 간소화](#)
- [전원 팁 #80: 다이오드 강하 보상](#)

이전에 [EDN.com](#)에 게시됨 .

중요 알림 및 고지 사항

TI는 기술 및 신뢰성 데이터(데이터시트 포함), 디자인 리소스(레퍼런스 디자인 포함), 애플리케이션 또는 기타 디자인 조언, 웹 도구, 안전 정보 및 기타 리소스를 "있는 그대로" 제공하며 상업성, 특정 목적 적합성 또는 제3자 지적 재산권 비침해에 대한 묵시적 보증을 포함하여(그러나 이에 국한되지 않음) 모든 명시적 또는 묵시적으로 모든 보증을 부인합니다.

이러한 리소스는 TI 제품을 사용하는 숙련된 개발자에게 적합합니다. (1) 애플리케이션에 대해 적절한 TI 제품을 선택하고, (2) 애플리케이션을 설계, 검증, 테스트하고, (3) 애플리케이션이 해당 표준 및 기타 안전, 보안, 규정 또는 기타 요구 사항을 충족하도록 보장하는 것은 전적으로 귀하의 책임입니다.

이러한 리소스는 예고 없이 변경될 수 있습니다. TI는 리소스에 설명된 TI 제품을 사용하는 애플리케이션의 개발에만 이러한 리소스를 사용할 수 있는 권한을 부여합니다. 이러한 리소스의 기타 복제 및 표시는 금지됩니다. 다른 모든 TI 지적 재산권 또는 타사 지적 재산권에 대한 라이선스가 부여되지 않습니다. TI는 이러한 리소스의 사용으로 인해 발생하는 모든 청구, 손해, 비용, 손실 및 책임에 대해 책임을 지지 않으며 귀하는 TI와 그 대리인을 완전히 면책해야 합니다.

TI의 제품은 ti.com에서 확인하거나 이러한 TI 제품과 함께 제공되는 [TI의 판매 약관](#) 또는 기타 해당 약관의 적용을 받습니다. TI가 이러한 리소스를 제공한다고 해서 TI 제품에 대한 TI의 해당 보증 또는 보증 부인 정보가 확장 또는 기타의 방법으로 변경되지 않습니다.

TI는 사용자가 제안할 수 있는 추가 또는 기타 조건을 반대하거나 거부합니다.

주소: 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