

## Technical Article

## 업사이드 다운 벡이 비절연 플라이백을 대체하는 토폴로지를 제공하는 방식



John Dorosa

가장 일반적인 전원 공급 장치 중 하나는 AC 주 전원이라고도 하는 오프라인 상태입니다. 일반적인 가정용 기능 통합을 목표로 하는 제품이 증가함에 따라 1W 미만의 출력 용량을 필요로 하는 저전력 오프라인 컨버터에 대한 수요가 증가하고 있습니다. 이러한 애플리케이션에서 가장 중요한 설계 측면은 효율성, 통합, 저비용입니다.

토폴로지를 결정할 때 플라이백은 일반적으로 모든 저전력 오프라인 컨버터에 대한 첫 번째 선택입니다. 하지만 절연이 필요하지 않은 경우에는 최상의 방법이 아닐 수 있습니다. 완제품이 사용자가 스마트폰 앱을 통해 제어하는 스마트 조명 스위치라고 가정하겠습니다. 이 경우 사용자는 작동 중에 노출된 전압과 접촉하지 않으므로 절연이 필요하지 않습니다.

오프라인 공급 장치의 경우 플라이백 토폴로지는 몇 개의 전력 단계 부품만으로 부품 명세서(BOM) 수가 적고 변압기를 넓은 입력 전압 범위를 처리할 수 있도록 설계할 수 있으므로 합리적인 솔루션입니다. 그러나 설계의 최종 애플리케이션이 절연이 필요하지 않다면 어떻게 해야 할까요? 이 경우 설계자는 입력이 오프라인 상태라는 점을 고려하여 여전히 플라이백을 사용하고 싶은 것입니다. FET(전계 효과 트랜지스터) 및 1차측 조절이 통합된 컨트롤러는 작은 플라이백 솔루션을 만들 수 있습니다.

그림 1은 1차측 조절 UCC28910 플라이백 스위처를 사용하는 비절연 플라이백의 회로도입니다. 오프라인 업사이드다운 벡 토폴로지는 플라이백에 비해 효율성이 높고 BOM 수가 더 낮습니다. 이 전원 팁에서는 저전력 AC/DC 변환을 위한 업사이드다운 벡의 이점을 살펴볼 것입니다.

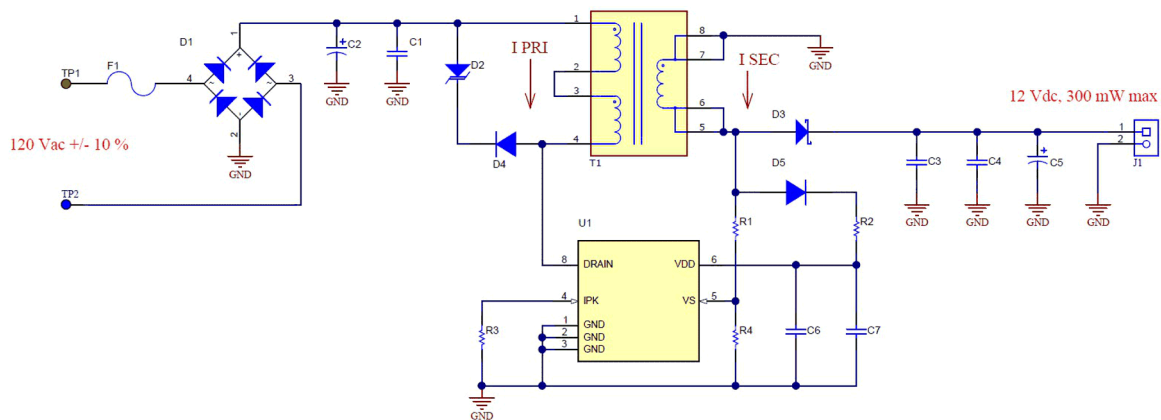


그림 1. UCC28910 플라이백 스위처를 사용하는 이 비절연 플라이백 설계는 AC를 DC로 변환하지만 오프라인 업사이드다운 벡 토폴로지는 더 효율적으로 작업을 수행할 수 있습니다.

그림 1에는 업사이드다운 벡의 전력 단계가 나와 있습니다. 플라이백과 마찬가지로 스위칭 구성품 2개, 자기 부품 1개(변압기 대신 단일 전원 인덕터) 및 커패시터 2개가 있습니다. 업사이드다운 벡 토폴로지는 이름에서 알 수 있듯이 벡 컨버터와 유사합니다. 스위치는 입력 전압과 접지 사이에서 스위칭 파형을 생성하며, 그런 다음 인덕터-커패시터 네트워크에 의해 필터링됩니다. 차이점은 출력 전압이 입력 전압 이하로 전위를 조정한다는 것입니다. 출력이 입력 전압보다 "부동" 상태이지만 일반적으로 다운스트림 전자 장치에 전원을 공급할 수 있습니다.

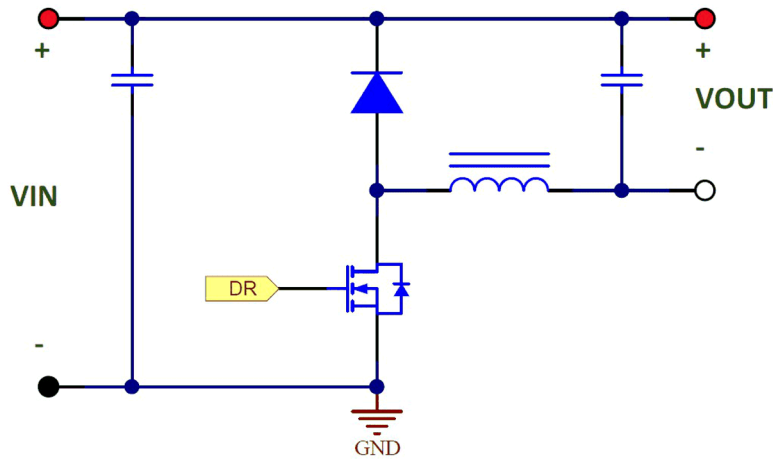


그림 2. 업사이드 다운 벡 전력 단계의 간략한 회로도.

저압측에 FET를 사용하면 플라이백 컨트롤러에서 직접 구동할 수 있음을 의미합니다. 그림 3은 UCC28910 플라이백 스위처를 사용하는 업사이드 다운 벡을 보여줍니다. 일대일 커플 인덕터는 자기 스위칭 구성 요소로 작동합니다. 1차 권선은 전력 단계의 인덕터 역할을 합니다. 2차 권선은 컨트롤러에 타이밍 및 출력 전압 조정 정보를 제공하고 컨트롤러의 로컬 바이어스 공급( $V_{DD}$ ) 커패시터를 충전합니다.

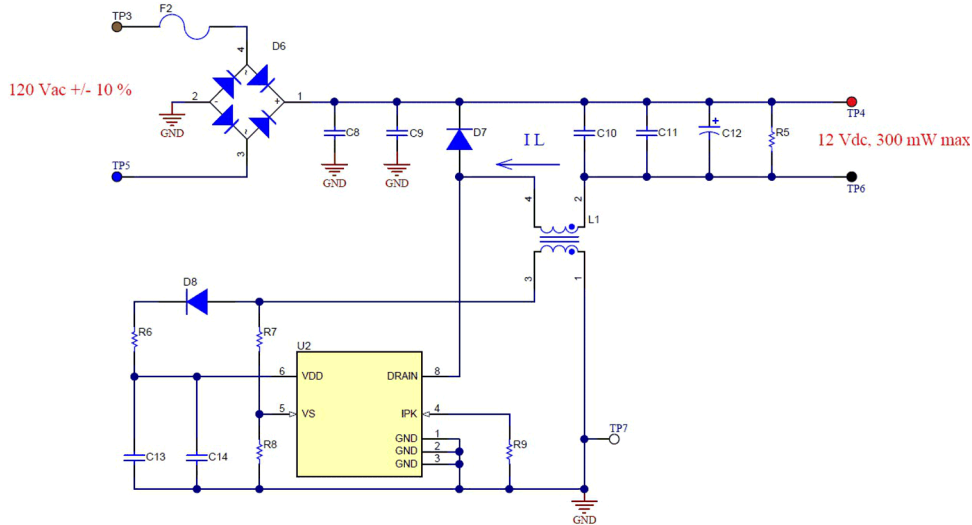


그림 3. UCC28910 플라이백 스위처를 사용하는 업사이드 다운 벡 설계의 예.

플라이백 토폴로지의 한 가지 단점은 에너지가 변압기를 통해 어떻게 전달되는지를 보여줍니다. 이 토폴로지는 FET의 온 시간 동안 공기 갭에 에너지를 저장하고 FET의 오프 시간 동안 2차로 전송합니다. 실제 변압기는 1차 측에 누설 인덕턴스가 있습니다. 에너지가 2차 측으로 전달되면 남은 것은 누설 인덕턴스에 저장됩니다. 이 에너지는 사용할 수 없으며, 제너 다이오드 또는 저항 커패시터 네트워크를 사용한 손실이 필요합니다.

벡 토폴로지에서 누설 에너지는 다이오드 D7을 통해 FET의 오프 시간 동안 출력으로 전달됩니다. 이는 부품 수를 줄이고 효율성을 향상시킵니다.

또 다른 차이점은 각 자석에 대한 설계 및 전도 손실입니다. 업사이드 다운 벡에는 전력을 전송하기 위한 권선이 하나만 있기 때문에 전력 공급을 위한 모든 전류가 이를 통과하여 구리 활용도가 우수합니다. 플라이백은 구리 활용도가 우수하지 않습니다. FET가 켜져 있을 때 전류는 2차 권선을 통해 전도되지만 2차 권선은 전도되지 않습니다. FET가 꺼지면 전류는 1차 권선이 아닌 2차 권선에서 흐릅니다. 따라서 더 많은 에너지가 변압기에 저장되며 플라이백 설계에서 더 많은 구리를 사용하여 동일한 양의 출력 전력을 제공합니다.

그림 4에서는 벡 인덕터의 전류 파형과 플라이백 변압기의 1차 및 2차 권선의 전류 파형을 동일한 입력 및 출력 사양으로 비교합니다. 벡 인덕터 파형은 왼쪽에 있는 단일 파란색 상자에 있고, 플라이백의 1차 및 2차 권선은 오른쪽의 두 빨간색 상자에 있습니다.

각 파형에서 전도 손실은 권선의 저항을 곱한 근제곱 평균 전류 제곱으로 계산됩니다. 벽에는 권선이 하나만 있기 때문에 자기장의 총 전도 손실은 한 권선의 손실입니다. 그러나 플라이백의 총 전도 손실은 1차 및 2차 권선의 손실의 합입니다. 또한, 자기장은 유사한 전력 레벨의 업사이드 다운 벽 설계보다 플라이백에서 물리적으로 더 커집니다. 각 구성품의 에너지 저장은  $\frac{1}{2} L \times I_{PK}^2$ 와 같습니다.

그림 4에 보이는 파형의 경우, 저는 업사이드 다운 벽이 플라이백에 저장해야 하는 전력의 4분의 1만 저장하는 것을 계산했습니다. 결과적으로, 업사이드 다운 벽 설계는 동일한 파워 플라이백 설계에 비해 풋프린트가 훨씬 더 작습니다.

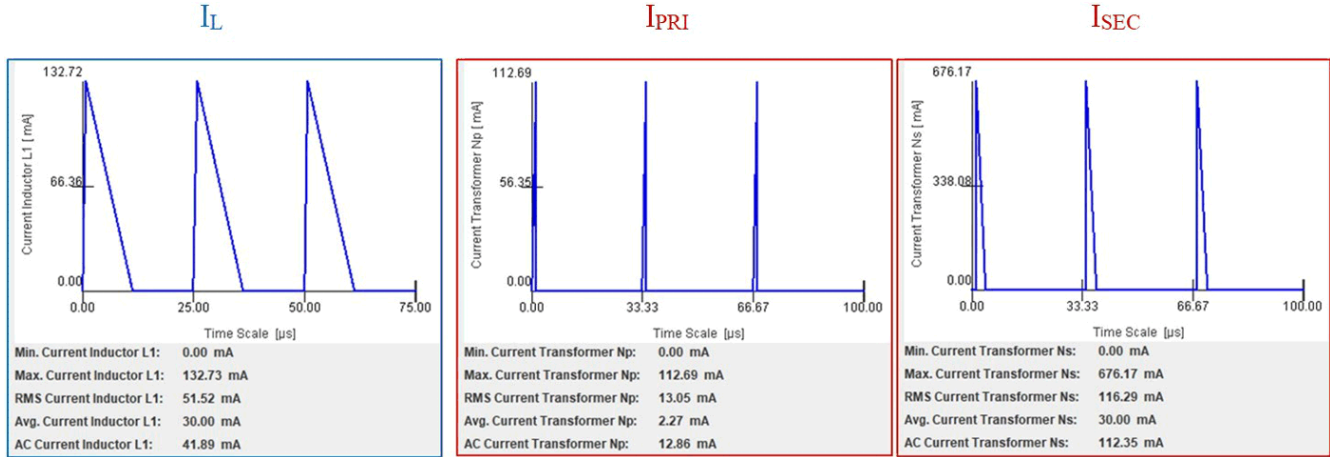


그림 4. 벽 토폴로지와 플라이백 토폴로지의 전류 파형 비교.

절연이 필요하지 않은 경우 플라이백 토폴로지가 저전력 오프라인 애플리케이션에 항상 최적의 솔루션은 아닙니다. 업사이드 다운 벽은 잠재적으로 더 작은 변압기/인덕터를 사용할 수 있기 때문에 더 낮은 BOM 비용으로 더 높은 효율성을 제공할 수 있습니다. 파워 일렉트로닉스 설계자는 주어진 사양에 가장 잘 맞는 솔루션을 파악하기 위해 가능한 모든 토폴로지 솔루션을 고려하는 것이 중요합니다.

**관련 문서:**

- [전원 팁 #76: 플라이백 컨버터 설계 고려 사항](#)
- [전원 팁 #91: 비방출 클램프로 플라이백 효율성을 개선하는 방법](#)
- [절연 전원 공급 장치를 만드는 데는 다른 많은 과제](#)
- [절연 전력 변환: 2차측 제어를 위한 사례 만들기](#)
- [전원 측정을 위한 자체 오실로스코프 프로브 제작\(1부\)](#)
- [전원 측정을 위한 자체 오실로스코프 프로브 제작\(2부\)](#)

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.com](https://ti.com)에서 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 제안했을 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