Technical Article

플라이백 컨버터 스너빙

Robert Kollman

10월에는 순방향 컨버터에서 턴온 시 출력 정류기 간 전압을 스너빙하는 방법을 설명했습니다. 이제 플라이백 컨버터의 FET 턴오프 전압을 스너빙하는 것을 살펴보겠습니다.

그림 1에는 플라이백 컨버터 전력계 및 1차 MOSFET 전압 파형이 나와 있습니다. 이 컨버터는 변압기의 1차 인덕턴스에 에너지를 저장하고, MOSFET이 꺼졌을 때 에너지를 2차로 방출하는 방식으로 작동합니다.

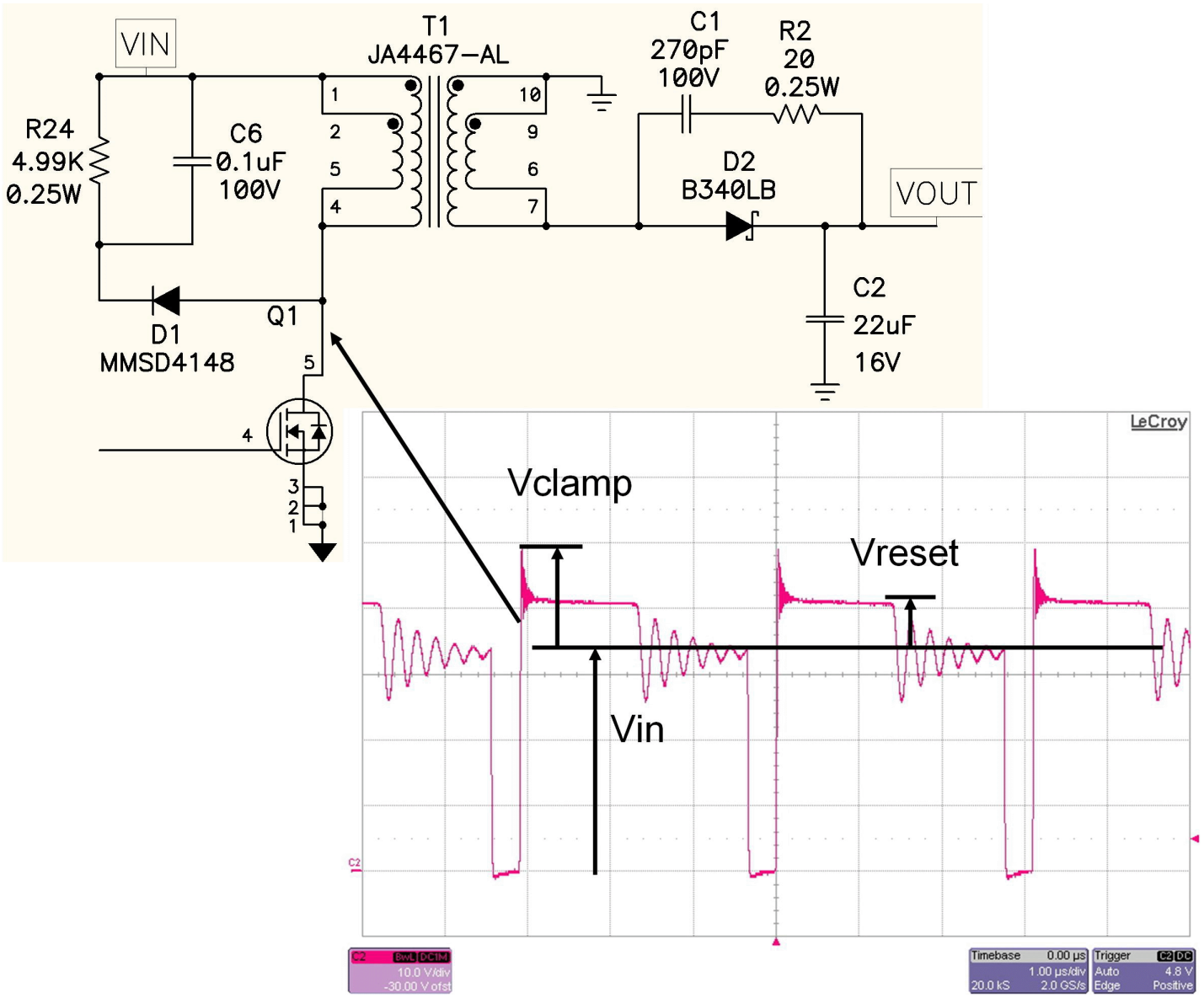

그림 1. 누설 인덕턴스는 FET 턴오프에서 과도한 전압을 생성합니다.

English Document: SSZTCV6
Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

변압기의 누설 인덕턴스로 드레인 전압이 반사 출력 전압(V_{RESET}) 이상으로 상승하기 때문에 MOSFET가 꺼질 때 스너버가 필요한 경우가 많습니다. 누설 인덕턴스에 저장된 에너지는 MOSFET를 애벌랜치할 수 있으므로 D1, R24 및 C6으로 구성된 전압 클램핑 회로가 추가됩니다. 이 회로의 클램프 전압은 누출 에너지의 양과 저항의 전력 손실에 따라 설정됩니다. 값이 낮은 저항은 클램프 전압을 낮추지만 전력 손실이 증가합니다.

그림 2에는 트랜스포머 1차 및 2차 전류 파형이 나와 있습니다.

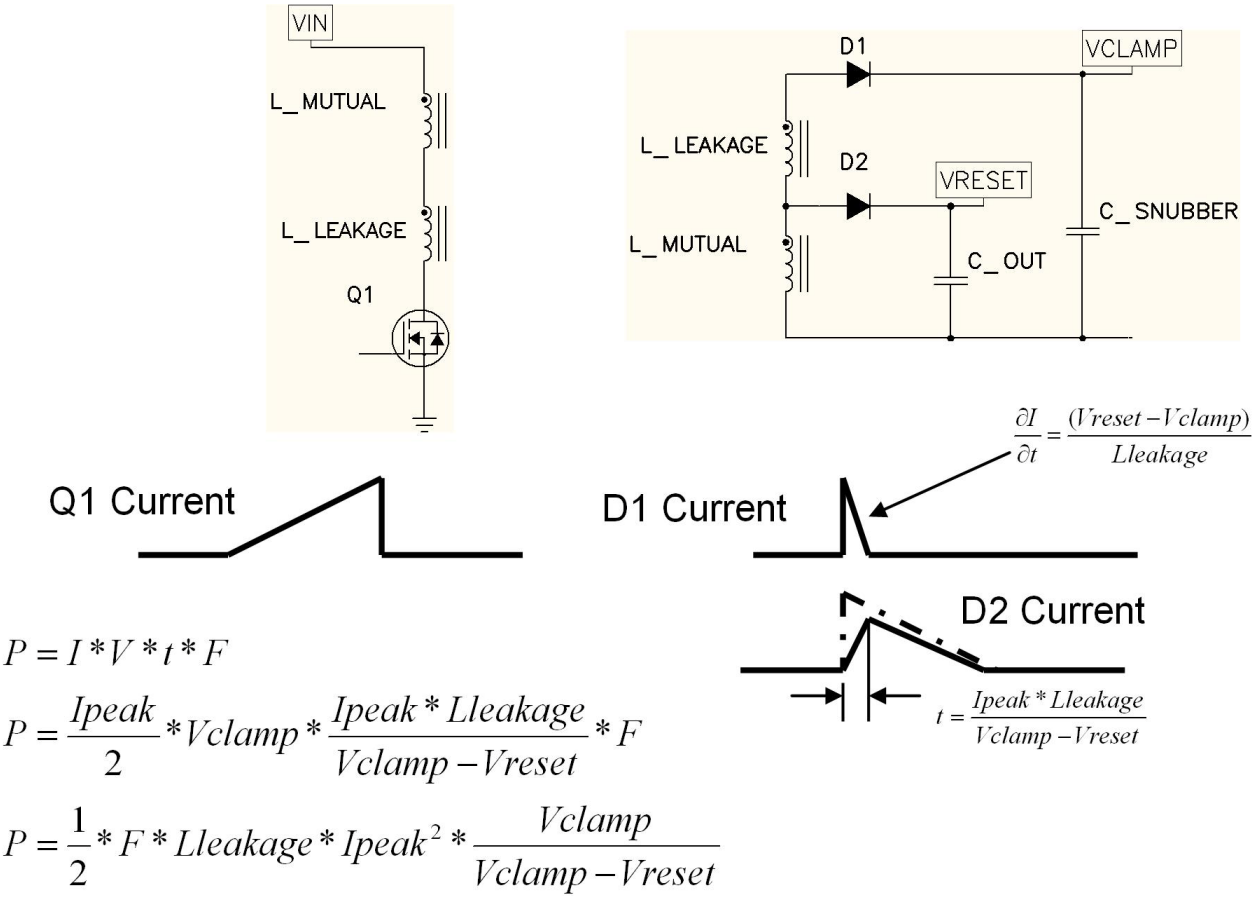

그림 2. 누설 인덕턴스는 출력 에너지를 빼앗아갑니다.

왼쪽에는 MOSFET이 켜져 있을 때의 간소화된 전력계가 있습니다. 입력 전류는 누설과 상호 인덕턴스의 직렬 조합을 통해 상승합니다. 오른쪽에는 오프 기간 동안 간소화된 회로가 나와 있습니다. 여기에서 전압은 출력 다이오드와 클램프 다이오드가 순방향 바이어스입니다. 변압기의 1차측에 반사된 출력 커패시터와 다이오드를 보여드리겠습니다.

두 인덕터는 직렬로 되어 있고 Q1이 꺼지면 처음에는 동일한 전류를 운반합니다. 즉, 턴오프 직후 출력 다이오드 D2에 전류 흐름이 없고 총 변압기 전류가 D1로 흐르게 됩니다. 누설 인덕턴스의 전압은 클램프와 리셋 전압의 차이이며 누출이 빠르게 방전되는 경향이 있습니다.

그림과 같이 스너버로 우회된 에너지를 확인하는 간단한 계산입니다. 누설 인덕턴스에서 에너지를 방전하는 데 걸리는 시간을 줄임으로써 전용되는 에너지를 줄일 수 있다는 것이 밝혀졌습니다. 이를 위해 클램프 전압이 상승할 수 있습니다.

흥미로운 점은 클램프 전압과 스너버 전력 손실 간의 절충점을 계산할 수 있다는 것입니다. 그림 2에 나와 있듯이, 클램프 회로로 들어가는 전력은 평균 클램프 다이오드 전류에 클램프 전압을 곱한 값과 같습니다(고정 클램프 전압 가정). 일부 용어를 재배열하면 불연속 플라이백 컨버터의 출력 전력과 관련된 ½ × F × L × I^2 라는 용어를 찾을 수 있습니다. 이 경우 인덕턴스는 누설 인덕턴스입니다.

전력 손실이 단순히 누출로 저장된 에너지가 아니라는 점에서 이 표현은 조금 놀랍습니다. 항상 더 크지만 클램프 전압에 의존합니다. 그림 3에서 이 관계를 보여줍니다.

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

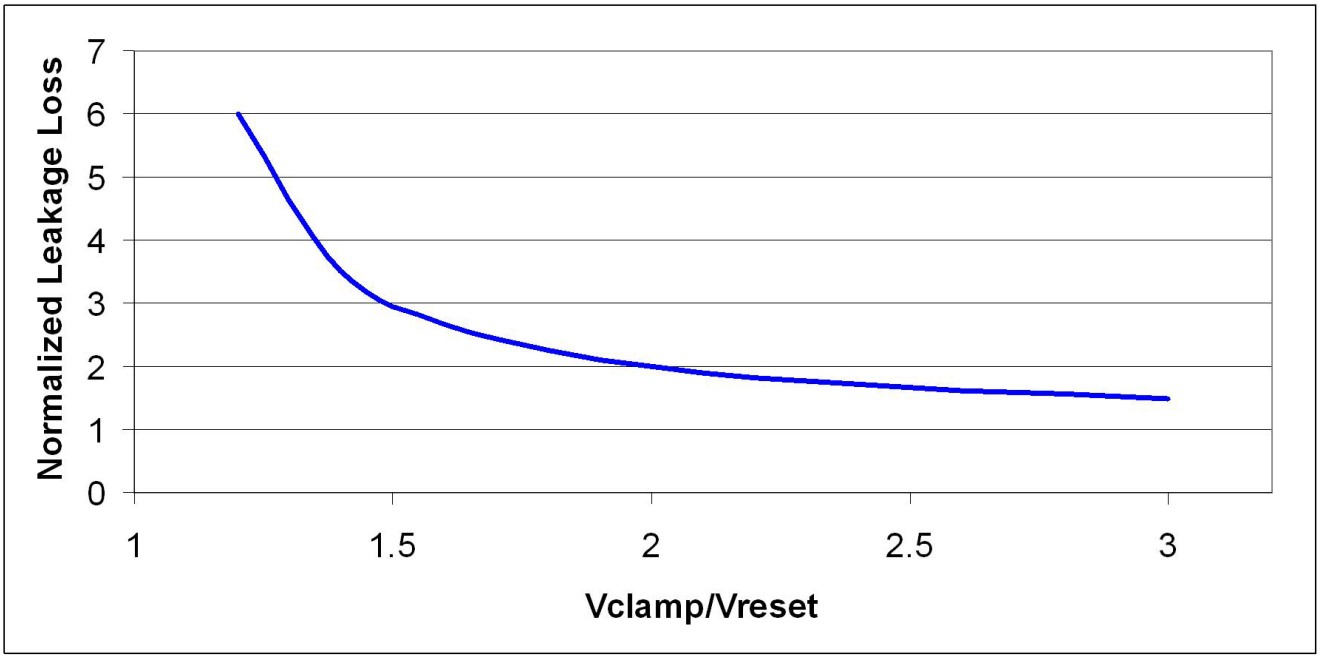

그림 3. 클램프 전압을 높이면 스너버 손실이 감소합니다.

그래프는 클램프와 리셋 전압의 비율에 대한 누설 인덕턴스 에너지 손실로 정규화된 손실을 표시합니다. 클램프 전압 값이 높을 때 스너버 손실은 누설 인덕턴스의 에너지에 가까워집니다. 항을 줄여 클램프 전압이 감소하면 에너지가 주 출력에서 전환되고 스너버 손실이 급격하게 증가합니다. 1.5의 Vclamp/Vreset 비율에서는 저장된 누설 인덕턴스와 관련된 손실의 거의 3배에 달하는 것입니다.

당연히 누설 인덕턴스는 자화 인덕턴스의 1%에 달하는 경우가 많습니다. 이것은 그림 3이(가) 클램프 전압을 낮추는 효율성에 미치는 영향을 알려준다는 점에서 훨씬 더 흥미롭습니다. 그러면 수직 축이 효율성 손실이 됩니다. 따라서 클램프 비율을 2에서 1.5로 줄이면 1%의 효율에 영향을 미칩니다.

요약하자면 플라이백 컨버터의 누설 인덕턴스는 전원 스위치에 허용 불가능한 전압 스트레스를 줄 수 있습니다. RCD 스너버는 스트레스를 제어할 수 있습니다. 그러나 클램프 전압과 회로 손실 사이에는 절충이 있습니다.

이전에 EDN.com에 게시됨 .

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

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 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 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