

Technical Article

SEPIC 절연



John Betten

절연된 저전력 출력에 어떤 토폴로지를 사용할 것인지 묻는 메시지가 나타나면 첫 번째 생각은 플라이백일 가능성이 있습니다. 플라이백은 저렴한 비용, 적은 부품 수, 추가 출력 추가 용이성과 같은 이점을 갖춘 탁월한 토폴로지이지만 여전히 몇 가지 단점이 있습니다. 플라이백 변압기 누설 인덕턴스와 관련된 FET(전계 효과 트랜지스터) 및 정류기 링잉은 EMI(전자기 간섭)를 생성하고, 구성 요소 응력을 높이고 효율성을 낮춥니다. 또한 다중 출력이 있을 때, 특히 폭넓은 부하 변동에서 잘 조정된 전압을 얻는 것이 어려울 수 있습니다. 단일 종단 1차 인덕터 컨버터(SEPIC) 절연으로 대체 접근 방식을 제공하고 이러한 문제를 일부 완화하는 방법을 살펴보겠습니다.

SEPIC는 비절연 토폴로지입니다. 그러나 플라이백과 마찬가지로 변압기 권선을 쉽게 추가하여 절연 출력을 만들 수 있습니다. 그림 1의 간소화된 회로도에는 왼쪽에 단일 비절연 출력을 생성하고 오른쪽에 2개의 추가 절연 출력을 생성하는 표준 SEPIC 컨버터를 보여줍니다. 첫 번째 절연 권선은 5V 선형 레귤레이터에 입력으로 정격 6V 출력을 공급합니다. 두 번째 절연 권선은 첫 번째 권선 위에 쌓여 비조정 12V 출력을 생성합니다.

이 권선의 에너지가 세 개의 출력 모두로 동시에 전달되므로 V_{OUT1} 의 변압기 권선과 절연 권선(V_{OUT2} , V_{OUT3}) 사이에 긴밀한 커플링이 필요합니다. 이러한 권선 사이의 누설 인덕턴스는 전압 조정을 저하시킬 뿐입니다. 그러나 SEPIC의 1차 권선과 V_{OUT1} 권선 사이에 정밀한 커플링은 필요하지 않습니다. 커패시터 C_{AC} 가 부스트 FET가 꺼질 때 V_{OUT1} 로 누설 에너지를 위한 낮은 임피던스 경로를 제공하기 때문에 FET 링잉이 최소화됩니다. SEPIC의 1차 권선 전압 파형은 플라이백보다 링잉이 훨씬 적기 때문에 특히 스파이크 피크 감지가 자주 발생하는 극심한 크로스 부하 조건에서 출력 전압 조정을 개선할 수 있습니다.

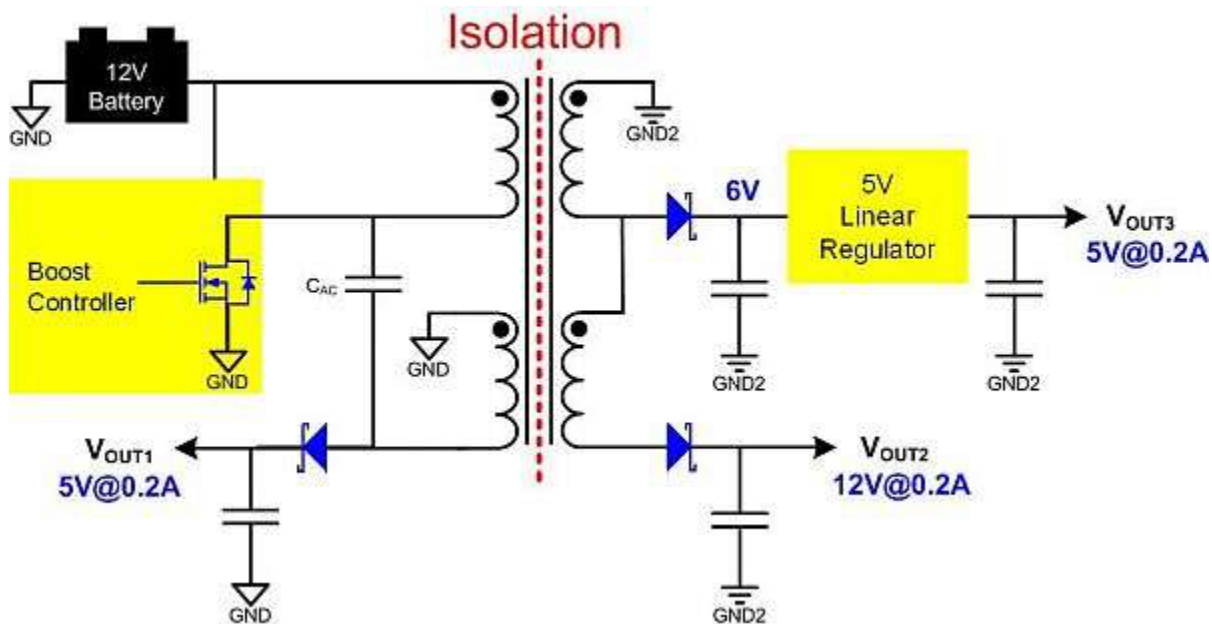


그림 1. 추가 권선이 있는 SEPIC 컨버터는 절연 출력을 제공합니다.

모든 SEPIC에서 마찬가지로, 1차 및 V_{OUT1} 사이의 변환 비율은 1:1이어야 합니다. 하지만 다른 모든 출력은 이 변환 비율에 구속되지 않으며, 필요한 출력 전압을 제공하도록 조정하면 방정식 1로 쉽게 계산할 수 있습니다.

$$\frac{N_x}{N_1} = \frac{V_{OUT x} + V_{diode x}}{V_{OUT 1} + V_{diode 1}} \tag{1}$$

그림 2은 SEPIC과 플라이백 간의 FET 전압 링잉의 차이를 보여줍니다. C_{AC} 를 제거하여 플라이백으로 변환하는 간단한 방법으로 SEPIC 회로에서 플라이백 FET 전압 파형을 얻을 수 있습니다. FET에서 링잉 제거는 절연 출력으로 발생하는 비결합 에너지를 크게 줄여 조정을 개선합니다.



그림 2. SEPIC FET의 전압 링잉은 플라이백보다 적으므로 스트레스를 낮추고 출력 전압 조정을 개선합니다.

그림 3은 그림 4에서 조정 데이터를 얻는 데 사용되는 테스트 회로 회로도이며, 그림 5은 실제 하드웨어의 사진을 보여줍니다. 이 설계는 V_{OUT1} 의 조정 전압에 1차측 피드백을 사용합니다. 절연 출력은 합리적인 전압 조정을 위해 정밀한 변압기 커플링과 소형 프리부하를 조합하여 사용합니다. 선형 레귤레이터는 절연된 5V 출력을 일정하게 유지하므로 최소 및 최대 입력이 가장 중요합니다. 선형 레귤레이터에 대한 입력이 너무 낮으면 출력 전압이 떨어질 수 있습니다. 반대로 선형 레귤레이터에 대한 입력이 너무 높으면 과도한 전력이 소모됩니다.

절연 출력에 대한 조정 데이터는 극한의 크로스 부하 조건에서 최악의 경우 최소 및 최대 전압이 발생한다는 것을 보여줍니다. 절연 권선에서 최소 전압을 볼 수 있으며 V_{OUT1} 이 무부하 상태에서 최대 부하입니다. 절연 권선의 최대 전압은 무부하 상태에서 발생하며 V_{OUT1} 은 최대 부하 상태에서 발생합니다. 테스트 데이터를 바탕으로 $\pm 4\%$ 미만의 조정 편차를 측정했습니다. 이러한 결과가 모든 설계를 나타내는 것은 아니지만, 유사한 설계가 합리적으로 $\pm 5\%$ 전압 조정을 달성할 수 있다는 반면, 플라이백은 최소 몇% 이상 높을 가능성이 높습니다.

전문 팁 #78에 설명된 Brian King의 설명에 따라 동기 정류기를 구현함으로써 플라이백의 교차 조정을 크게 개선할 수 있습니다. 그러나 이러한 개선에는 더 저렴한 FET와 추가 드라이브 회로를 사용해야 합니다. 절연 SEPIC 컨버터에 동일한 기술을 적용할 수 있지만 비절연 출력을 위한 정류기도 동기 방식이어야 합니다. 이전의 TI 블로그 게시물에서 동기 SEPIC을 손쉽게 구현하는 방법을 설명했습니다.

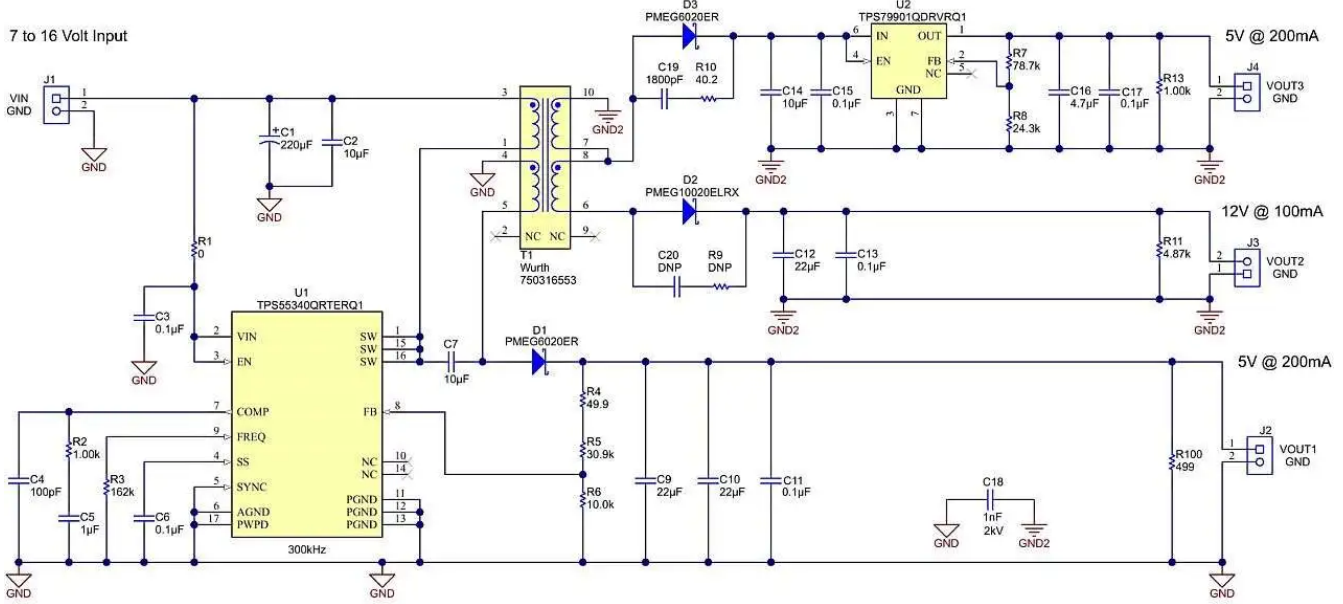


그림 3. 듀얼 절연 출력을 사용한 실제 SEPIC 설계.

Voltage Regulation Data								
VIN (V)	VOUT 5V #1 (V)	IOUT 5V #1 (mA)	LDO In (V)	LDO out (V)	IOUT LDO (mA)	VOUT 12V (V)	IOUT 12V (mA)	
No Load Conditions								
7	5.04	0	6.07	5.06	0	11.88	0	
12	5.04	0	6.08	5.06	0	11.88	0	
16	5.04	0	6.08	5.06	0	11.89	0	
Full Load Conditions								
7	5.04	200	5.96	5.06	200	11.78	100	
12	5.04	200	6.02	5.06	200	11.85	100	
16	5.04	200	6.03	5.06	200	11.86	100	
Cross Loading								
7	5.04	0	5.77	5.06	200	11.39	100	
7	5.04	200	6.23	5.06	0	12.14	0	
12	5.04	0	5.82	5.06	200	11.46	100	
12	5.04	200	6.24	5.06	0	12.13	0	
16	5.04	0	5.86	5.06	200	11.54	100	
16	5.04	200	6.24	5.06	0	12.12	0	
			6.005	High/Low Avg (V)			11.765	High/Low Avg (V)
			-3.91	Percent Low (%)			-3.19	Percent Low (%)
			3.91	Percent High (%)			3.19	Percent High (%)

그림 4. 측정된 전압 조절 데이터.

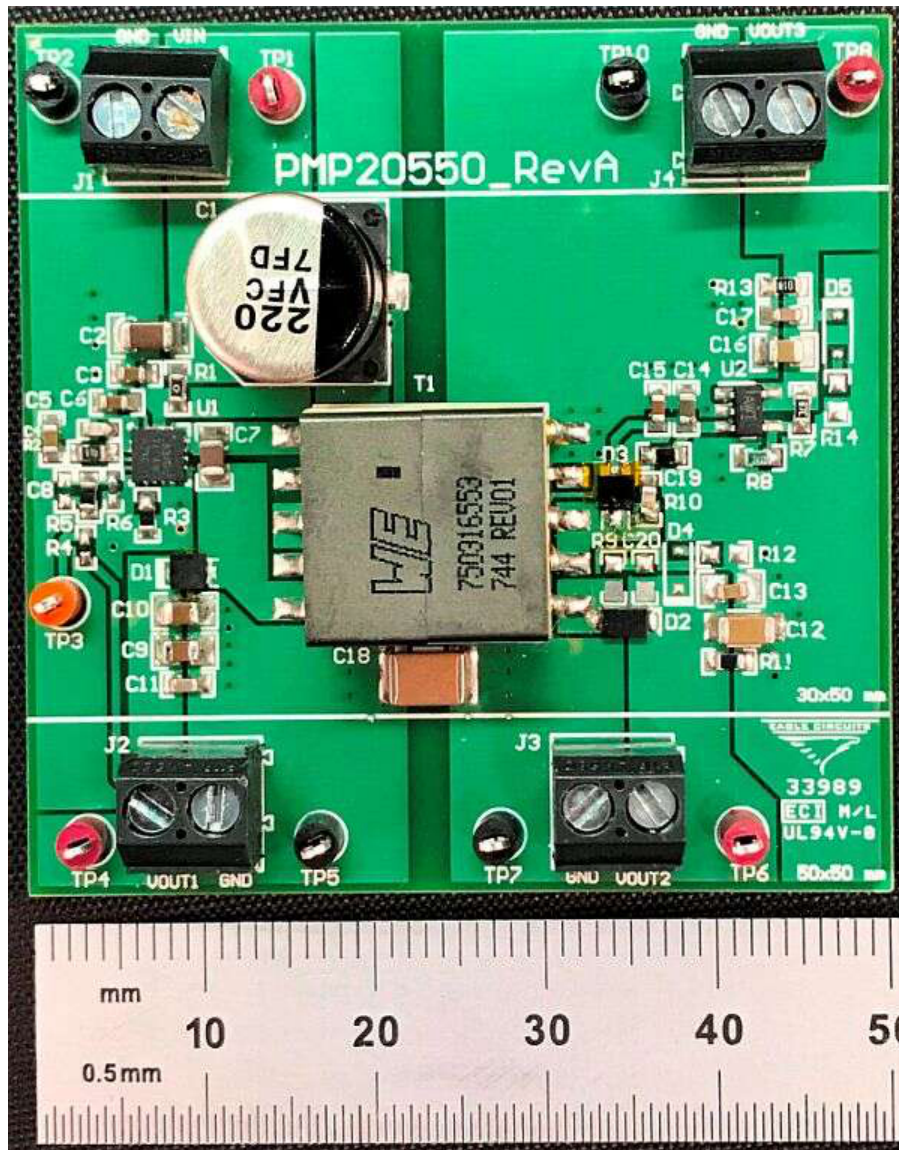


그림 5. 프로토타입 회로 하드웨어.

절연 SEPIC 컨버터는 절연 출력 전압을 추가하기 위한 첫 번째 선택이 아닐 수도 있지만, 플라이백보다 누설 인덕턴스 관련 링잉에 대한 내성이 높아 출력 전압 조절을 개선할 수 있습니다. 이로 인해 추가적인 사후 조정이 필요 없게 되어 비용을 절약할 수 있습니다.

Power House에 대한 TI의 전원 팁을 자세히 알아보세요.

관련 문서

- 추측: 활용도가 낮은 SEPIC은 플라이백 토폴로지보다 우수
- SEPIC/Cuk 컨버터가 두 번째 출력 생성

이전에 EDM.com에 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://www.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 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