



MSO/DPO 시리즈 오실로스코프를 사용한 파워 공급 장치 측정 및 분석

개요

파워 공급 장치는 어린이용 완구에서 컴퓨터, 사무용 장비, 산업용 장비에 이르는 다양한 전자 장치에 사용됩니다. 파워 공급 장치는 주로 장치가 적절히 작동할 수 있도록 전기 에너지를 다른 형태로 변환하는 데 사용됩니다. 일반적인 예로 AC 전압을 DC 정전압으로 변환하는 AC-DC 컨버터나 배터리 파워를 필요한 전압 수준으로 변환하는 DC-DC 컨버터가 있습니다.

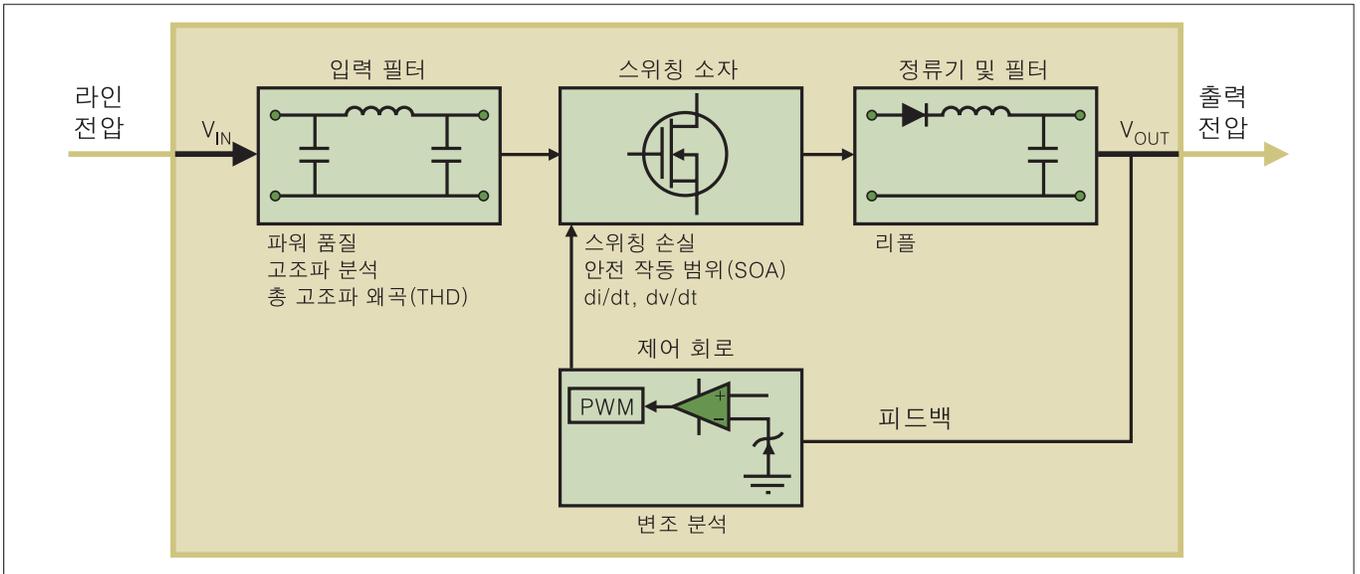


그림 1. DPOxPWR 전력 분석 소프트웨어로 특성화한 SMPS 컴포넌트

파워 공급 장치의 종류는 일반적인 선형 공급 장치에서 복잡하고 동적인 작동 환경에 적합한 고효율 스위치 모드 파워 공급기(SMPS)까지 다양합니다. 장치에 인가되는 부하가 한순간에 극적으로 변화할 수 있으므로, 범용 스위치 모드 파워 공급기라 할 지라도 평균 동작 수준을 훨씬 초과하는 급격한 피크 부하를 견딜 수 있어야 합니다. 파워 공급 장치를 설계하거나 파워 공급 장치를 사용하는 시스템을 설계하는 엔지니어라면 유휴 상태에서 최악의 상황에 이르는 다양한 조건 하에서 파워 공급 장치의 동작 특성을 파악해야 합니다.

이전까지 파워 공급 장치의 동작 특성을 파악하려면 디지털 멀티미터로 정적(static) 전류 및 전압을 측정하고 계산기 또는 컴퓨터로 복잡한 계산을 실행해야 했습니다. 현재 대부분의 엔지니어들은 파워 측정 도구로 오실로스코프를 사용하고 있습니다.

이 애플리케이션 노트는 그림 1에 나온 바와 같이 텍트론릭스 MSO/DPO4000 또는 DPO3000 시리즈 오실로스코프를 사용한 일반적인 스위치 모드 파워 공급 장치 측정에 대해 설명합니다. 위 오실로스코프는 선택 사양인 전력 계측 및 분석 소프트웨어(DPOxPWR)와 함께 신속한 분석과 간편한 설정을 위한 자동 전력 계측 기능 및 최상의 정밀도를 위한 프로브 디스큐 기능을 제공합니다.

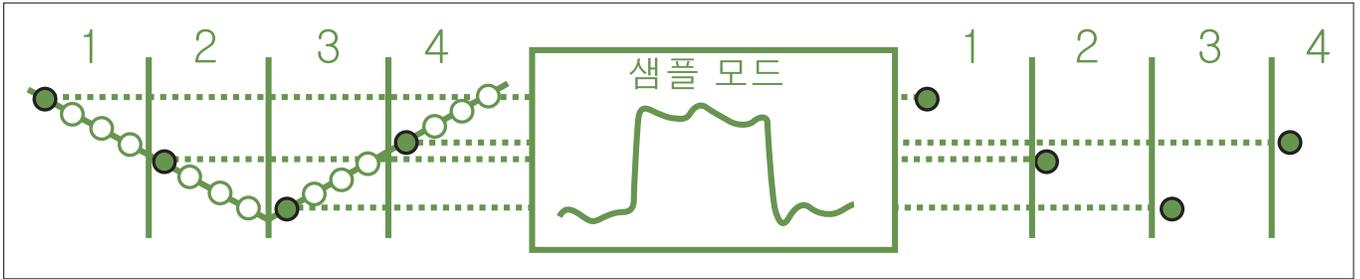


그림 2. 샘플 모드

파워 공급 장치 측정 준비

이론적으로 파워 공급 장치는 설계와 완전히 동일하게 작동해야 합니다. 하지만 실제로는 컴포넌트가 완벽하지 못하고, 부하가 변화하며, 공급 파워가 왜곡되는 등 환경 변화에 따라 성능이 달라집니다. 또한 성능 증가, 효율 개선, 크기 감소 및 비용 절감과 같은 요구로 인해 파워 공급 장치 설계는 한층 더 까다롭습니다.

이와 같은 설계상의 문제를 고려할 때, 분석과 문제 해결에 필요한 파형을 정확하게 캡처하려면 측정 시스템을 옹게 설정해야 합니다. 고려해야 할 주요 사항은 다음과 같습니다.

- 오실로스코프의 획득 모드
- 전압 및 전류 프로브 사이의 스큐 제거
- 프로브 오프셋 제거
- 전류 프로브 소자(Degauss)
- 대역폭 제한 필터

오실로스코프의 획득 모드(Acquisition Mode)

오실로스코프의 획득 모드를 사용하여 전기 신호를 샘플링, 처리, 표시하는 방법을 제어할 수 있습니다. 결과 파형 포인트는 디지털 값으로 메모리에 저장되며 파형을 구성하도록 표시됩니다. 대부분의 오실로스코프는 다양한 획득 모드를 지원하며, 선택한 획득 모드에 따라 전력 계측의 정밀도가 달라집니다. 따라서 획득 모드의 작동 원리와 파형 및 전력 계측에 끼치는 영향을 이해하는 것이 중요합니다.

모든 오실로스코프는 가장 간단한 획득 모드인 샘플 모드를 지원합니다. 그림 2에 나온 것처럼 오실로스코프는 각 파형 구간에 하나의 샘플 포인트를 저장하는 방법으로 파형 포인트를 생성합니다(파형 구간은 그림에서 숫자 1, 2, 3, 4로 표시). 샘플 모드는 반복적이지 않은 신호에 대해 다수의 획득이 필요한 리플 및 노이즈 분석과 같은 작업에서 권장됩니다.

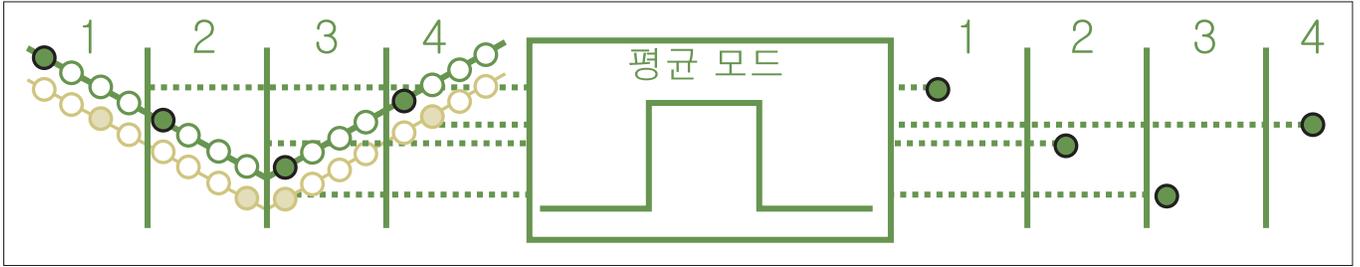


그림 3. 평균 모드



그림 4. 고해상도 모드

대부분의 오실로스코프 제조업체에서 제공하는 또 다른 획득 모드로는 평균 모드가 있습니다. 평균 모드의 오실로스코프는 샘플 모드와 마찬가지로 파형 구간마다 하나의 샘플 포인트를 저장합니다. 하지만 평균 모드에서는 후속 획득에서 얻은 대응 파형 포인트와 함께 평균을 구해 그림 3과 같은 최종 표시 파형을 만들어 냅니다. 평균 모드는 대역폭 손실 없이 노이즈를 줄일 수 있지만 반복적인 신호가 필요합니다. 평균 모드는 특히 유효 전력, 무효 전력, 피상 전력 등과 같은 고조파 분석 또는 전력 품질 분석 측정을 실행할 때 유용합니다.

텍트로닉스의 경우 고해상도 모드도 제공합니다. 고해상도 모드의 경우 한 파형 구간 내에서 획득한 다수의 연속 샘플을 함께 평균하여 그림 4와 같이 1회 획득으로 하나의 파형 포인트를 만들어 냅니다. 그 결과 대역폭이 줄어들기 때문에 노이즈도 줄어들며, 저속 신호에서 수직 분해능이 높아집니다. 고해상도 모드는 특히 공급 장치에 파워를 인가하는 순간의 변조 분석이나 1회 획득으로 데이터를 수집하려는 경우 유용합니다. 고해상도 모드를 사용하면 순간 전력과 같이 수학적으로 계산되는 값을 기준으로 하는 스위칭 손실 등의 측정 정밀도를 높일 수 있습니다.



그림 5. 전압 및 전류 프로브 사이의 기본 타이밍 스큐



그림 6. 전압 및 전류 프로브 사이의 타이밍 스큐 공칭 보정

전압 및 전류 프로브 사이의 스큐 제거

디지털 오실로스코프로 전력을 계측하려면 테스트 대상 장치 전압에 걸친 전압과 장치를 통과하는 전류를 측정해야 합니다. 이 작업에는 전압 프로브(일반적으로 고전압 차동 프로브)와 전류 프로브의 두 가지 다른 프로브가 필요합니다. 각 전압 및 전류 프로브는 고유의 특성 전파 지연 값을 가지며, 이러한 파형에서 생성되는 에지는 거의 자동으로 정렬되지 않습니다. 전류 프로브와 전압 프로브 사이의 지연 차이를 스큐라고 하며, 이는 부정확한 진폭 및 타이밍 측정의 원인이 됩니다. 전력은 전압 곱하기 전류이므로 최대 피크 전력 및 영역 측정에서 프로브의 전파 지연이 주는 영향을 이해하는 것이 중요합니다. 전압 및 전류 신호가 완벽하게 정렬되지 않을 경우 정확한 결과를 얻을 수 없습니다.

텍트로닉스 MSO 및 DPO 시리즈 오실로스코프는 프로브 사이의 스큐를 제거하는 “디스큐(Deskew)” 기능을 제공합니다. 디스큐 메뉴를 선택하면 프로브 모델, 공칭 전파 지연, 각 채널의 권장 디스큐 및 실제 디스큐를 보여주는 정보 상자가 표시됩니다. 그림 5의 전압 및 전류 파형에는 약 8ns의 스큐가 있으며, 각 프로브의 전파 지연이 정보 상자에 표시되어 있습니다. TDP1000(텍트로닉스 차동 전압 프로브)의 공칭 전파 지연은 6.5ns이며, TCP0030(텍트로닉스 전류 프로브)의 공칭 전파 지연은 14.5ns입니다. 따라서 전파 지연의 차이는 8ns입니다.

프로브 사이의 스큐를 보정하려면 그림 6에 표시된 “모든 디스큐를 권장 값으로 설정(Set all deskews to recommended values)” 측면 베젤 버튼을 선택하기만 하면 됩니다. 이 옵션을 선택하면 프로브의 실제 디스큐 값이 권장 디스큐 값으로 조정됩니다. 프로브가 TekVPI® 지원 제품이거나 자동 프로브 디스큐를 대체로 지원하는 경우, 권장 디스큐 값은 프로브의 내장 메모리에 저장된 공칭 전파 지연 값을 기준으로 산정됩니다.



그림 7. 텍트로닉스 디스크 펄스 발생기 및 디스크 픽스처



그림 8. 전압 및 전류 프로브 사이의 타이밍 스큐 수동 제거



그림 9. 소자(Degauss/AutoZero) 기능을 지원하는 텍트로닉스 TCP0030 AC/DC 전류 프로브

“모든 디스큐를 권장 값으로 설정(Set all deskews to recommended values)” 옵션을 선택하면 프로브의 공칭 전파 지연 차이가 정확한 디스큐에 아주 가까운 수준으로 좁혀지지만, 그래도 파형이 정확하게 정렬되지 않을 수 있습니다. 최상의 측정 정밀도를 가지도록 파형을 정확하게 정렬하려면 TEK-DPG(디스크 펄스 발생기)와 디스크 픽스처가 필요합니다.

TEK-DPG는 그림 7에 표시된 것처럼 전력 계측 디스크 픽스처(텍트로닉스 부품번호 067-1686-XX)에 소스 시그널을 제공합니다. 프로브를 디스크 픽스처에 연결한 상태에서 “실제 디스큐(Actual Deskew)”를 수동으로 조정하여 파형이 정확하게 정렬되도록 디스큐 값을 변경할 수 있습니다. 그림 8은 TDP1000 프로브의 실제 디스큐 값이 최상의 정밀도를 가지도록 6.5ns에서 7.18ns로 680ps 만큼 조정되었음을 보여줍니다.

프로브 오프셋 제거

차동 프로브는 사소한 전압 오프셋을 보이는 경향이 있습니다. 이 오프셋이 정밀도에 영향을 줄 수 있으므로 측정을 진행하기 전에 제거해야 합니다. 대부분의 차동 전압 프로브에는 내장 DC 오프셋 조정 컨트롤이 포함되어 있어 오프셋을 비교적 간단하게 제거할 수 있습니다.

전류 프로브 또한 측정 전에 조정해야 할 필요가 있습니다. 전류 프로브의 오프셋 조정은 DC 밸런스를 0A 또는 최대한 가까운 값으로 널링(nulling)하는 방법으로 진행됩니다. TCP0030 AC/DC 전류 프로브와 같은 TekVPI 지원 프로브의 경우 자동 소자(Degauss/AutoZero) 기능이 내장되어 있으며, 프로브 보상 회로함에 있는 버튼을 누르는 것으로 간단히 실행됩니다.

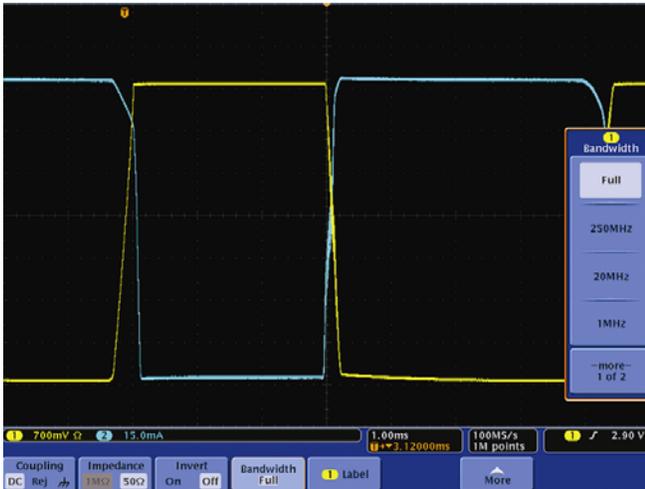


그림 10. TDP1000이 연결된 MSO/DPO4000 시리즈 오실로스코프에서 사용 가능한 대역폭 제한 필터

소자(Degauss)

전류 프로브에는 사용하기 쉬운 소자 기능도 포함되어 있어야 합니다. 소자란 변압기의 코어에서 대량의 입력 전류에 의해 발생할 수 있는 잔류 DC 플럭스를 제거하는 것을 의미합니다. 잔류 플럭스는 출력 오프셋 오류의 원인이 되므로 측정의 정밀도를 높이려면 반드시 제거해야 합니다.

텍트로닉스 TekVPI 전류 프로브는 사용자에게 소자 작업을 실행하도록 알리는 소자 경고 표시기를 제공합니다. 전류 프로브의 경우 시간이 지남에 따라 상당한 편차가 발생하여 측정 정밀도에 영향을 줄 수 있으므로 소자 경고 표시기가 유용합니다.

대역폭 제한 필터

오실로스코프의 대역폭을 제한하면 표시되는 파형에서 노이즈 또는 불필요한 고주파 콘텐츠를 제거하여 깨끗한 신호를 얻을 수 있습니다. MSO/DPO 시리즈는 그림 10에 표시된 것처럼 내장 대역폭 제한 필터가 포함되어 있습니다. 경우에 따라 프로브에도 대역폭 제한 필터가 내장되어 있을 수 있습니다.

n차 고조파에 포함된 고주파 콘텐츠가 측정에서 제외될 수도 있으므로 대역폭 제한 필터를 사용할 때 주의해야 합니다. 예를 들어, 1MHz 신호를 측정하여 40차 고조파까지 구하려는 경우 최소 40MHz의 시스템 대역폭이 필요합니다. 대역폭 제한 필터를 그림 10에 표시된 예에서 사용 가능한 옵션 중 하나인 20MHz로 설정하면 위 측정에 필요한 주파수 콘텐츠가 제거됩니다.

파워 공급 장치 측정

측정 시스템이 정확하게 설정되었으면 전력 계측 작업을 시작할 수 있습니다. 일반적으로 전력 계측 작업은 입력 분석, 스위칭 소자 분석, 출력 분석의 세 가지 범주로 나눌 수 있습니다.

입력 분석

실제 전기 전력선으로는 결코 이상적인 사인파가 공급되지 않으며, 항상 일정한 왜곡과 불순물이 존재합니다. 스위칭 파워 공급 장치는 소스 측면에서 볼 때 비선형 부하에 해당합니다. 이로 인해 전압 및 전류 파형이 동일하지 않게 됩니다. 전류가 입력 사이클 중 일부에서 유입되므로 입력 전류 파형에 고조파가 발생합니다. 파워 공급 장치의 입력 분석에서 중요한 측정 항목은 다음과 같습니다.

- 고조파
- 파워 품질

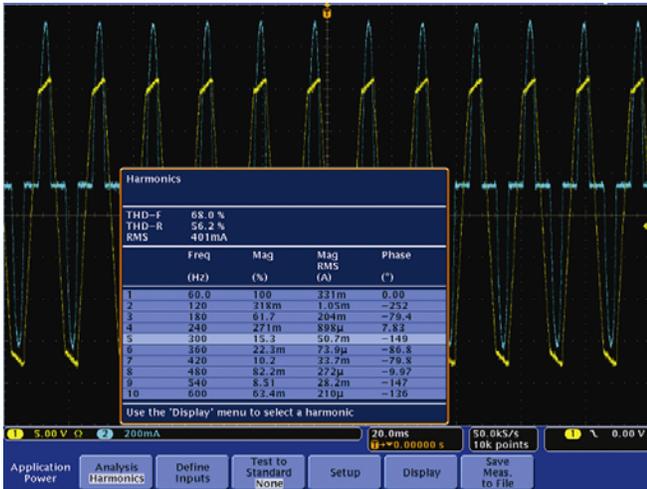


그림 11. DPOxPWR의 고조파 분석

고조파

스위칭 파워 공급 장치는 주로 흡수차 고조파를 발생시키는 경향이 있으며, 이는 다시 전력망으로 유입되기도 합니다. 그 영향은 누적되며, 전력망에 연결되는 스위칭 파워 공급 장치가 늘어날수록(예를 들어 사무실에 데스크탑 컴퓨터가 추가되는 경우) 전력망에 반환되는 고조파 왜곡의 총 비율이 증가할 수 있습니다. 고조파는 전력망의 케이블과 변압기에 열 집중을 발생시키는 원인이므로 반드시 최소화해야 합니다. 특정 비선형 부하로 인한 파워 품질의 저하를 감독하는 IEC61000-3-2와 같은 규정 기준도 실행되고 있습니다.

이러한 왜곡의 영향을 판단하는 것은 파워 설계에서 중요한 부분이며, 멀티미터 대신 오실로스코프를 사용하는 데 따른 장점이 뚜렷하게 드러납니다. 측정 시스템은 고조파 컴포넌트를 기본파의 최대 50차 고조파까지 캡처할 수 있어야 합니다. 전력망 주파수는 일반적으로 50Hz 또는 60Hz이지만, 일부 군사 및 항공 전자 분야의 경우 400Hz의 주파수를 사용할 수도 있습니다. 또한 신호 오차에 더욱 높은 주파수 컴포넌트를 가진 스펙트럼 컴포넌트가 포함될 수 있음에 유의해야 합니다. 최신 오실로스코프는 높은 샘플링 속도를 제공하므로 급속하게 변화하는 현상도 아주 세밀하게 캡처할 수 있습니다(분해능). 반면, 기존 전력계는 반응 시간이 비교적 느리므로 신호의 세부 정보를 놓칠 수 있습니다.

고조파 분석 작업은 일반적인 파형 측정과 마찬가지로 간단합니다. 이 경우 신호가 반복되는 주기적 파형이므로 트리거 후 표시하기만 하면 됩니다. 적절한 주파수

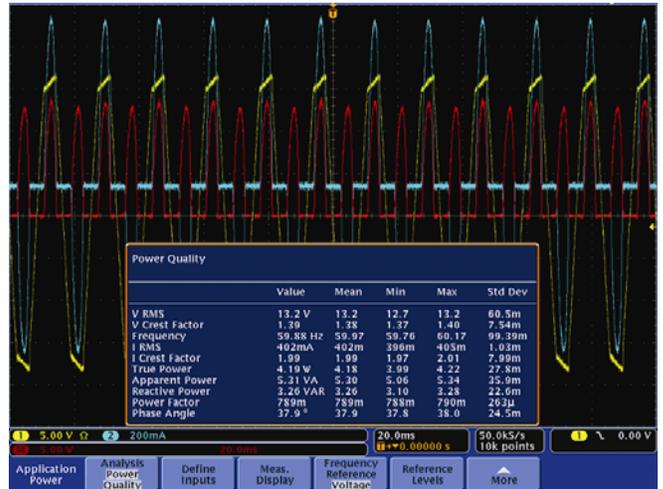


그림 12. DPOxPWR의 파워 품질 측정

분해능을 확보하려면 최소한 5회의 사이클이 표시되어야 하며, 신호가 디스플레이의 수직면을 가능한 많이 차지하도록 수직 스케일을 설정하여 오실로스코프의 다이내믹 레인지를 최적화해야 합니다.

그림 11에 파워 공급 장치의 부하 전류에 대한 고조파 분석의 결과가 나와 있습니다. 디스플레이(Display) 메뉴에서 특정 고조파를 선택하여 측정할 수 있으며, 이 예에서는 5차 고조파가 선택되었습니다. 결과는 표 또는 그래프 형태로 표시되도록 선택할 수 있으며, "전체(All), 홀수(Odd) 또는 짝수(Even)" 고조파가 표시되도록 선택할 수 있습니다. 고조파 데이터는 USB 저장 장치 또는 CompactFlash 카드에 CSV 파일로 저장할 수 있습니다. 또한 기본파와 RMS 값에 대응하는 총 고조파 왜곡(THD) 값도 표시됩니다. 이러한 측정 기능은 IEC61000-3-2 및 MIL-STD-1399와 같은 표준에 대한 준수 여부를 분석하는 데 유용하며, DPOxPWR 파워 애플리케이션 소프트웨어에 포함되어 있습니다.

파워 품질

파워 품질은 전력 생산자에 의해서만 결정되는 것이 아니며, 파워 공급 장치와 최종 사용자의 부하에 따라 달라집니다. 파워 공급 장치의 파워 품질 특성에 따라 파워 공급 장치의 "상태"가 좌우되며, 비선형 부하에 의해 발생하는 왜곡의 영향도 결정됩니다. 그림 12에 표시된 것처럼 DPOxPWR 파워 애플리케이션 소프트웨어는 V_{RMS} 및 I_{RMS} , 전압 및 전류 파고율(Crest Factor), 실효 전력, 무효 전력, 피상 전력, 역률(Power Factor) 등의 자동 측정 결과를 표로 제공합니다.

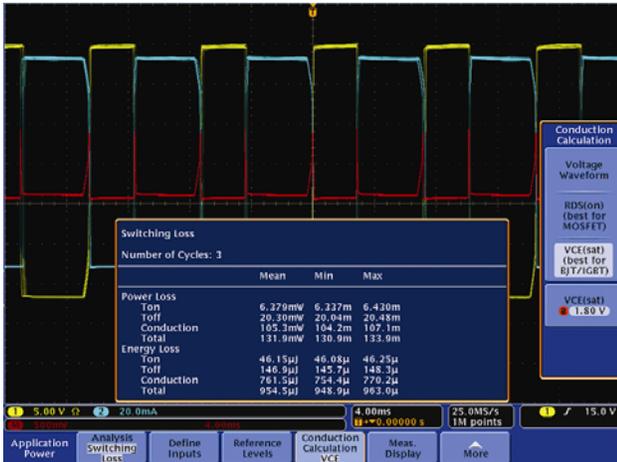


그림 13. IGBT에 대한 DPOxPWR의 스위칭 손실 측정

스위칭 소자 분석

최근 대부분의 시스템에서 가장 널리 사용되는 DC 파워 공급 장치 아키텍처는 SMPS이며, 이는 변화하는 입력 전압과 부하를 효율적으로 처리할 수 있기 때문입니다. SMPS에는 저항 및 선형 모드 트랜지스터 등과 같은 손실 컴포넌트가 최소한으로 사용되며 (이론적으로) 무손실인 컴포넌트가 중요시됩니다. SMPS 장치에는 또한 펄스 폭 변조 조정기, 펄스 속도 변조 조정기, 피드백 루프와 같은 요소가 포함된 제어부가 있습니다.

SMPS 기술은 MOSFET(Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) 및 IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)와 같은 전력 반도체 스위칭 소자에 기초를 두고 있습니다. 이러한 소자는 빠른 스위칭 시간을 제공하며 비정상적인 전압 스파이크에 견딜 수 있습니다. 더불어, 트랜지스터는 온 또는 오프 상태 어느 쪽이든 극히 낮은 전력을 소비하므로 낮은 발열로 높은 효율을 얻을 수 있습니다. 대부분의 경우 스위칭 소자에 따라 SMPS의 전반적인 성능이 좌우됩니다. 스위칭 소자에 대한 주요 측정 항목은 다음과 같습니다.

- 스위칭 손실
- 안전 작동 범위(SOA)
- 슬루 레이트(Slew Rate)

스위칭 손실

트랜지스터 스위치 회로는 일반적으로 트랜지션 도중에 대부분의 에너지를 소비하며, 이는 기생 회로가 소자의 즉각적인 스위칭을 방해하기 때문입니다. MOSFET 또는 IGBT와 같은 스위칭 소자가 OFF 상태에서 ON 상태로 전환되는 경우에 발생하는 에너지 손실을 턴 온 손실(Turn-on loss)이라고 부릅니다. 마찬가지로, 스위칭 소자가 ON 상태에서 OFF 상태로 전환할 때 발생하는 에너지 손실은 턴 오프 손실(Turn-off loss)이라고 부릅니다. 트랜지스터 회로는 기생 정전 용량 및 인덕턴스, 다이오드에 저장된 전하의 소산 요소로 인해 스위칭 도중 에너지를 잃습니다. 공급 장치의 특성을 파악하고 효율을 측정하려면 이러한 손실에 대해 정확한 분석이 필요합니다.

그림 13에 선택한 획득 영역(기본적으로 전체 파형) 내의 각 개별 완료 사이클에 대한 스위칭 손실 측정이 나와 있으며, 이러한 측정 통계 자료는 전체 획득에 걸쳐 누적되지만 획득 간에는 산정되지 않습니다.

턴 온(Turn-on) 및 턴 오프(Turn-off) 손실을 측정하는 데 가장 큰 문제는 손실이 극히 짧은 기간 동안 발생하지만 나머지 스위칭 사이클 동안의 손실은 미세하다는 점입니다. 따라서 전압 및 전류 파형 사이의 타이밍이 아주 정밀해야 하며, 측정 시스템의 오프셋이 최소화되어야 하며, 측정 시스템의 다이내믹 레인지가 온 및 오프 전압과 전류를 정확히 측정할 수 있는 수준이어야 합니다. 앞서 설명한 것처럼, 프로브 오프셋은 널링(nulling)되어야 하며, 전류 프로브를 소자(degauss)하여 변압기 내의 잔류 DC 플럭스를 제거해야 하고, 채널 간의 스큐도 최소화해야 합니다.



그림 14. DPOxPWR의 SOA 마스크 테스트

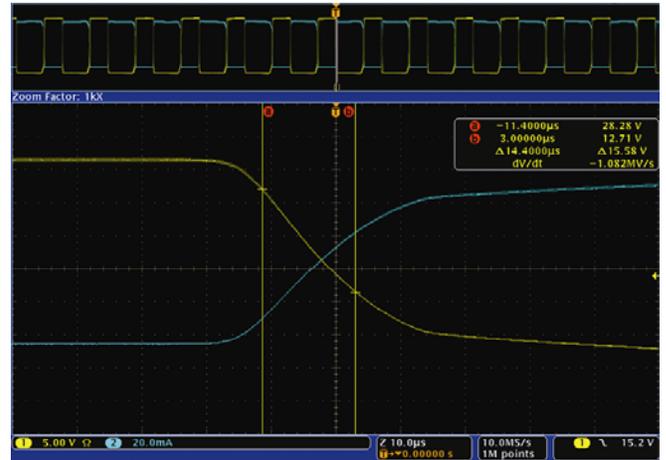


그림 15. DPOxPWR의 슬루 레이트(Slew Rate) 측정

또 다른 중요한 문제는 정확한 스위칭 손실 측정에 필요한 높은 다이내믹 레인지입니다. 스위칭 소자 전반의 전압은 온 및 오프 상태 사이에 극단적으로 변화하므로 1회 획득으로 두 상태를 정확하게 측정하기는 어렵습니다. MSO/DPO 시리즈를 사용하여 정확한 값을 판단하는 방법은 다음과 같은 세 가지가 있습니다.

- 전도 중 스위칭 소자 전반의 전압 강하량을 측정합니다. 일반적으로 이 전압 강하량은 전도 중이 아닐 때의 스위칭 소자 전체 전압에 비해 극히 작으므로, 오실로스코프에서 동일한 수직 설정으로 두 전압을 정확하게 측정하는 것은 거의 불가능한 일입니다.
- 소자의 데이터 시트에서 RDS(on) 값(MOSFET의 최적 모델)을 산정합니다. 이 값은 전도 중 소자의 드레인과 소스 사이에서 예상되는 통전 저항(on-resistance)입니다.
- 소자의 데이터 시트에서 VCE(sat) 값(BJT 및 IGBT의 최적 모델)을 산정합니다. 이 값은 소자가 포화 상태일 때 컬렉터에서 이미터로 흐를 것으로 예상되는 포화 전압입니다.

안전 작동 범위(SOA)

트랜지스터의 안전 작동 범위(SOA)란 소자가 손상 없이 작동할 수 있는 조건을 의미하며, 특히 일정 전압에서 트랜지스터에 흐를 수 있는 전류의 양을 나타냅니다. 이 한계를 초과할 경우 트랜지스터가 손상될 수 있습니다. SOA는 최대 전압, 최대 전류, 최대 전력 등 스위칭 소자의 한계를 설정하고 스위칭 소자가 지정된 한계 내에서 작동하도록 보장하는 그래픽 테스트 기법입니다.

스위칭 소자 제조업체의 데이터 시트에 해당 스위칭 소자의 특정 제한 요소가 요약되어 있습니다. 목표는 스위칭 소자가 최종 사용자 환경에서 파워 공급 장치가 처리해야 하는 작동 한계를 감당할 수 있음을 보장하는 것입니다. SOA 테스트 변수에는 다양한 부하 시나리오, 작동 온도 변화, 최대 및 최소 라인 입력 전압 등이 포함됩니다. 그림 14에 표시된 것처럼 사용자 정의 가능한 마스크를 만들어 스위칭 소자가 지정된 전압, 전류, 전력 허용 오차를 준수하도록 보장할 수 있습니다. 마스크를 벗어나는 경우 전력 애플리케이션 오류로 보고됩니다.

슬루 레이트(Slew Rate)

스위칭 소자가 최대 효율로 작동하는지 확인하려면 전압 및 전류 신호의 슬루 레이트를 측정하여 회로가 사양 내에서 작동하고 있는지 검증해야 합니다. 그림 15에 표시된 것처럼 오실로스코프에서 측정 커서를 사용하고 게이트 구동 특성 및 스위치 dv/dt 또는 di/dt 계산을 간소화하는 방법으로 스위칭 신호의 슬루 레이트를 파악할 수 있습니다.

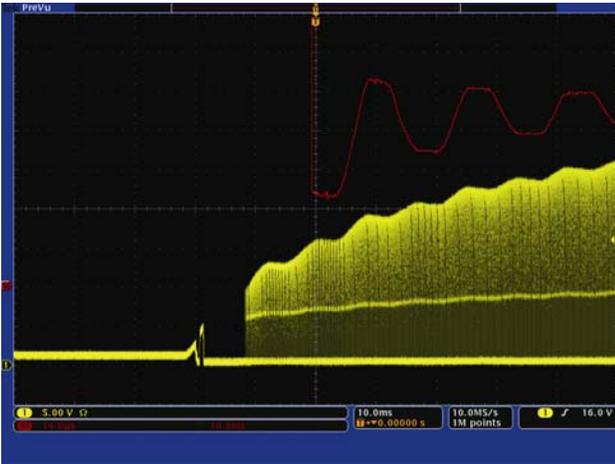


그림 16. 가동 도중 IGBT의 게이트 구동에 대한 DPOxPWR의 변조 분석

출력 분석

이론적으로 DC 파워 공급 장치의 출력에는 스위칭 고조파 또는 기타 바람직하지 않은 노이즈 컴포넌트가 없어야 합니다. 하지만 실제로 이는 불가능합니다. 따라서 입력 전압의 변동 또는 출력 전압에 대한 부하의 영향을 파악하려면 출력 분석 측정이 필요하며, 측정 항목은 다음과 같습니다.

- 변조 분석
- 리플

변조 분석

MSO/DPO4000 및 DPO3000 시리즈의 디지털 포스퍼 획득 기술은 설계상 문제 해결, 특히 스위칭 파워 공급 장치의 과도한 변조 영향을 파악하는 작업에서 특별한 장점을 제공합니다. 이러한 오실로스코프는 일반 디지털 스토리지 오실로스코프(DSO)에 비해 몇 배 높은 50,000wfms의 파형 캡처 속도를 가지고 있습니다. 이러한 특성은 변조의 영향을 조사하는 경우 다음과 같은 두 가지 장점을 제공합니다. 첫째, 오실로스코프가 더 많은 시간 동안 활성 상태가 되며, 파형 표시에 소요되는 처리 시간이 짧아집니다. 따라서 변조를 캡처할 확률이 훨씬 높아집니다. 둘째, 디지털 포스퍼 디스플레이는 변조된 파형을 실시간으로 확인하기가 훨씬 쉽습니다. 이 디스플레이는 신호 트레이스가 가장 자주 교차하는 영역을 아날로그 스코프와 유사하게 강조합니다. 따라서 변조 영역이 지속적으로 반복되는 주 파형보다 흐리게 표시되므로 알아보기가 더 쉽습니다.

텍트로닉스 오실로스코프를 사용하여 변조 영향을 측정하는 것 또한 간편합니다. 그림 16에 파워 공급 장치에서 전류 모드 제어 루프의 출력을 제어하는 변조 신호가 나와 있습니다. 변조는 피드백 시스템에서 루프를 제어하는 데 중요한 요소이지만, 너무 많은 변조는 루프를 불안정하게 만들 수 있습니다. 변조가 드물게 발생하는 부분에서는 파형이 흐리게 표시됨에 유의하십시오. 빨간색 파형은 연산 파형으로, 파워 공급 장치의 오실레이터가 가동되면서 IGBT 게이트 구동 신호에 대해 수행되는 사이클 대 사이클 펄스 폭 측정의 동향을 보여줍니다. 연산 파형은 펄스 폭 측정 값(시간 단위)을 나타내므로, 커서를 사용하여 펄스 폭의 변화를 측정할 수 있습니다. 연산 값은 획득한 파형 전반에서 선택한 변조 측정의 동향을 나타냅니다. 이 예에서 연산 값은 가동 도중 오실레이터 제어 루프의 반응을 나타냅니다. 이러한 변조 분석은 입력 전압의 변화("라인 레귤레이션") 또는 부하의 변화("부하 레귤레이션")에 대한 파워 공급 장치 제어 루프의 반응을 측정하는 데에도 사용할 수 있습니다.

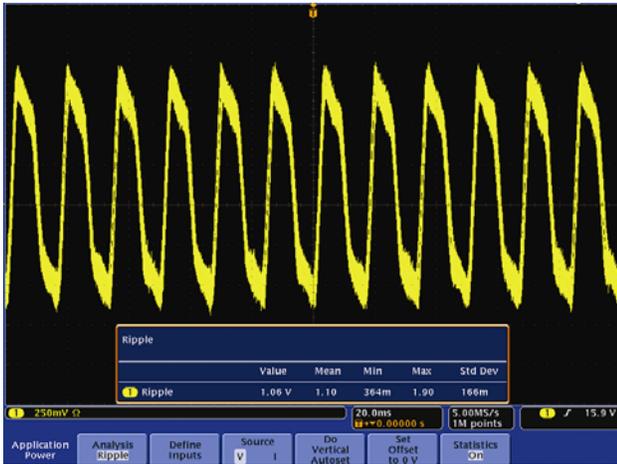


그림 17. DPOxPWR의 리플 측정

리플

리플(Ripple)이란 파워 공급 장치의 DC 출력에 중첩되는(superimposed) AC 전압을 의미하며, 정상 출력 전압의 백분율 또는 피크 대 피크 전압으로 표현됩니다. 선형 파워 공급 장치의 경우 일반적으로 라인 주파수의 2배에 가까운 리플(~120Hz)을 보이며, 스위칭 파워 공급 장치의 경우 수백 kHz에 달하는 스위칭 리플을 보일 수 있습니다.

결론

파워 공급 장치는 거의 모든 유형의 파워 구동 및 배터리 구동 전자 제품에 필수적인 부품이며, 많은 분야에서 스위치 모드 파워 공급 장치(SMPS)가 주도적인 아키텍처로 자리 잡았습니다. 하나의 스위치 모드 파워 공급 장치 성능 또는 오류가 값비싼 대형 시스템의 운명에 영향을 줄 수 있습니다.

증가하는 SMPS 디자인의 신뢰성, 안정성, 성능, 적합성을 보장하려면 설계 엔지니어가 여러 가지 복잡한 전력 계측을 수행해야 합니다. 텍트로닉스

MSO/DPO4000 또는 DPO3000 시리즈 오실로스코프와 DPOxPWR 파워 분석 애플리케이션 모듈은 파워 공급 장치의 분석 작업을 획기적으로 간소화할 수 있는 솔루션입니다. 고조파, 파워 품질, 스위칭 손실, 안전 작동 범위(SOA), 슬루 레이트(slew rate), 변조 및 리플과 같은 자동 전력 계측 기능이 신속한 분석을 보장하며, 프로브의 간편한 설정과 디스큐 기능은 최고의 정밀도를 제공합니다.

적절한 오실로스코프 선택

MSO/DPO 시리즈는 고객의 요구와 예산에 적합한 다양한 모델로 구성되어 있습니다.

	MSO/DPO4000 시리즈	DPO3000 시리즈
대역폭	1GHz, 500MHz, 350MHz 모델	500MHz, 300MHz, 100MHz 모델
채널	아날로그 2 또는 4 채널 디지털 16 채널(MSO 시리즈)	아날로그 2 또는 4 채널
레코드 길이 (모든 채널)	10M	5M
샘플링 속도	5GS/s, 2.5GS/s	2.5GS/s
컬러 디스플레이	10.4인치 XGA	9인치 WVGA
파워 분석 애플리케이션 모듈	DPO4PWR	DPO3PWR

MSO 및 DPO 시리즈 오실로스코프는 텍트로닉스 다기능 프로브 인터페이스(TekVPI)를 제공합니다. TekVPI 프로브는 기능이 풍부하고 사용하기 쉬운 다기능 프로브입니다.

TekVPI 고전압 차동 프로브

	특징	모델 번호
	<ul style="list-style-type: none"> mV에서 kV에 이르는 광범위한 전압 다이내믹 레인지 오실로스코프가 접지에 연결된 상태에서 플로팅 또는 엘러베이트드 회로를 안전하게 측정 가능 	- P5205 ^{1,2} - P5210 ^{1,2}

TekVPI 중간 전압 차동 프로브

	특징	모델 번호
	<ul style="list-style-type: none"> 스위치 모드 파워 공급 장치(SMPS)의 설계를 분석할 수 있는 GHz급 성능 제공 다양한 테스트 대상 장치(DUT) 연결 기능 및 사용 편의성 	- TDP1000 ¹ - TDP0500 ¹

TekVPI 전류 프로브

	특징	모델 번호
	<ul style="list-style-type: none"> 탁월한 대역폭(DC ~ 120MHz)과 넓은 다이내믹 레인지(mA에서 통상 수백 A) 분할 코어 구조로 테스트 대상 장치(DUT)에 더 쉽고 빠르게 연결 가능 	- TCP0030 ¹ - TCP0150 ¹

¹ DPO3000 시리즈의 경우, 오실로스코프 프로브의 총 소비 전력이 20W를 초과한다면 TekVPI 외장 파워 공급 장치 119-7465-XX를 사용해야 합니다.

² TPA-BNC 어댑터 필요

MSO/DPO 시리즈 오실로스코프를 사용한 파워 공급 장치 측정 및 분석

애플리케이션 노트

텍트로닉스는 이 애플리케이션 노트에서 설명한 모든 측정을 수행하는 데 필요한 프로브, 어댑터, 소프트웨어, 디스큐 장비 일체가 포함된 편리한 파워 번들을 공급하고 있습니다.

	DPO3000 시리즈 파워 번들 (DPO3PWRBND)	MSO/DPO4000 시리즈 파워 번들 (DPO4PWRBND)
소프트웨어	DPO3PWR 파워 분석 모듈	DPO4PWR 파워 분석 모듈
프로브 및 어댑터	P5205 1300V 고전압 차동 프로브 TDP0500 42V 중간 전압 차동 프로브 TCP0030 AC/DC, 30A 전류 프로브 TPA-BNC TekVPI™ 인터페이스 어댑터	P5205 1300V 고전압 차동 프로브 TDP0500 42V 중간 전압 차동 프로브 TCP0030 AC/DC, 30A 전류 프로브 TPA-BNC TekVPI™ 인터페이스 어댑터
디스큐 장비	TEK-DPG 디스큐 펄스 발생기 067-1686-xx 전력 계측 디스큐 픽스처	TEK-DPG 디스큐 펄스 발생기 067-1686-xx 전력 계측 디스큐 픽스처

텍트로닉스 연락처:

남아프리카 +27 11 206 8360

네덜란드 090 02 021797

노르웨이 800 16098

대만 886 (2) 2722-9622

대한민국 82 (2) 6917-5000

덴마크 +45 80 88 1401

독일 +49 (221) 94 77 400

러시아 연방 +7 (495) 7484900

룩셈부르크 +44 (0) 1344 392400

멕시코, 중남미 및 카리브해 연안국 52 (55) 54247900

미국 1 (800) 426-2200

발칸, 이스라엘, 남아프리카 및 기타 ISE 국가 +41 52 675 3777

벨기에 07 81 60166

브라질 +55 (11) 40669400

스웨덴 020 08 80371

스위스 +41 52 675 3777

스페인 (+34) 901 988 054

영국 및 아일랜드 +44 (0) 1344 392400

오스트리아 +41 52 675 3777

이탈리아 +39 (02) 25086 1

인도 (91) 80-42922600

일본 81 (3) 6714-3010

중국 86 (10) 6235 1230

중동, 아시아 및 북아프리카 +41 52 675 3777

중부 유럽 및 그리스 +41 52 675 3777

중앙 유럽 및 동유럽, 우크라이나, 발트해 연안국 +41 52 675 3777

캐나다 1 (800) 661-5625

포르투갈 80 08 12370

폴란드 +41 52 675 3777

프랑스 +33 (0) 1 69 86 81 81

핀란드 +41 52 675 3777

홍콩 (852) 2585-6688

ASEAN / 오스트레일리아 (65) 6356 3900

기타 지역의 경우 1 (503) 627-7111로 텍트로닉스에 연락하십시오.

업데이트: 2008년 10월 30일

추가 정보

텍트로닉스는 첨단 기술을 다루는 엔지니어들을 지원하고자 포괄적이며 꾸준히 확장되는 애플리케이션 노트, 기술 보고서 및 기타 리소스 등의 자료 컬렉션을 유지하고 있습니다. www.tektronix.com을 참조하십시오.



Copyright © 2009, Tektronix. All rights reserved. 텍트로닉스 제품은 발급되었거나 출원 중인 미국 및 기타 국가의 특허로 보호됩니다. 이 문서에 수록된 정보는 이전에 발행된 모든 자료의 내용에 우선합니다. 텍트로닉스는 사양과 가격을 변경할 수 있는 권리를 가집니다. TEKTRONIX, TEK은 Tektronix, Inc.의 등록 상표입니다. 이 문서에 인용된 다른 모든 상표명은 해당 회사의 서비스 마크, 상표 또는 등록 상표입니다.

01/09 EA/

3GK-23612-0

