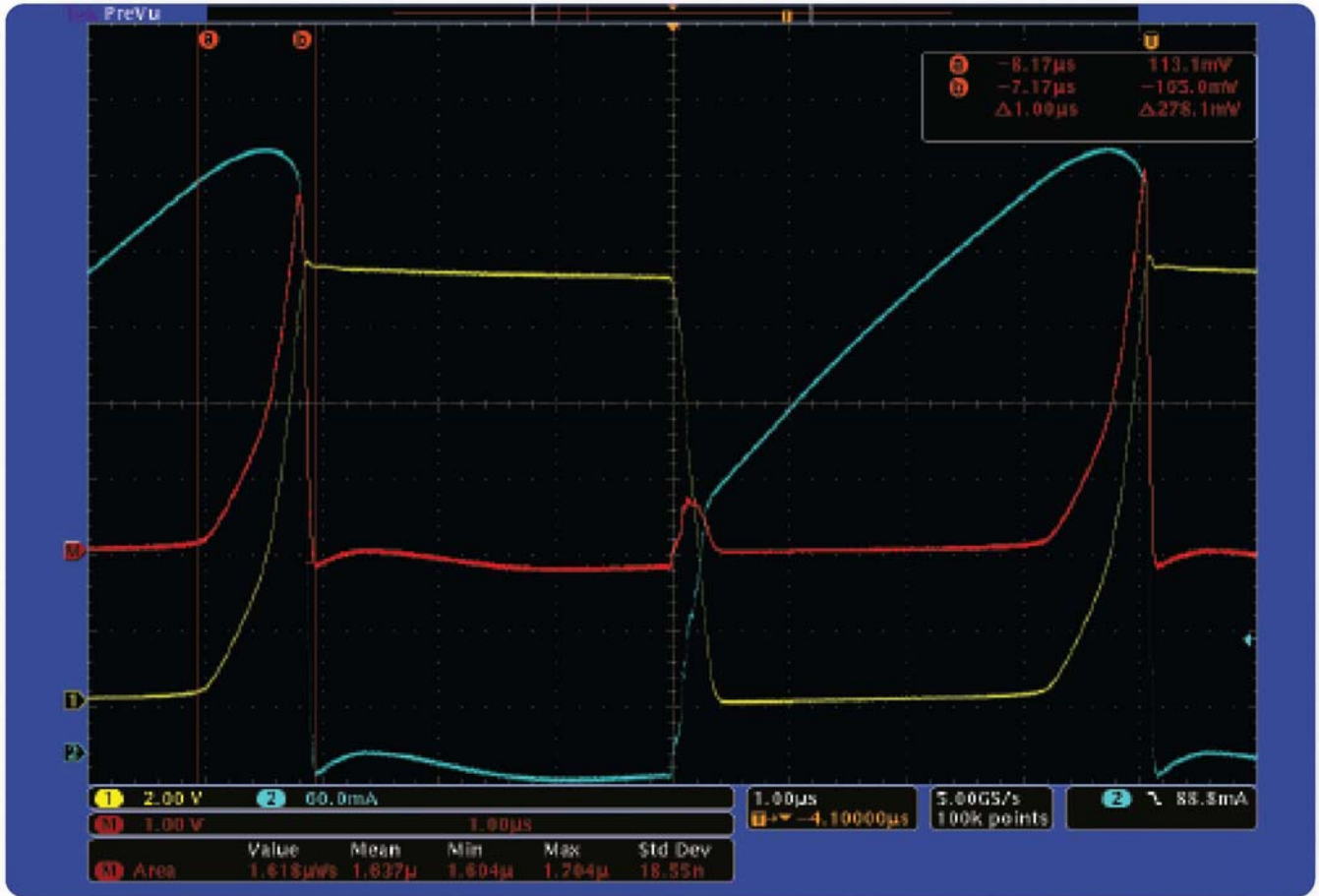


전원 측정 개요

4000 시리즈 디지털 포스퍼 오실로스코프 사용



서론

지난 세기에 걸쳐 전력 수요는 기하급수적으로 증가해왔다. 이는 정교한 전자 및 통신 시스템 뿐만 아니라 일상적인 전자 제품에서 사용되는 전원 장치의 성능과 효율의 중요성을 한층 더 증가시켰다. 전원 장치는 전원을 한 가지 형태에서 다른 형태로 변환시키는 하나의 구성 요소나 서브시스템, 또는 시스템이다. 개인용 컴퓨터에서 산업용 장비에 이르기까지 전자 장치의 적절한 작동은 전원 장치의 성능과 신뢰성에 달려 있다.

전통적인 선형 타입부터 고효율 스위치 모드에 이르는 다양한 종류의 전원 장치들은 모두 복잡하고 동적인 작동 환경에 직면하고 있다. 장비 부하와 수요는 한 순간에도 엄청나게 변화할 수 있다. 심지어 "일반 전자 기기의" 스위치 모드 전원 장치 역시 평균 작동 수준을 훨씬 뛰어넘는 급작스런 피크를 견뎌낼 수 있어야 한다. 게다가, 장치의 전력 수준, 출력 순도, 전선에 대한 고조파 피드백 등이 국가 및 지역 전력 품질 기준에 부합되도록 특성화되어야 한다.

과거에 이러한 계측 유형들은 디지털 멀티미터가 장착된 정적 전류 및 전압 계측을 가지고 계산기 또는 PC 상에서 어려운 계산을 수행하는 것을 의미했다. 하지만 오늘날 대부분의 엔지니어들은 전원 계측 플랫폼을 선호하기 때문에 오실로스코프를 사용한다. 본 애플리케이션 자료는 오실로스코프가 탑재된 기본 전원 장치 계측 제작에 초점을 맞출 것이다.

전원 측정 개요

4000 시리즈 디지털 포스퍼 오실로스코프 사용

▶ 애플리케이션 노트

전원 장치 계측 준비

오실로스코프를 가지고 고대역 계측을 하는데 익숙한 사람들에게는 비교적 낮은 주파수의 전원 계측이 단순하게 보일 수도 있다. 하지만, 전원 계측은 고속 회로 설계자들이 한 번도 직면해 보지 않은 수많은 어려움에 직면한다. 스위칭 장비 전체에 걸친 전압은 매우 크고 “플로팅”일 수 있다. 즉, 접지를 기준으로 하지 않는다. 신호의 펄스 폭, 주기, 주파수, 그리고 듀티 사이클에는 차이가 있기 때문에 결함에 대해 파형을 충실하게 파악하고 분석해야 한다.

오실로스코프에 대한 필요 규격은 정확하다. 오실로스코프는 기본 대역 및 SMPS 내에서 주파수 변경을 처리하는 샘플 속도를 가지고 있어야 한다. 전원 계측은 전압과 전류용으로 최소 2개의 채널을 필요로 하며, 전원 계측을 좀더 쉽고 신뢰할 수 있게 만들어주는 장비도 역시 마찬가지로 중요하다. 이와 관련하여 고려할 사항들은 다음과 같다.

- ▶ 안전하고 정확한 전압 및 전류 프로빙 솔루션이 있는가?
- ▶ 이러한 프로브의 지연 차이를 정량화할 수 있는 적절한 방법이 있는가?
- ▶ 프로브 오프셋을 최소화할 수 있는 효율적인 프로세스가 있는가?
- ▶ 고해상도로 긴 주사선 주파수 파형을 포착하기에 충분한 레코드 길이가 장비에 장착될 수 있는가?

이러한 특징들은 중요하고 효율적인 전원 장치 설계 계측의 토대를 형성한다.

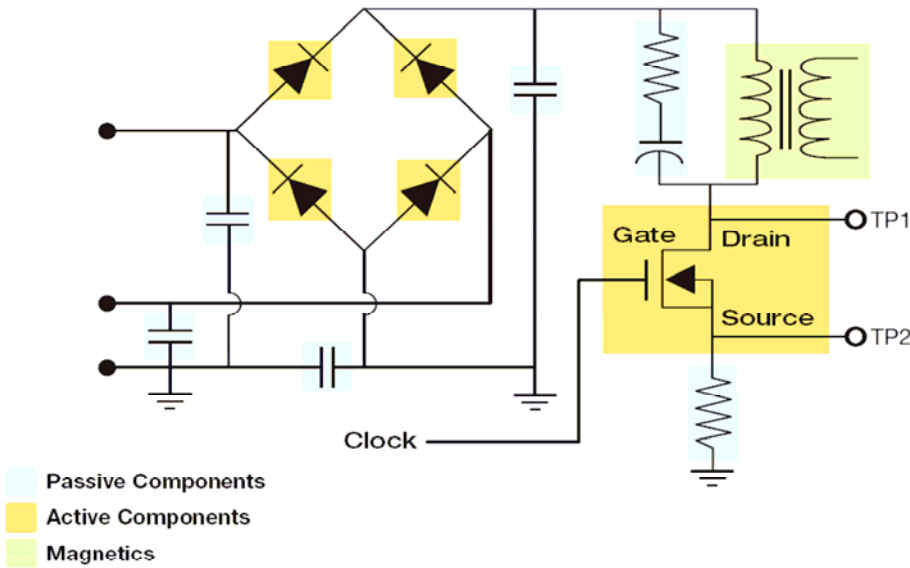
전압 및 전류 파형의 안전하고 정확한 프로빙

디지털 오실로스코프가 장착된 전원 계측을 만들기 위해서는 장치 전체에 걸친 전압과 전류를 계측해야 한다. 이러한 작업은 두 개의 독립적 프로브, 즉 전압 프로브(종종 고전압 차동 프로브)와 전류 프로브를 필요로 한다. 그림 1은 스위치 모드 전원 장치(SMPS)에서의 일반적인 계측 시나리오를 보여주고 있다. kHz에서 낮은 MHz까지 범위의 클럭에서 구동되는 MOS 전계 효과 트랜지스터(metal-oxide semiconductor field effect transistor, MOSFET)가 전류를 통제한다.

MOSFET을 통해 전류를 계측하는 것은 비교적 간단하며, TCP0030과 같은 몇 가지의 다른 Tektronix Hall 효과 전류 프로브를 사용하여 수행할 수 있다. 하지만 전압을 계측하는 것은 좀 더 어렵다. MOSFET은 AC 전원 접지 또는 회로 출력 접지에 연결되어 있지 않다. 따라서 프로브의 접지선을 임의의 MOSFET 단말기에 연결할 경우 오실로스코프를 통해 해당 접지점이 단락되므로 오실로스코프를 이용하여 간단한 그라운드 레퍼런스 전압 계측을 수행할 수는 없다.

MOSFET의 전압을 계측하는 가장 좋은 방법은 차동 계측을 수행하는 것이다. 차동 계측을 통해 MOSFET의 드레인 및 소스 단말기에 걸친 전압인 VDS(voltage drain-to-source)를 계측할 수 있다. VDS는 전원 장치의 범위에 따라 수십에서 수백 볼트에 달하는 전압에까지 이를 수 있다.

- ▶ 시중에 나와 있는 프로브 분리를 사용하여 오실로스코프의 새시 접지를 분리한다. 프로브의 접지선이 더 이상 접지 전위에 있지 않게 되며 프로브를 직접 테스트 지점에 연결할 수 있다. 프로브 분리는 효과적인 솔루션이지만 차동 프로브에 비해 보통 2~5배 비싸다는 단점이 있다.
- ▶ 순수 차동 프로브를 사용한다. 텍트로닉스 P5205와 같은 고압 차동 프로브를 이용하여 정확하고 안전하게 VDS를 계측할 수 있다.



▶ 그림1. 스위치 모드 전원 장치를 단순화한 모습

VDS를 계측하는 몇 가지 방법이 있다.

- ▶ 오실로스코프의 새시 접지를 플로팅시킨다. 이 방법은 사용자와 테스트 대상 장치 및 오실로스코프 모두에 위험한 방법이므로 실시해서는 안 된다.
- ▶ 서로의 접지선이 연결된 기존의 두 가지 수동 단일 종단 프로브와 오실로스코프의 채널 수식 기능을 사용한다. 이 계측 방법은 준차동 방식으로 알려져 있다. 그러나 수동 프로브와 오실로스코프의 증폭기를 함께 사용해도 모든 공통 모드 전압을 적절히 차단할 CMRR(Common Mode Rejection Ratio: 공통 모드 거부율)이 필요하다. 이러한 접근방식은 기존의 프로브를 사용할 수 있다는 점 때문에 바람직할 수도 있지만, 정확하게 전압을 계측하지는 못한다.

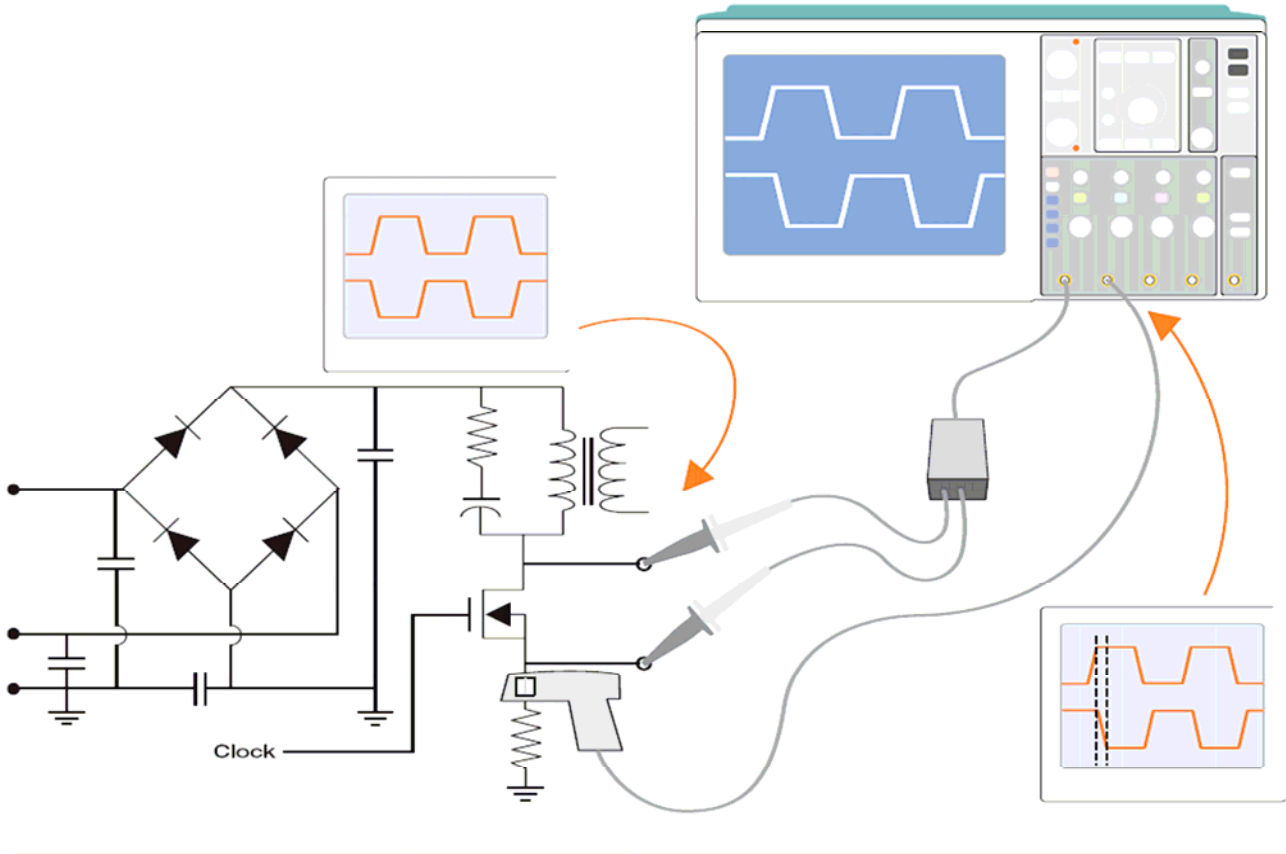
전압과 전류 프로브 사이의 스큐 제거

각각의 전압과 전류는 자신만의 고유한 전파 지연을 가지고 있다. 스큐라고 알려져 있는 전류 프로브와 전압 프로브 간의 지연 차이는 부정확한 진폭 및 타이밍 계측을 야기한다. 최대 피크 전원 및 영역 계측에서 프로브의 전파 지연 영향을 이해하는 것이 중요하다. 결국, 전원은 전압과 전류의 산물이다. 만일 두 개의 다중 변수가 완벽하게 정렬되지 않는다면 그 결과는 부정확할 것이다. 스위칭 손실과 같은 계측의 정확성은 프로브가 적절하게 "디스큐"되지 않을 때 저하된다.

전원 측정 개요

4000 시리즈 디지털 포스퍼 오실로스코프 사용

▶ 애플리케이션 노트

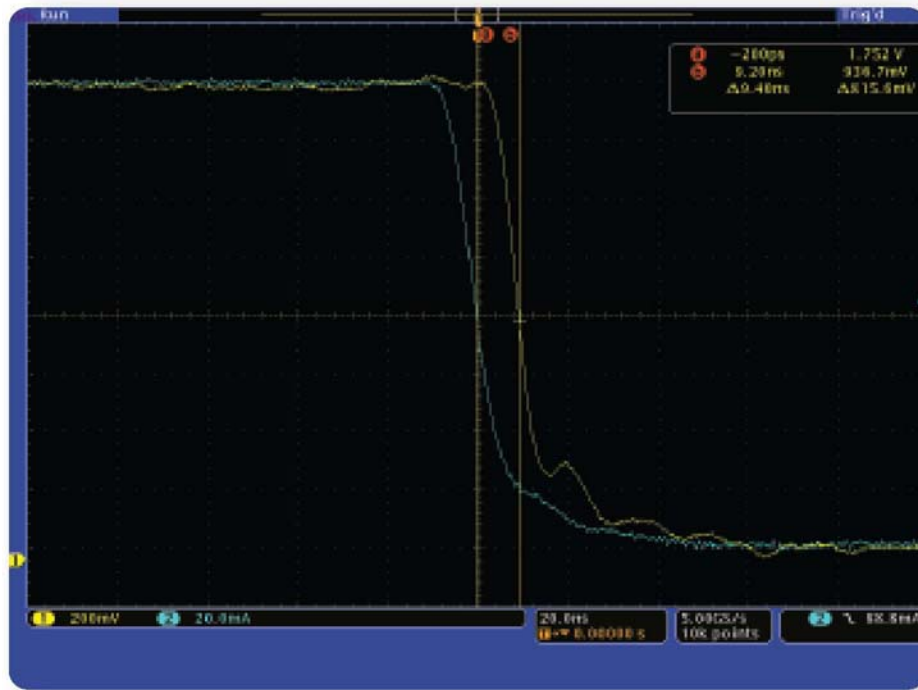


▶ 그림2. 전원 측정에서 전파 지연차(스큐)의 영향

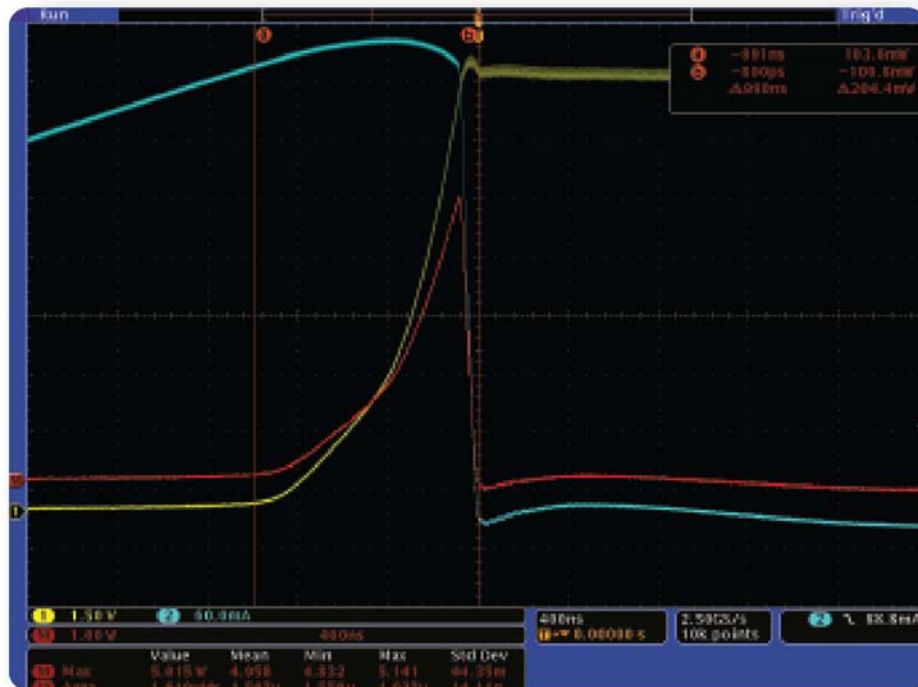
그림 2의 테스트 셋업은 프로브 팁(하부 추적 디스플레이)에서와 전파 지연(상부 디스플레이)이후의 오실로스코프 전면부에서 신호를 비교한 것이다. 그림 3부터 6은 실제 오실로스코프 화면으로, 프로브에서의 스큐 효과를 보여준다. DUT로의 연결은 텍트로닉스 P5205 1.3 kV 차동 프로브 및

TCP0030 30A AC/DC를 사용하여 이루어졌다.

"전압" 과 "전류" 신호는 교정 장치에서 제공한다. 그림 3은 전압과 전류 프로브 간의 스큐를 보여주며, 그림 4는 두 프로브를 처음 디스큐를 하지 않고 실시한 계측 결과를 보여준다.



▶ 그림 3. 전압과 전류 신호간의 9.4ns 스쿠

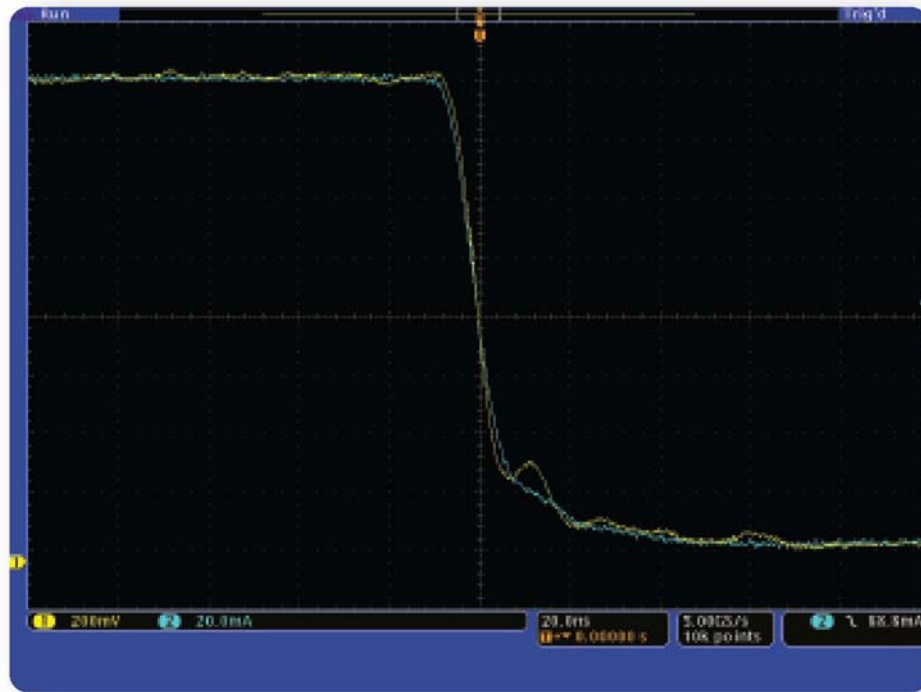


▶ 그림 4. 스쿠가 있는 경우, 전원 파형의 피크 진폭은 4.958W이며, 커서간의 에너지 손실은 1.597μJ이다.

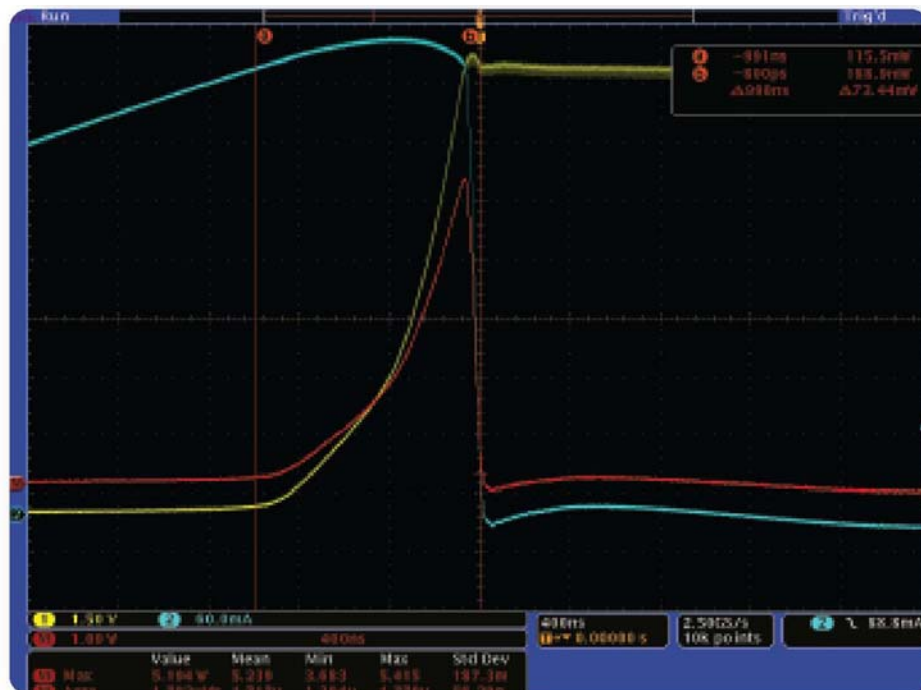
전원 측정 개요

4000 시리즈 디지털 포스퍼 오실로스코프 사용

▶ 애플리케이션 노트



▶ 그림 5. 디스크 프로세스 이후 정렬된 전압과 전류 신호



▶ 그림 6. 피크 진폭은 5.239W(5.6% 높음)로 상승했고, 커서간의 에너지 손실은 1.717μJ(7.5% 높음)까지 상승했다

그림 5는 프로브 디스큐의 효과를 보여준다. 두 참조 휘선은 겹쳐져 있으며, 지연이 균등화되었다는 것을 표시한다. 그림 6에서의 계측 결과는 적절한 디스큐의 중요성을 설명한다. 이 예는 전압과 전류 프로브간의 스큐가 6 ~ 8%의 계측 오류를 유발했음을 설명한다. 정확한 디스큐는 침투치 전원 손실 계측에서 에러를 감소시킨다.

프로브 오프셋 제거

차동 프로브는 약간의 전압 오프셋을 갖는 경향이 있다. 이는 정확성에 영향을 미칠 수 있으므로 계측 전에 제외되어야 한다. 대부분의 차동 전압 프로브는 내장형 DC 오프셋 조정 제어를 가지고 있는 데 이는 오프셋 제거를 비교적 간단한 절차로 만들어준다. 예열 기간을 가진 후 다음을 수행한다.

- ▶ 전압 파형의 평균값을 계측할 수 있도록 오실로스코프 설정한다.
- ▶ 실제 계측을 위해 사용될 수 있는 감도(수직) 세팅을 선택한다.
- ▶ 신호가 없는 상태에서 평균 수준을 0V로(또는 가능한 한 0V에 가장 가깝게) 조정한다.
- ▶ 마찬가지로, 계측 전 전류 프로브를 조정할 필요가 있는데, 소자(Degaussing)후 다음을 수행한다.
- ▶ 실제 계측에서 사용될 오실로스코프를 수직 감도에 설정한다.
- ▶ 신호가 없는 상태에서 전류 프로브를 닫는다.
- ▶ DC 균형을 0으로 조정한다.
- ▶ 평균값을 0 암페어 또는 그와 가장 가깝게 조정한다.

TekVPI가 지원되는 TCP0030과 같은 일부 프로브는 내장형 자동 소자(Degaussing)/자동 제로 절차를 가지고 있는데, 그것은 프로브 보상 회로함의 버튼을 누르는 것 정도로 단순하다.

전원 계측에서 레코드 길이의 역할

일정 기간 동안 이벤트를 캡처하는 오실로스코프의 능력은 사용되는 샘플 속도와 획득한 신호 샘플을 저장하는 메모리의 깊이(레코드 길이)에 달려 있다. 메모리는 샘플 속도에 정비례하여 축적된다. 신호의 상세한 고해상도 보기를 제공할 만큼 샘플 속도가 충분히 높게 설정될 때, 메모리는 빠르게 축적된다. 많은 전원 계측을 위해서는, 주사선 주파수 신호의 1/4 사이클 또는 1/2 사이클(90 또는 180도)를 캡처해야 한다. 심지어는 전체 주기를 필요로 하는 경우도 있다. 텍트로닉스 4000 시리즈 오실로스코프는 쉽게 1천만 포인트 레코드 길이 표준의 필요를 충족시킨다.

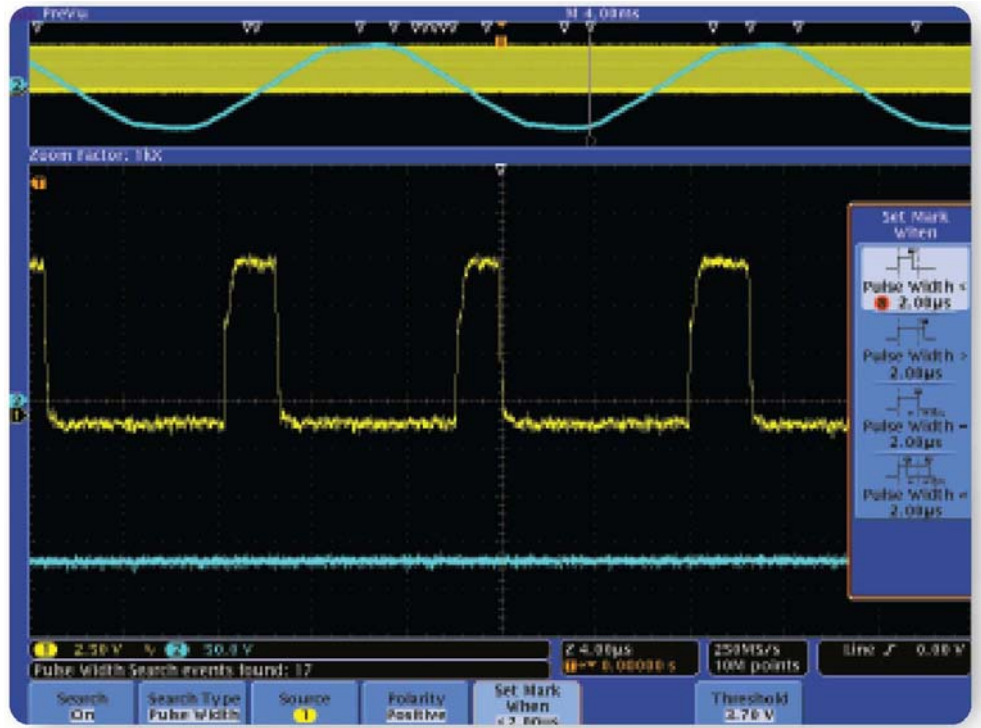
하지만 긴 레코드 길이보다 중요한 것은 그 데이터 모두를 이용할 수 있는 도구를 제공하는 것이다. 4000 시리즈 'Wave Inspector' 기능은 긴 레코드로 쉽게 작업할 수 있도록 디자인된 업계 최초의 세트 장비이다. 편리한 전면부 줌 및 팬 제어 기능으로 획득한 파형의 어떠한 지점에 대해서든 빠르게 검색이 가능하다. 파형 위에서 관심 있는 지점에 북마크를 지정하는 데는 전면부 표시 설정/지우기 버튼을 사용한 다음, 전면 패널의 이전(<-) 및 다음(>) 버튼을 사용하여 그 사이를 탐색한다. 마지막으로 강력한 찾기 기능은 긴 획득에 걸쳐 사용자가 지정한 기준이 발생할 때마다 찾아내고 표시한다.

전원 측정 개요

4000 시리즈 디지털 포스퍼 오실로스코프 사용

▶ 애플리케이션 노트

예를 들어, 그림 7에서 4ns 해상도를 가진 AC 전원의 두 사이클 동안 모든 게이트 드라이브 펄스를 캡처할 수 있도록 1천만 포인트 레코드 길이의 4000 시리즈를 사용했다. 윈도우 상단은 획득된 모든 것을 표시하며, 하단은 확대해서 본 획득 부분을 보여준다. 이러한 획득에는 약 4천 펄스가 들어 있다. 채널1에 임계치 3.7 볼트에서 폭이 2μs 미만인 양의 펄스와 같은 몇 개의 단순한 탐색 파라미터를 입력하면, Wave Inspector는 기준에 부합하는 17개의 펄스를 빠르게 찾아내어 격자의 상단에 흰색 삼각형으로 표시한다. 전면부 <이전> 및 <다음> 버튼을 이용하면 다시 한 이벤트에서 다음으로 빠르게 이동할 수 있다. 이 기능을 사용하지 않는다면 몇 시간이 소요됐을 일이 몇 초 만에 완료될 수 있다.



▶ 그림 7. 수천 번의 펄스를 포함하는 1천만 포인트 획득에서 17회의 폭 2.0 us 미만 펄스 발생을 찾기 위해 Wave Inspector 사용

기본 SMPS 계측 수행

스위치 모드 전원 공급장치(SMPS) 기본

가장 최신의 시스템들에서 주로 사용되는 DC 전원 장치 아키텍처는 바로 변화하는 부하를 효율적으로 처리하는 능력으로 유명한 SMPS(스위치 모드 전원 장치)이다. 일반적인 SMPS의 전원 "신호 경로"에는 수동, 능동 및 마그네틱 소자가 포함된다. SMPS는 레지스터, 선형 모드 트랜지스터와 같이 손실이 많은 소자의 사용을 최소화하며, 스위치 모드

트랜지스터, 캐패시터 및 마그네틱과 같이 손실이 없는 (이상적으로) 요소를 강조한다. SMPS 장치는 또한 펄스-폭-변조 조정기, 펄스-속도-변조 조정기, 그리고 피드백 루프와 같은 요소들로 구성된 제어 섹션을 포함한다. 제어 섹션은 자신만의 전원 장치를 가지고 있을 수도 있다. 그림 1은 능동, 수동 및 마그네틱 소자가 있는 전력 변환 섹션을 보여주는 단순화된 SMPS 회로도를 나타낸 것이다. SMPS 기술은 MOSFET과 IGBT(insulated gate bipolar transistors, 절연 게이트 바이폴러 트랜지스터)와 같은 전원 반도체 스위칭 장치에 의존한다.

이들 장치는 빠른 스위칭 시간을 제공하고 이상 전압 스파이크에 견딜 수 있다. 이와 똑같이 중요한 점은, 이 장치들이 On 또는 Off 상태에서 매우 적은 전력만을 소비하므로 발열량은 적으면서도 높은 효율을 달성한다는 것이다. 대부분의 경우 스위칭 장치가 SMPS의 전체 성능을 결정한다. 스위칭 장비에 대한 핵심 계측에는 스위칭 손실, 평균 전력 손실, 안전 작동 영역 및 기타 등이 있다.

기본 파라미터 계측

스위칭 장비의 전력 손실은 매우 중요하지만, 전원 장치 설계자들은 전원 장치 작동의 몇 가지 다른 측면에도 관심을 가지고 있다. 이들의 대부분은 예전부터 눈금을 세거나 스케일 인자를 곱하여 수행해오던 기본 진폭 또는 타이밍 계측이다. 현대식 오실로스코프는 여러 자동 계측을 제공하는데 이러한 기본 전원 장치 작동 파라미터를 계측하는 데 이러한 방법을 사용할 수 있다. 4000 시리즈는 다음과 같은 자동 계측을 포함한다.

- ▶ **진폭 계측:** 진폭, 높음, 낮음, 최대, 최소, RMS, 첨두치, 포지티브/네거티브 오버슈트, 평균, 사이클 평균, 사이클 RMS.
- ▶ **타이밍 계측:** 주기, 주파수, 상승/하강 시간, 포지티브/네거티브 듀티 사이클. 포지티브/네거티브 펄스 폭, 버스트 폭, 지연, 위상.
- ▶ **결합 계측:** 영역 및 사이클 영역

VRMS, 평균, 첨두치, 그리고 사이클 RMS 등과 같은 진폭 계측은 입력 및 출력 전압을 계측하는데 유용하다. 펄스 폭 및 주파수와 같은 타이밍 계측은 드라이브 신호 행동을 특성화하는 것을 도와주며, 결합 계측은 에너지 손실을 확인할 수 있도록 전력 파형 아래의 영역을 계산한다.

장기적 편차는 최소, 최대, 평균 및 일정 기간 동안의 계측 표준 편차 등을 보여주는 계측 통계에 의거해 결정할 수 있다.

순간 전력 계측

스위칭 트랜지스터에서 순간 전력 손실을 특징짓는 것은 거의 모든 전원 장치 설계 프로젝트의 일부분이다. 최악의 작동 스트레스 하에서도 비용을 절감할 수 있고 신뢰할 수 있는 구성 요소(그림 1에서의 전력 MOSFET과 같은)를 선택하는 것이 핵심이다. 텍트로닉스의 TekVPI 전류 및 전압 프로브 솔루션은 이러한 종류의 계측에 이상적이다. 또한, 안전한 계측 방법뿐만 아니라 매우 쉬운 디스큐도 제공한다.

TekVPI 프로브로, 전파 지연을 공장에서 계측하여 프로브의 내부 메모리에 저장한다. 다중 TekVPI 프로브가 4000 시리즈에 부착되어 있으면 전력 계측의 최대 정확도를 기할 수 있도록 적절한 디스큐 값을 설정한다. 비(非)TekVPI 프로브 역시 각 채널의 수직 메뉴에서 찾을 수 있는 디스큐 기능을 이용하여 수동으로 디스큐가 가능하다. TekVPI 인터페이스는 와트로 판독되는 수학적 파형뿐만 아니라 전압 및 전류 파형의 정확한 비율과 단위를 자동으로 제공함으로써 전력 계측을 더욱 단순화한다. 4000 시리즈를 통해 순간 전력 계측을 몇 단계로 간단히 수행할 수 있다.

- ▶ 프로브 연결
- ▶ 파형을 볼 수 있도록 만드는 수직, 수평 및 트리거 설정을 스코프에서 자동으로 조정하도록 자동설정을 누름
- ▶ 수학적 파형을 Ch1 * Ch2로 정의
- ▶ 커브 (에너지) 아래 영역을 계측하기 위해 영역 계측을 선택

전원 측정 개요

4000 시리즈 디지털 포스퍼 오실로스코프 사용

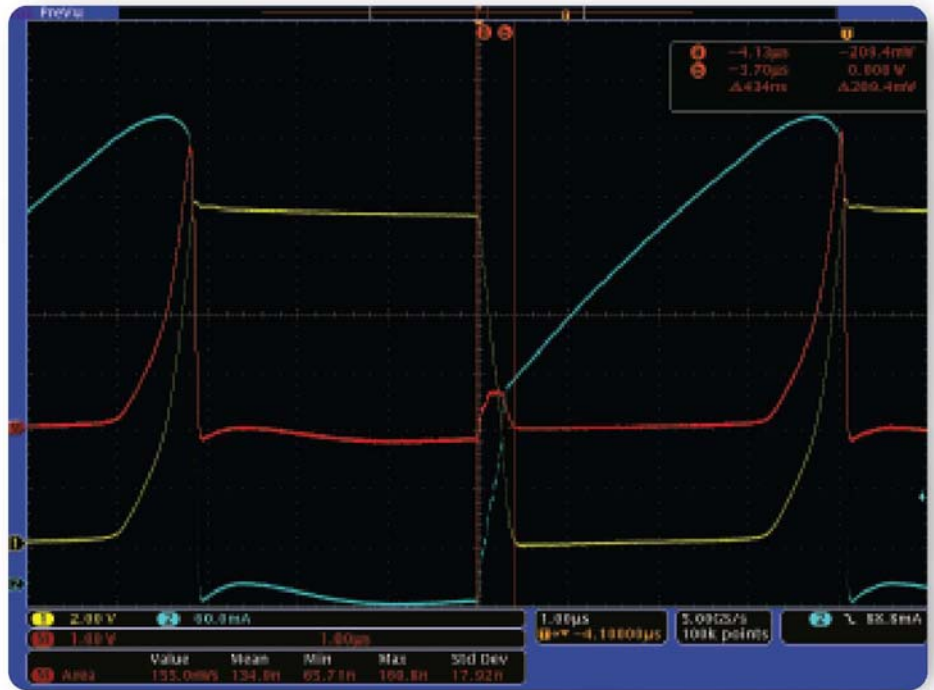
▶ 애플리케이션 노트

커서 판독은 순간 전력을 표시한다. 계측 게이팅을 이용하여 영역 계측을 특정 지역으로만 제한함으로써 그림 8과 9에 나타난 것처럼 MOSFET 켜기(Ton) 및 끄기(Toff) 횟수와 관련된 전력 손실을 살펴볼 수 있다.

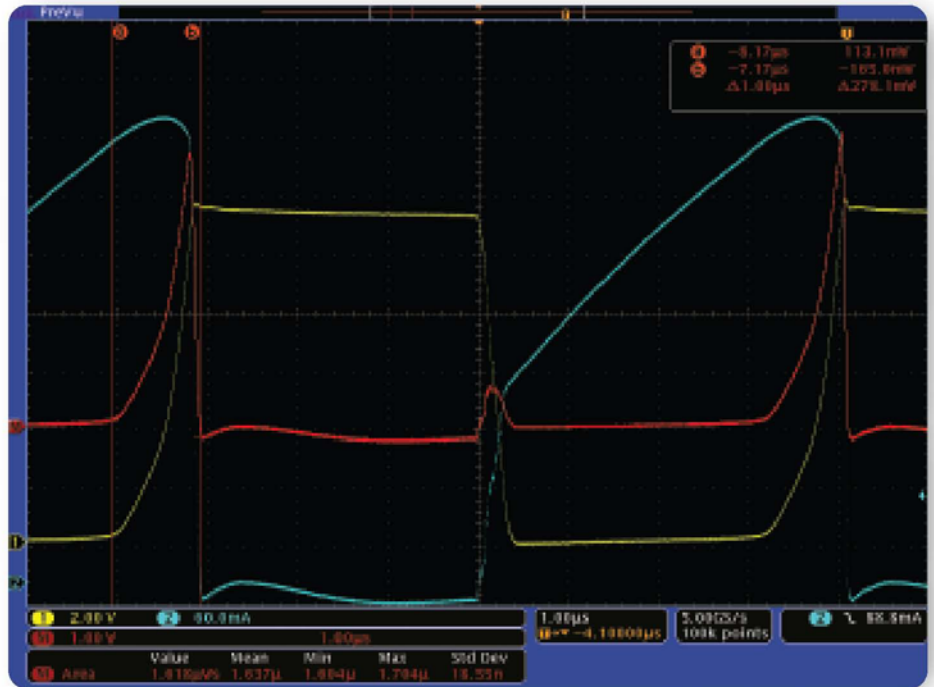
안전 작동 영역

트랜지스터의 안전 작동 영역(SOA)은 장비가 자가 훼손 없이 작동될 수 있는 조건(특히 주어진 전압에서 어느 정도의 전류가 트랜지스터를 지날 수 있는지와 같은)을 정의한다. 이러한 한계를 초과하면 트랜지스터가 고장이 날 수 있다. SOA는 최대 전압, 최대 전류, 전력, 평균 접합 온도, 부차적 정전 등과 같은 장비의 기타 제한을 담고 있다.

스위칭 장비 제조업체의 데이터 시트는 스위칭 장비에 대한 특정 제약 사항을 요약하고 있는데, 그 목적은 전원 장치가 반드시 최종 사용자 환경에 대처할 수 있는 작동 경계를 스위칭 장비가 허용하도록 보장하는 것이다. SOA 테스트 변수는 다양한 부하 시나리오, 작동 기온 편차, 고/저 라인 입력 전압 및 기타 등을 포함할 수도 있다. 그림 10에 나온 것처럼 4000 시리즈를 사용하여 XY 디스플레이 모드로 전압 대비 전류를 구성하여 SOA를 볼 수 있다.



▶ 그림 8. 155µJ의 Ton 전력 손실 계측



▶ 그림 9. Toff 계측- 평균 에너지 손실 1.618µJ

라인 고조파 계측

스위칭 전원 장치는 전원 그리드로 다시 돌아갈 수 있는 홀수 차수의 고조파를 주로 생성시키는 경향이 있다. 그 영향은 누적되는데, 더 많은 수의 스위칭 장치가 그리드에 연결됨에 따라(예를 들어, 사무실에서 데스크톱 컴퓨터 수가 증가) 그리드로 회귀하는 고조파 왜곡의 전체 비율이 증가할 수 있다. 이러한 왜곡은 전원 그리드의 전선과 변압기에서 열 상승을 야기하기 때문에 고조파를 최소화할 필요가 있다. IEC61000-3-2와 같은 표준 규정은 특정 비선형 부하로부터의 전력 품질을 감시하도록 정해진 것이다.



▶ **그림 10.** SMPS에서 *Toff* 트랜지션의 SOA 플롯. 플롯은 스위칭 장비 제조업체에서 공개하는 데이터와 비교될 수 있다.

표준 고속 푸리에 변환(FFT) 특성을 가지고 있는 4000 시리즈는 고조파 분석을 위한 탁월한 도구이다. FFT 기능이 있는 오실로스코프는 특화된 고조파 분석기를 구입하는 것보다 훨씬 경제적이며, 다른 작업도 할 수 있는 익숙한 계측기를 사용할 수 있도록 해준다. 4000 시리즈는 FFT를 사용하여 스펙트럼 분석 스타일의 신호 주파수 소자 디스플레이를 제공한다. 신호 파형과 그의 주파수 영역 등가를 동시에 표시하는 것이 가능할 뿐만 아니라 도움이 된다. 4000 시리즈 FFT는 MATH 버튼 메뉴 아래에 있는 FFT용 메뉴로 쉽게 제어할 수 있다. FFT는 능동 신호나 저장 파형에 대해서 수행될 수 있다.

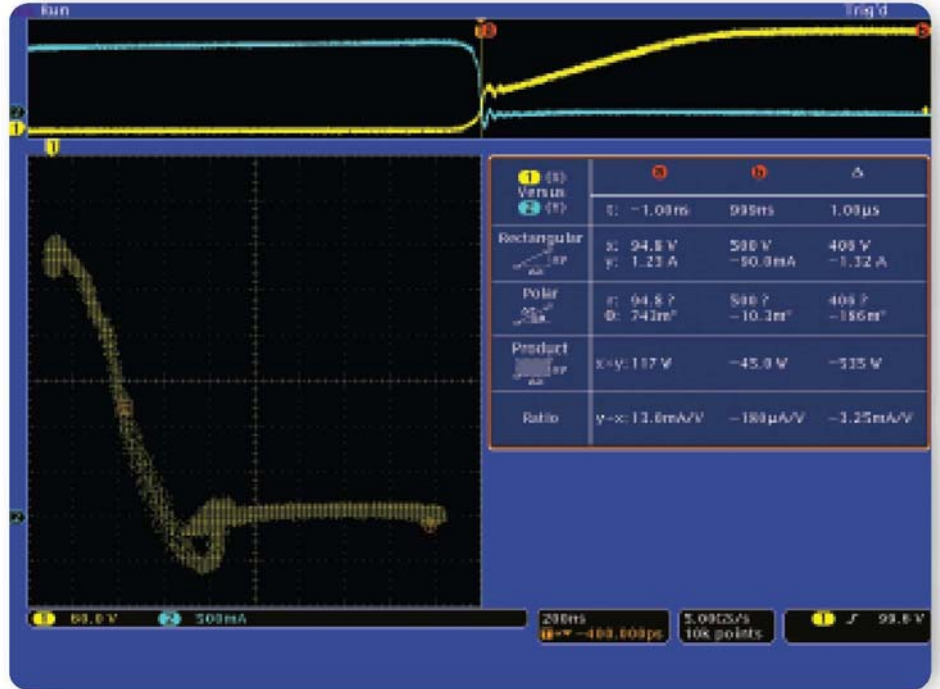
그 절차는 일반 파형 계측보다 어렵지 않다. 이 경우에서 신호는 반복적이고 주기적인 파형(일종의 과도와 반대되는)이기 때문에, 그것을 일으키고 표시하는 것은 간단하다. 알맞은 주파수 해상도를 얻기 위해서는 최소 5 사이클은 표시되어야 하며, 수직 스케일은 신호가 디스플레이상의 수직 눈금을 가능한 한 많이 차지하도록 설정되어야 한다. 사용자가 구성하는 파라미터에는 수직 스케일과 FFT 윈도우 포맷이 포함된다. 직사각형, 해밍(Hamming), 해닝(Hanning), 그리고 블랙맨-해리스(Blackman-Harris) 윈도우 등이 시판되고 있으며, 각각의 제품은 신호의 특정 종류에 알맞도록 만들어져 있다. 이 예에서와 같은 주기적인 반복 신호의 경우는 해밍 윈도우가 가장 적합하다. FFT 디스플레이를 위한 수직 스케일은 선형 또는 로그함수이다.

전원 측정 개요

4000 시리즈 디지털 포스퍼 오실로스코프 사용

▶ 애플리케이션 노트

그림 11은 전원 장치의 부하 전류에 대한 고조파 분석 결과를 보여준다. 커서는 개별 주파수 소자의 진폭 또는 주파수를 계측하는데 사용된다. 전력 품질 규제에 대한 준수 증거는 많은 전원 장치 설계 프로젝트의 중요한 부분이다. 이러한 노력을 지원하기 위해 4000 시리즈는 전 범위의 저장 및 인쇄 기능을 제공한다. 전용 HARD COPY 버튼을 눌러 스크린 이미지를 연결된 스코프의 USB 포트에 연결된 프린터로 보내거나, 이미지를 USB 저장 장치 또는 CompactFlash 카드에 다양한 형식으로 저장할 수도 있다.



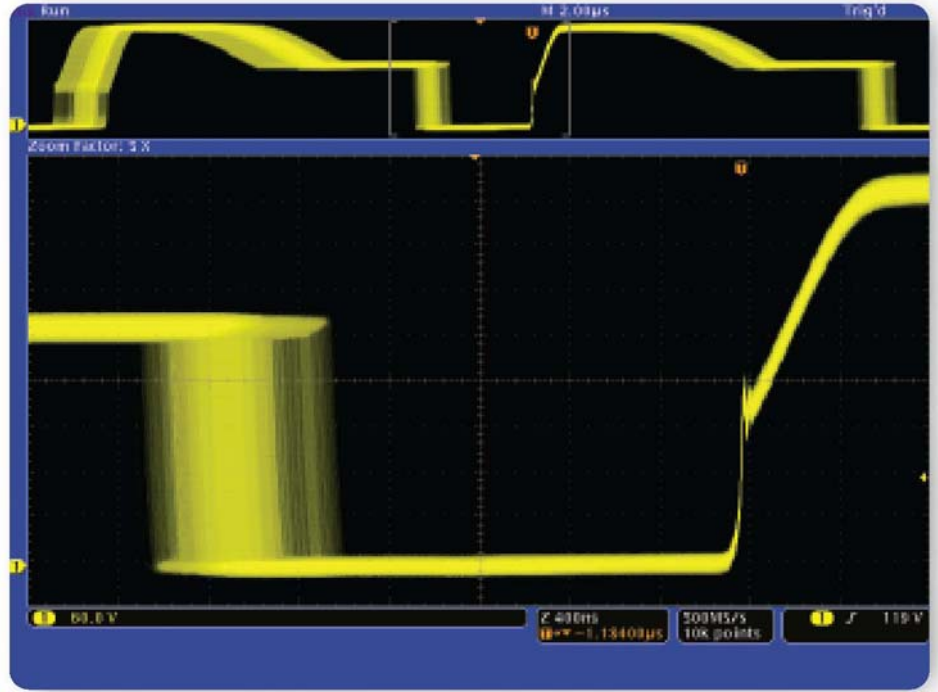
▶ 그림 11. 커서를 사용하여 200W 전원장치의 3번째(180 Hz) 및 5번째(300 Hz) 고조파의 진폭을 계측

전원 장치 문제 해결

디지털화된 오실로스코프는 전력 계측분야에서 일반적이기는 하지만, 4000 시리즈의 디지털 포스퍼 획득 기술은 문제 해결 시에 특히 스위칭 전원 장치에서의 과도한 변조 효과를 찾아낼 때 커다란 차이를 만든다. 4000 시리즈는 일반적인 디지털 저장 오실로스코프(DSO)보다 몇 배 높은 파형 캡처 속도를 자랑한다. 이를 통해 변조 효과를 조사할 때 두 가지 이점을 제공한다. 첫째, 오실로스코프가 훨씬 오랜 시간 동안 동적이며,

디스플레이를 위해 파형을 처리하는 데 드는 시간은 훨씬 짧아진다. 그러므로 오실로스코프가 변조를 캡처할 수 있는 가능성이 수 백배나 높다. 둘째, 디지털 포스퍼 디스플레이를 통해 실시간으로 변조된 파형을 보는 일이 더욱 쉬워진다. 4000의 디스플레이는 아날로그 스코프와 거의 마찬가지로 신호 추적이 가장 빈번한 부분을 명암을 진하게 만든다. 변조 부분은 지속적으로 반복되는 주요 파형보다 흐리다.

4000 시리즈의 변조 효과를 보는 것은 간단하다. 그림 12는 전원 장치상의 전류 모드 제어 루프의 결과를 제어하는 변조된 신호를 보여준다. 변조는 루프를 제어하는 피드백 시스템에서 중요하다. 하지만 지나친 변조는 루프를 불안정하게 만들 수도 있다. 변조가 덜 빈번한 지역에서 파형이 흐리다는 것을 유념해야 한다. 4000 시리즈를 사용한 과도 캡처 역시 간단한데, 이 시리즈의 에지 트리거 기능이 기울기, 레벨, 커플링 및 트리거 지연을 설정하는데 필요한 유연성을 제공한다. 테스트 중인 전원 장치가 이미 시스템에 통합되어 있는 경우, 시스템 어딘가의 “문제” 신호를 트리거하거나, 동시에 과도의 발생 여부를 확인할 수 있도록 전원 장치의 테스트 포인트를 모니터링하는 것이 바람직할 수 있다.



▶ 그림 12. 전원 장치 제어 루프에 대한 변조 효과

물론, 전원 장치의 DC 출력은 명확하고 과도가 없어야 한다. 4000 시리즈의 ROLL 모드는 피크 탐지 기능과 결합하여 느린 신호 또는 DC 레벨에서의 이상을 확인하는 데 최고의 도구이다. 롤 모드는 스트립 차트 레코더(strip chart recorder)와 거의 비슷하게 단순히 트레이스를 오른쪽에서 왼쪽으로 천천히 스크롤한다. 롤 모드는 매우 느린 스윙 속도에서도 분명하고 밝은 트레이스를 만들어 낸다. 피크 탐지기는 매우 느린 스윙 속도에서도 오실로스코프가 1ns만큼 얇은 글리치도 잡아낼 수 있도록 해준다.

이 두 가지 특징이 결합되어 즉시 과도를 밝혀낼 수 있는 안정적이고 명료한 트레이스를 만들어낸다.

결론

전력 계측은 이제 더 이상 전력 미터 및 고조파 분석기와 같은 전용 도구의 영역이 아니다. 다양한 전압 및 전류 프로브가 장착된 4000 시리즈 디지털 포스퍼 오실로스코프는 현대적 스위치 모드 전원 장치에 간단하고 안전한 계측 및 디버깅 솔루션을 제공한다.

Probing Solutions for Power

Differential and Current Probes

The 4000 Series oscilloscopes come equipped with the Tektronix Versatile Probe Interface (VPI). TekVPI probes are versatile, feature-rich and easy-to-use.

TekVPI High Voltage Differential Probes

TDP1000 and TDP0500

- ▶ Offers GHz performance to analyze Switch Mode Power Supply (SMPS) designs.
- ▶ Versatile device under test (DUT) connectivity and ease-of-use.



TekVPI Current Probes

TCP0030 and TCP0150

- ▶ Exceptional bandwidth (DC to 120 MHz) and broad dynamic range (milli-Amps to hundreds of Amps).
- ▶ Split core construction makes it easier and quicker to connect to the device under test (DUT).



Probes

High Voltage and Current Probes

For higher current and voltage measurements, the following TekConnect probes may be used on the 4000 Series oscilloscopes with a TPA-BNC adapter.

High Voltage Differential Probes

P5205 - Measures up to 1000 VRMS CAT II

P5210 - Measures up to 4400 VRMS

- ▶ Safely make measurements of floating or elevated circuits with the oscilloscope grounded.
- ▶ Wide dynamic voltage range from milli-Volts to kilo-Volts.



Current Probes

TCPA300 with TCP303/TCP305/TCP312 and TCP202

- ▶ Transformer and Hall effect technology enhance AC/DC measurement capabilities.
- ▶ Wide dynamic current range from milli-Amps to kilo-Amps.



Probes

Contact Tektronix:

ASEAN / Australasia (65) 6356 3900

Austria +41 52 675 3777

Balkan, Israel, South Africa and other ISE Countries +41 52 675 3777

Belgium 07 81 60166

Brazil & South America (11) 40669400

Canada 1 (800) 661-5625

Central East Europe, Ukraine and the Baltics +41 52 675 3777

Central Europe & Greece +41 52 675 3777

Denmark +45 80 88 1401

Finland +41 52 675 3777

France +33 (0) 1 69 86 81 81

Germany +49 (221) 94 77 400

Hong Kong (852) 2585-6688

India (91) 80-22275577

Italy +39 (02) 25086 1

Japan 81 (3) 6714-3010

Luxembourg +44 (0) 1344 392400

Mexico, Central America & Caribbean 52 (55) 5424700

Middle East, Asia and North Africa +41 52 675 3777

The Netherlands 090 02 021797

Norway 800 16098

People's Republic of China 86 (10) 6235 1230

Poland +41 52 675 3777

Portugal 80 08 12370

Republic of Korea 82 (2) 6917-5000

Russia & CIS +7 (495) 7484900

South Africa +27 11 206 8360

Spain (+34) 901 988 054

Sweden 020 08 80371

Switzerland +41 52 675 3777

Taiwan 886 (2) 2722-9622

United Kingdom & Eire +44 (0) 1344 392400

USA 1 (800) 426-2200

For other areas contact Tektronix, Inc. at: 1 (503) 627-7111

Updated 01 June 2007

For Further Information

Tektronix maintains a comprehensive, constantly expanding collection of application notes, technical briefs and other resources to help engineers working on the cutting edge of technology. Please visit www.tektronix.com



Copyright © 2007, Tektronix. All rights reserved. Tektronix products are covered by U.S. and foreign patents, issued and pending. Information in this publication supersedes that in all previously published material. Specification and price change privileges reserved. TEKTRONIX and TEK are registered trademarks of Tektronix, Inc. All other trade names referenced are the service marks, trademarks or registered trademarks of their respective companies.

08/07 DM

3GK-21141-0

Tektronix
Enabling Innovation