

신속, 정확하고 저렴하게 플로팅 측정을 수행하는 새로운 방법



Tektronix IsolatedChannel™ 기술

측정 점이 모두 접지 전위에 있지 않을 경우 엔지니어와 기술자는 “플로팅” 측정을 종종 수행해야 합니다. 이러한 측정을 주로 차동 측정이라고 합니다. “신호 동상”은 어스에서 수백 볼트까지 올라갈 수 있습니다.

뿐만 아니라 대부분의 차동 측정에서 낮은 레벨의 차동 신호를 높이기 위해 높은 동상 모드 신호*1를 거부해야 합니다. 또한 필요 없는 접지 전류는 번거로운 혼잡과 접지 루프를 추가합니다. 사용자는 이러한 문제를 해결하기 위해 위험성이 있는 측정 기술을 지나치게 자주 사용합니다.

TPS2000 시리즈 오실로스코프는 혁신적인 IsolatedChannel 기술을 사용하여 세계 최초로 4개의 절연 채널 및 배터리 작동 오실로스코프를 제공함으로써 엔지니어와 기술자가 사용자의 안전을 최우선으로 하여 설계한 다중 채널 절연 측정을 신속, 정확하고 저렴하게—수행할 수 있도록 합니다.

*1 “동상 모드 신호”는 회로의 두 점에 있는 신호로 정의됩니다. 일반적으로 접지를 기준으로 하기 때문에 진폭, 주파수 및 위상이 동일합니다. 두 점 사이에 플로팅 측정을 수행하려면 차동 신호가 표시될 수 있도록 “동상 모드 신호”를 거부해야 합니다.

오실로스코프 플로팅:정의

접지 기준 오실로스코프를 “플로팅”하는 것은 접지 시스템을 무효화하거나 절연 변환기를 사용하여— 어스로부터 “신호 동상”의 연결을 끊는 오실로스코프 보호 접지 시스템을 무효화하는 기술입니다.이 기술을 사용하면 새시, 캐비닛, 커넥터 등 장비의 접근 가능한 부품에서 가능한 프로브 접지 리드 연결 지점을 가정할 수 있습니다.이 기술은 오실로스코프에서 높아진 전압으로 인한 운영자에 대한 충격 위험뿐만 아니라 오실로스코프의 전력 변환기 절연체에 누적된 압력으로 인한 위험도 내포합니다.이 압력으로 인해 즉각적인 오류가 발생하지는 않겠지만, 이는 장래에 오실로스코프를 적절히 접지 작동으로 되돌린 이후에라도 위험한 오류 (충격 및 화재 위험)를 발생시킬 수 있습니다.

접지 기준 오실로스코프의 플로팅이 위험할 뿐만 아니라 종종 부정확하게 측정되기도 합니다.이러한 잠재적인 부정확성은 접지 리드가 연결된 지점에서 테스트 중인 회로에 직접 연결된 오실로스코프 새시의 총 커패시턴스로 인해 발생합니다.

신속, 정확하고 저렴한 플로팅 측정 방법

플로팅 측정이 가능한 몇 가지 제품이 있지만 필요한 다양성, 정확성 또는 적절한 비용을 충족시키지 못할 수 있습니다.또한 정확하게 플로팅 또는 차동 측정을 수행하기에 적합한 제품을 선택할 때는 다음 4가지 주요 측정 고려 사항을 염두에 두어야 합니다.

1. 차동 측정 범위
2. 동상 모드 측정 범위
3. 프로브의 로드 특성균형이 맞는지 여부
4. 측정 주파수 범위에 대한 CMRR(동상 모드 제거 비율)

작업 영역 관리 및 안전

⚠ 이 기술 문서의 주제는 부동 측정이며, 진행하기 전에 일부 용어 정의 및 일반 예방책을 이해해야 합니다.일반적으로 부동 측정은 여러 가지 방식으로 오실로스코프의 내장 안전 기준 기능이나 측정 장비를 의도적으로 해제하여 수행되었습니다.

이는 안전하지 않으며 위험한 방식이므로 수행해서는 안 됩니다.

대신, 이 기술 문서에서는 표준 안전 방식 및 예방책을 준수하는 경우 안전하게 측정을 수행할 수 있는 장비, 액세스리 및 방법을 설명합니다.

⚠ 높은 전압과 높은 전류 전력이 생성되어 위험할 수 있는 장비나 회로에서 측정을 수행할 때 측정 기술자는 항상 노출된 회로, 버스 막대 등을 “활성”일 수 있는 상태로 취급해야 합니다.회로의 전원이 차단되었거나 연결이 끊어진 경우에도 마찬가지입니다.프로브나 테스트 리드를 연결/연결 해제할 때 특히 여기에 주의해야 합니다.

일반 오실로스코프

일반 오실로스코프는 접지 기준 측정만을 수행하도록 제한되어 있습니다. 그 이유는 다음과 같습니다.

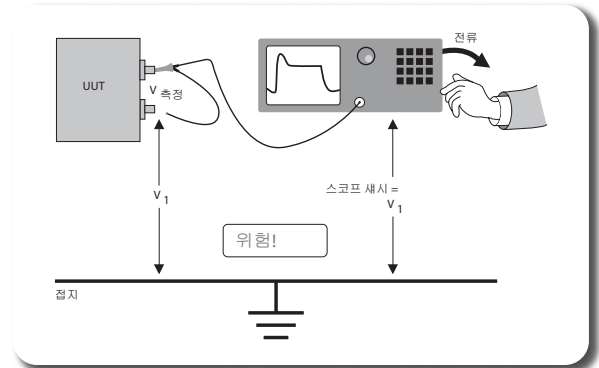
대부분의 오실로스코프에는 일반적으로 “접지”라고 하는 보호 접지 시스템에 “신호 동상” 단자가 연결되어 있습니다. 이로써 모든 신호가 동상 연결 지점이 있는 오실로스코프에 적용되거나 오실로스코프에서 공급됩니다. 이 동상 연결 지점은 대개 오실로스코프 새시이며 AC 전원 장비용 전원 코드에서 세 번째 와이어 접지에 의해 0볼트 또는 0볼트에 가깝게 유지됩니다. 또한 이는 극히 일부를 제외하고 거의 모든 측정이 접지를 기준으로 수행되어야 함을 의미합니다.

이로써 최소한 단일 측정에서는 일반 오실로스코프가 모두 접지에 있지 않은 두 지점 간의 잠재적 차이를 측정하는 데 사용되는 것이 제한됩니다. 일반적이지만 위험한 방법은 오실로스코프의 AC 주 전원 코드 접지의 연결을 끊고 프로브 접지 리드를 테스트 포인트 중 하나에 연결하는 것입니다. 이 측정 방법은 위험하므로 사용하지 않는 것이 좋습니다. 공공로에서도, 이 방법은 장비 새시를 밀기 때문에 프로브 접지 리드가 연결된 테스트 포인트와 같은 전압에서 더 이상 접지에 닿지 않습니다. 이 장비를 접하는 사용자는 접지에 가장 짧은 경로가 됩니다. 그림 1은 이와 같은 위험한 상황을 보여줍니다. V_1 은 실제 접지 위의 “오프셋” 전압이며, $V_{\text{측정}}$ 은 측정할 전압입니다. UUT(Unit-Under-Test)에 따라, V_1 은 수백 볼트일 수도 있으며 $V_{\text{측정}}$ 은 볼트의 일부일 수 있습니다.

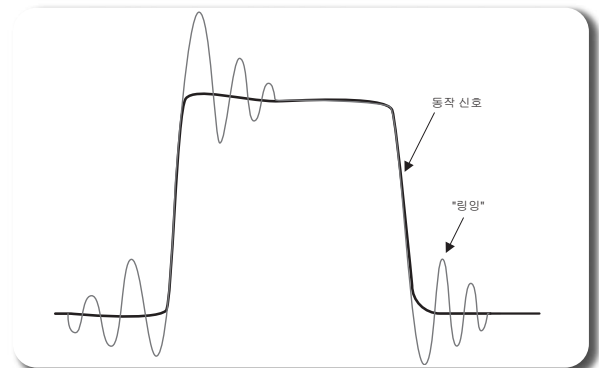
이러한 방법으로 새시 접지를 플로팅하면 사용자, UUT 및 장비에 위험을 초래하게 됩니다. 뿐만 아니라, 이는 산업 보건 및 안전 규정에 위반되며 잘못된 측정 결과를 가져옵니다. 더욱이 접지 위에 플로팅될 경우 라인 가동 장비는 상당한 와류 커패시턴스를 나타냅니다. 결과적으로 그림 2와 같이 링잉에 의해 플로팅 측정이 손상됩니다.

표준 전원 코드를 사용하여 AC 라인 전원에서 가동되는 경우 TDS3000B 시리즈 오실로스코프와 같은 배터리 가동 오실로스코프는 일반 오실로스코프와 같은 한계를 나타냅니다. 그러나 오실로스코프 측정을 수행할 때 AC 전원을 항상 사용할 수 있는 것은 아닙니다. TDS3000B 시리즈 오실로스코프의 경우 옵션 배터리 팩(TDS3BATB)을 사용하면 AC 전원 없이도 오실로스코프를 작동할 수 있습니다. 그러나 최대 $30V_{\text{RMS}}$ 까지의 안전한 플로팅 측정만 가능합니다.

일반 오실로스코프는 플로팅 측정 기능은 없지만 성능(대역폭, 다양성)을 강조합니다.



▶ 그림 1: 오실로스코프 새시에서 위험 전압이 발생하는 플로팅 측정입니다. V_1 은 수백 볼트일 수 있습니다!



▶ 그림 2: 와류 인덕턴스 및 커패시턴스로 인해 발생한 링잉은 신호를 왜곡하고 측정을 무효화합니다.

차동 또는 절연 프로브

차동 또는 절연 프로브는 안전하고 신뢰할 수 있는 방법으로 접지 오실로스코프를 조정하여 플로팅 측정을 수행할 수 있게 합니다. 두 프로브 접촉 지점은 접지에 있지 않아도 되며 프로브 시스템은 전체적으로 오실로스코프의 새시 접지로부터 절연됩니다.

차동 프로브는 DUT(Device-Under-Test)에 균형 조정된 임피던스 로드를 제공합니다. 그러나 이러한 프로브는 측정 장치에

비용과 복잡성을 더해줍니다. 또한 독립 전원 공급이 필요할 수 있으며 게인 및 오프셋 지수는 모든 측정값으로 인수 분해해야 합니다. 차동 프로브가 장착된 오실로스코프는 성능과 안전성(대역폭, 절연)에서 뛰어나지만 이동성이나 비용과 같은 형태 요소 이점은 적습니다.

프로브 팁에서 시작되는 신호 충실도

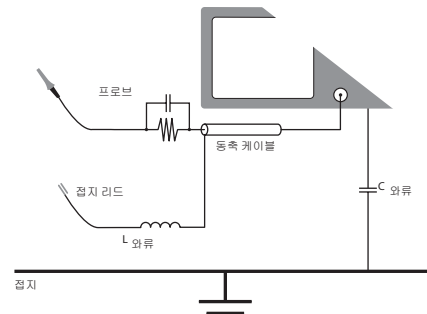
오실로스코프는 전치 증폭기, 획득/측정 회로, 디스플레이 및 프로브로 구성되는 실제 측정 시스템입니다. 가끔 프로브의 역할이 간과되는 경우가 있습니다. 그러나, 잘못된 프로브나 프로브 기술은 측정 결과에 영향을 미칠 수 있습니다. 장비의 대역폭 및 임피던스에 맞는 호환 프로브를 사용하는 것은 필수적입니다.

이에 대한 이해가 부족한 경우 기준 리드 인덕턴스의 영향을 받게 됩니다. 리드 길이가 길어질수록 와류 인덕턴스는 증가합니다(그림 A의 $L_{\text{parasitic}}$). $L_{\text{parasitic}}$ 은 오실로스코프의 내재 와류 커패시턴스($C_{\text{parasitic}}$)로 공명 LC 회로를 형성합니다. $L_{\text{parasitic}}$ 이 증가할수록 공명 주파수는 감소하므로, 측정된 신호를 간섭하는 “링잉”이 발생합니다. 즉, 동상 리드는 테스트 중인 회로의 물리적 제한 사항이 허용하는 한도 내에서 최대한 짧아야 합니다.

커패시턴스 측면에서(절연된 경우에도) 배터리 전원 공급 오실로스코프는 접지에 대해 커패시턴스를 나타냅니다. 그림 A에서 $C_{\text{parasitic}}$ 은 절연된 접지 하우징을 통한 접지 기준에서 접지까지의 오실로스코프 와류 커패시턴스를 설명합니다. 와류 인덕턴스와 마찬가지로, LC 회로의 공명 주파수를 최대치로 유지하기 위해 $C_{\text{parasitic}}$ 은 최소

로 유지해야 합니다. $C_{\text{parasitic}}$ 값이 크면 테스트 주파수 범위 내에서 링잉이 발생하여 측정을 수행하기가 어려울 수 있습니다.

장비의 접지에 대한 와류 커패시턴스는 내부 디자인에 따라 달라집니다. 물리적 환경에 의해 링잉이 발생할 수도 있습니다. 측정 중에 장비를 잡거나 오염이 심한 표면 위에 놓으면 $C_{\text{parasitic}}$ 이 높아져 링잉이 발생하게 됩니다. 매우 민감한 측정의 경우에는 오실로스코프를 공중에 띄워 놓고 측정해야 할 수도 있습니다.



▶ **그림 A:** 와류 인덕턴스 및 커패시턴스는 측정 품질에 영향을 줄 수 있습니다.

신속, 정확하고 저렴하게 플로팅 측정을 수행하는 새로운 방법

오늘날 넓은 대역폭 오실로스코프 시스템에서 절연할 때 가장 일반적으로 사용되는 방법은 입력 신호가 저주파수와 고주파수의 두 가지 신호로 나뉘는 2-경로 접근 방법입니다. 이 방법을 사용하려면 각 입력 채널에 대해 값비싼 광결합기 및 광대역 선형 변환기가 필요합니다.

TPS2000 시리즈는 혁신적인 IsolatedChannel 기술을 사용하므로 2-경로 방법을 사용할 필요가 없으며 DC에서 오실로스코프의 대역폭까지 각 입력 채널에 대해 하나의 광대역 신호 경로만 사용합니다.—이 기술은 현재 특허 출원 중이며 Tektronix는 이 기술을 사용하여 세계 최초로 4-입력 IsolatedChannel을 제공합니다. 이 IsolatedChannel은 8시간 동안 배터리로 연속 가동되는 저렴한 배터리 가동 오실로스코프입니다. TPS2000 시리즈 오실로스코프는 4-채널 절연 측정을 해야 하고 저렴한 배터리 가동 오실로스코프의 성능 및 사용 편의성을 필요로 하는 엔지니어와 기술자에게 가장 적합합니다.

TPS2000 시리즈의 4가지 IsolatedChannel 입력 아키텍처를 통해 외부 트리거 입력을 포함하여 “포지티브” 입력 및 “네

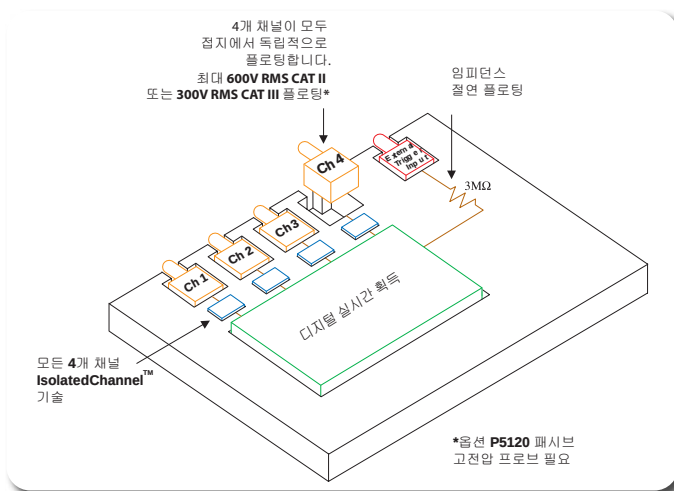
거티브 기준” 리드에 대해 실제로 완전한 채널 간 절연이 가능합니다. 그림 3은 IsolatedChannel 개념을 보여줍니다.

가장 필요한 플로팅 측정 요구 사항은 모터 컨트롤러, 무정전 전원 공급 장치, 산업 장비 등의 전력 제어 회로에서 찾을 수 있습니다. 이러한 응용 분야에서 전압 및 전류는 사용자와 테스트 장비를 위협할 정도로 클 수 있습니다.

IsolatedChannel 기술은 고도로 정확한 측정에 적합한 솔루션이며 사용자의 안전을 최우선으로 하여 설계되었습니다.*2 TPS2000 오실로스코프는 대량의 동상 모드 신호가 있을 경우에 적합한 솔루션입니다. 진정한 채널 간 절연은 와류 효과를 최소화하며 주요 측정 시스템이 작으면 환경과의 상호 작용이 적어지는 경향이 있습니다. 적절히 절연된 배터리 가동 장비는 접지와 관련이 없습니다. 각 프로브에는 고정 접지 리드가 아닌, 장비의 새시로부터 절연된 “네거티브 기준” 리드가 있습니다. 더욱이 각 입력 채널의 “네거티브 기준” 리드는 다른 모든 채널의 기준선으로부터 절연됩니다. 이는 위험하고 짧은 회로에 대한 최상의 보호 수단으로 작용합니다. 뿐만 아니라 단일 포인트 접지 장비에서 측정 품질을 저하시키는 신호 저하 임피던스를 최소화합니다.

TPS2000 시리즈 오실로스코프 입력은 배터리 전력으로 가동되거나 또는 AC 전원 어댑터를 통해 AC 전원에 연결되어 가동되는지 여부에 상관 없이 항상 플로팅됩니다. 따라서 이러한 오실로스코프는 일반 오실로스코프와 같은 한계를 나타내지 않습니다.

▶ **그림 3:** TPS2000 시리즈 오실로스코프의 IsolatedChannel 아키텍처로 인해 위험 전압으로부터 완전히 절연됩니다.

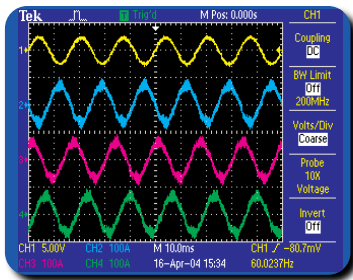


DRT 샘플링 기술을 통한 속도 디버그 및 특성화

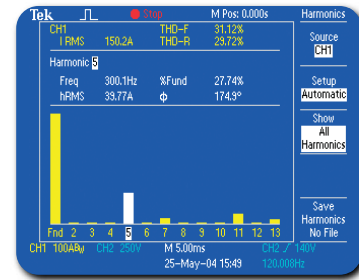
TPS2000 시리즈 오실로스코프는 최대 4개의 채널에서 동시에 광범위한 신호 유형을 특성화할 수 있도록 하는 DRT(디지털 실시간) 획득 기술을 제공합니다. 최대 2GS/s의 실시간 샘플 속도가 이례적인 대역폭의 핵심 요소입니다(TPS2024에서는 200MHz). 이 대역폭/샘플 속도 기술을 함께 사용하면 글리치 및 에지 이상 같이 해당 등급에서 다른 오실로스코프를 약간 벗어나는 고주파수 정보를 포착할 수 있으므로 신호를 전체적으로 파악하여 디버그 및 특성화를 가속화할 수 있습니다.

*2 P2220 프로브 공통 도선을 > 30V_{RMS}로 플로팅하지 마십시오. 공통 도선을 30V_{RMS} 이상으로 플로팅하는 경우 해당 고전압 프로브의 정격에 따라 P5120 프로브(600V_{RMS} CAT II 또는 300V_{RMS} CAT III로 플로팅 가능) 또는 비슷한 정격의 패시브 고압 프로브나 적절한 정격의 고전압 차동 프로브를 사용하십시오.

TPS2000 시리즈 오실로스코프를 사용하여 신속하고 정확하게 플로팅 측정 수행



▶ 그림 5: 4개 채널 TPS2024 오실로스코프의 채널 간 절연은 크고 작은 신호가 동시에 포착될 때 크로스토크 효과를 제거합니다.



▶ 그림 5: 고조파 왜곡 측정

전력 제어 회로

전력 제어 기술은 고전력 실리콘 구성 요소와 저전력 논리 회로를 모두 사용합니다. 대부분의 전력 제어 회로에서 중심부에 있는 스위칭 트랜지스터는 접지를 기준으로 하지 않고 측정해야 합니다. 더욱이 전력 회로의 접지 포인트는 로직 회로와 달라서 접지 레벨이 다를 수 있지만 종종 두 가지를 동시에 측정해야 합니다.

TPS2000 시리즈의 채널 간 절연은 확실한 안전성 외에도 실제 측정의 이점을 제공합니다. 그림 4는 전력 제어 회로에서 다른 두 포인트의 파형을 나타내는 화면 이미지입니다. 아래쪽 파형은 약 200A p-p인 반면, 위쪽 파형은 약 5V p-p입니다. 각 TPS 채널이 다른 채널(네거티브 기준 리드 포함)과 완전히 절연되었고 고유의 디지털 실시간 디지털라이저가 장착되었기 때문에 두 신호 간에는 크로스토크가 없습니다. 오실로스코프 채널이 적절히 절연되지 않았다면 200A 신호에서 더 작은 파형까지 커풀된 결과가 잘못 나왔을 것이며 실제 상황에서 장비에 문제가 있을 경우 이 결과는 회로 문제로 잘못 해석되었을 것입니다. TPS 시리즈에서 진폭이 매우 다른 두 파형을 분리하여 포착할 수 있는 기능은 불확실한 추측을 줄이고 생산성을 향상시킵니다.

고조파 측정은 보이지 않는 전원 문제를 나타냅니다.

안전하고 비용 효과적으로 전력을 사용하려면 전력 배선망의 고조파를 이해해야 합니다. 대부분의 전자 장비에 대해 점차 비선형 전원 공급으로 전환 중인 현재 상황에서 라인 고조파는 많은 문제점을 발생시킵니다. 스위칭 전원 공급과 같은 비선형 로드는 비정현 전류를 끌어 오는 경향이 있습니다. 그 임피던스는 각 주기 과정에 따라 달라지며, 안정된 사인파 곡선이 아닌 급격한 포지티브 및 네거티브 전류 피크를 만듭니다. 임피던스와 전류가 차례로 급속하게 변경되면 전력 배선망의 전압 파형에 영향을 줍니다. 그 결과, 라인 전압은 고조파로 인해 손상되며 전압 파형의 일반 사인 곡선 모양이 평평해지거나 왜곡될 수 있습니다.

장비에 허용되는 고조파 왜곡의 양에는 한계가 있습니다. 로드 유도 고조파는 모터 및 변환기 과열과 기계 공진을 일으키고 3개 위상 장비의 중립 와이어에서 위험한 고전류를 일으킬 수 있습니다. 또한 라인 왜곡은 일부 국가에서 전압 규정 표준에 위배됩니다.

TPS2024의 광범위한 4채널 기능과 전원 분석 소프트웨어(옵션)를 함께 사용하면 세 위상 시스템의 세 도체 모두에 연결하여 라인 고조파를 측정하고 분석할 수 있습니다. 버튼 하나로 호출되는 —“고조파” 모드는 2에서 50까지 기본 주파수와 고조파를 포착하며, 오실로스코프의 표준 전압 프로브만을 사용하여 고조파 전압 측정을 실행할 수 있습니다. 옵션 전류 프로브는 전류 고조파를 쉽게 획득합니다.

그림 5는 전류 고조파 측정을 보여줍니다.진폭은 장비의 내부 DFT(Discrete Fourier Transform) 알고리즘으로 계산됩니다.이 경우 막대 그래프는 매우 강한 5번째 고조파 레벨을 나타냅니다.과도한 5번째 고조파 레벨(기타 특정 홀수 고조파와 함께)은 일반적으로 세 위상 시스템에서 중립 와이어 전류를 일으킵니다.

와트 이상의 전력 측정

전압 및 전류 측정은 특성상 간단하고 확실합니다.지정된 특정 시간의 테스트 포인트에는 전압 및 전류 값이 각각 하나씩만 있습니다.이와 달리, 전력 측정은 전압, 전류, 시간 및 위상에 따라 다릅니다.이 복잡한 상호 작용의 특성을 나타내는 “무효 전력” 및 “전력 계수”와 같은 용어는 계산만큼 측정값에 가깝지는 않습니다.

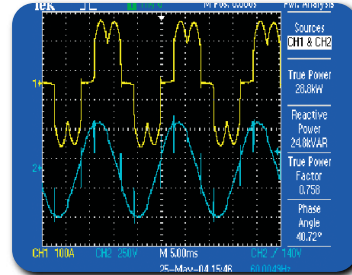
전력 계수는 이러한 계산에서 특정 관계에 있습니다.그 이유는 많은 전력 공급자들이 전력 계수가 이상적인 값인 1.0에 가깝지 않은 사용자에게 수수료를 부과하기 때문입니다.전력 계수 1.0에서 전압 및 전류는 위상에 있습니다.특히 대형 전기 모터 및 변환기와 같은 유도 로드는 전압 및 전류를 서로 상대적으로 위상 전환시키기 때문에 전력 계수가 줄어듭니다.비효율성으로 인해 전선 열의 형태로 에너지 손실이 일어나기 때문에 일부 설비 회사에서는 이러한 경우 추가 요금을 적용합니다.전력 계수 문제를 해결하는 절차가 있지만 먼저 전력 지수를 수량화해야 합니다.

TPS 시리즈는 전체 전력 측정 슈트를 포함합니다.전력 측정 슈트에는 유효 전력, 무효 전력, 크레스트율, 위상 관계, di/dt와 dv/dt 및 코스 전력 계수 등이 있습니다.그림 6, 7 및 8은 이러한 전력 측정과 기타 전력 측정을 요약한 TPS 시리즈 화면 이미지를 보여줍니다.파형 분석 및 위상 관계를 제외한 모든 측정에는 상호 작용하는 전류 프로브(또는 그에 상응하는 것) 및 전압 프로브가 필요합니다.이러한 모든 측정은 장비의 한 버튼 애플리케이션 기능을 사용합니다.

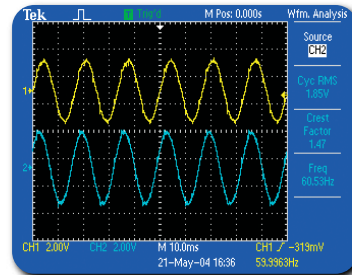
스위칭 손실을 측정하여 제품 효율성 향상

오늘날의 전력 설계자에게는 전력 설계의 효율성을 향상시킬 필요성이 대두되고 있습니다.효율성에 영향을 미치는 주요한 요인은 설계의 스위칭 섹션에서 발생하는 전력 손실입니다. 이러한 요인을 최적화하여 복합체를 증명할 수 있습니다.

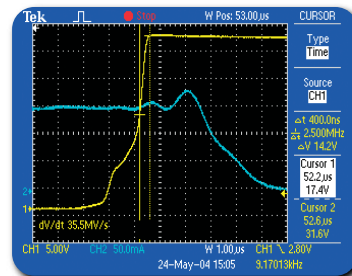
설계자는 TPS 시리즈를 사용하여 장비의 한 버튼 애플리케이션 기능을 통해 설계에서 스위칭 손실을 확인할 수 있습니다.스위칭 손실은 활성화 손실, 비활성화 손실, 전도 손실 및 총 장치 손실로 분류됩니다.그림 9는 스위칭 손실 측정을 나타내는 TPS 시리즈 화면 이미지입니다.



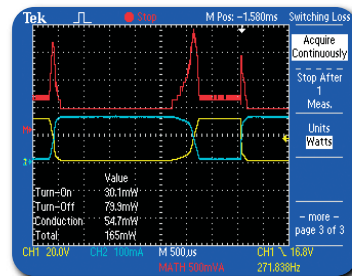
▶ 그림 6:TPS 시리즈의 순간 전원 분석



▶ 그림 7:TPS 시리즈의 파형 분석



▶ 그림 8:TPS 시리즈의 dv/dt 및 di/dt 커서(dv/dt 커서 표시)



▶ 그림 9:활성화, 비활성화 및 전도 손실을 나타내는 TPS 시리즈의 스위칭 손실 표시

결론

엔지니어와 기술자는 고전압 및 전류 문제를 주기적으로 겪으며 매우 위험할 수 있는 플로팅 측정을 자주 수행해야 합니다. 다른 대안을 통해 플로팅 측정을 수행할 때 다양성, 정확성 또는 저렴한 가격의 요건을 갖추지 못할 경우 TPS2000 시리즈는 고유 IsolatedChannel 기술을 사용하여 엔지니어와 기술자가 이러한 측정을 신속, 정확하고 저렴하게 수행할 수 있도록 합니다.

Tektronix 연락처:

ASEAN/호주/파키스탄 (65) 6356 3900

남 아프리카 +27 11 254 8360

네덜란드 +31 (0) 23 569 5555

노르웨이 +47 22 07 07 00

대만 886 (2) 2722-9622

대한민국 82 (02) 528-5299

덴마크 +45 44 850 700

독일 +49 (221) 94 77 400

러시아, CIS 및 발트해 +358 (9) 4783 400

멕시코, 중앙 아메리카 및 카리브해 52 (55) 56666-333

미국 1 (800) 426-2200

미국 (수출 영업) 1 (503) 627-1916

벨기에 +32 (2) 715 89 70

브라질 및 남아메리카 55 (11) 3741-8360

스웨덴 +46 8 477 6503/4

스페인 +34 (901) 988 054

영국 및 아일랜드 +44 (0) 1344 392400

오스트리아 +43 2236 8092 262

이탈리아 +39 (02) 25086 1

인도 (91) 80-22275577

일본 81 (3) 6714-3010

ASEAN/호주/파키스탄 (65) 6356 3900

중국 86 (10) 6235 1230

중유럽 및 그리스 +43 2236 8092 301

캐나다 1 (800) 661-5625

폴란드 +48 (0) 22 521 53 40

프랑스 및 북아프리카 +33 (0) 1 69 86 80 34

핀란드 +358 (9) 4783 400

홍콩 (852) 2585-6688

미국(수출 영업) 1 (503) 627-1916 기타 지역은 Tektronix, Inc. 1 (503) 627-7111
번으로 문의하십시오. 마지막 업데이트 날짜: 2004년 8월 13일

추가 정보

IsolatedChannel™ 기술 및 이 기술이 제공하는 이점에 대한 자세한 내용은 해당 지역의 공인 Tektronix 대리점에 문의하거나 www.tektronix.com/oscilloscopes를 방문하십시오.

© 2004 Tektronix, Inc. All rights reserved. 미국에서 인쇄. Tektronix 제품은 출원되었거나 출원 중인 미국 및 외국 특허에 의해 보호됩니다. 본 출판물에 있는 정보는 이전에 출판된 모든 자료를 대체합니다. 본사는 사양과 가격을 변경할 권리를 보유합니다. TEKTRONIX 및 TEK는 등록 상표입니다.

09/04

CMD/WOW

3MK-17773-0

Tektronix

Enabling Innovation