

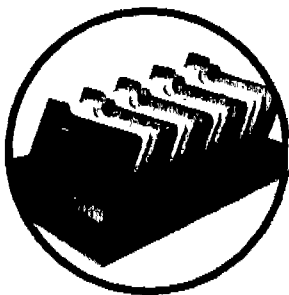
Part
I
1

플로팅 측정을 정확하고 안전하게 할 수 있는 새로운 접근방법

한국텍트로닉스(주) 계측기사업부 김규태 이사

측정 점이 모두 접지 전위에 있지 않을 경우 엔지니어와 기술자는 "플로팅" 측정을 종종 수행해야 한다. 이러한 측정을 주로 차동 측정이라고 한다. "그라운드를 기준으로 한 신호"는 어스에서 수백 볼트까지 올라갈 수 있다.

뿐만 아니라 대부분의 차동 측정에서 낮은 레벨의 차동 신호를 높이기 위해 높은 동상 모드 신호*1를 제거해야 한다. 또한 필요 없는 접지 전류는 번거로운 혼합과 접지 루프를 추가한다. 사용자는 이러한 문제를 해결하기 위해 위험성이 있는 측정 기술을 지나치게 자주 사용한다. 텍트로닉스의 새로운 IsolatedChannel 기술이 적용된 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 안전하게 수행할 수 있도록 한다.



CONTENTS

- 오실로스코프의 플로팅 정의
- 일반 오실로스코프
- 차동 또는 절연 프로브의 사용
- 전력 제어 회로
- 와트 측정 이상의 전력 측정
- 스위칭 손실을 측정하여 제품 효율성 향상

오실로스코프의 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 기술이다. 이 기술을 사용하면 새시, 캐비닛, 커넥터 등 장비의 접근 가능한 부품에서 가능한 프로브 접지 리드 연결 지점을 가정할 수 있다. 이 방법은 오실로스코프에서 높아진 전압으로 인한 운영자에 대한 충격 위험뿐만 아니라 오실로스코프의 전력 변환기 절연체에 누적된 압력으로 인한 위험도 내포한다. 이 압력으로 인해 즉각적인 오류가 발생하지는 않겠지만, 이는 장래에 오실로스코프를 적절히 접지 작동으로 되돌린 이후에라도 위험한 오류 (충격 및 화재 위험)를 발생시킬 수 있다. 접지 기준 오실로스코프의 플로팅이 위험할 뿐만 아니라 종종 부정확하게 측정되기도 한다. 이러한 잠재적인 부정확성은 접지 리드가 연결된 지점에서 테스트 중인 회로에 직접 연결된 오실로스코프 새시의 충격패시턴스로 인해 발생한다.

신속, 정확하고 저렴한 플로팅 측정 방법

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

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

일반 오실로스코프

일반 오실로스코프는 접지 기준 측정만을 수행하도록 제한되어 있다. 그 이유는 다음과 같다. 대부분의 오실로스코프에는 일반적으로 "접지"라고 하는 보호

접지 시스템에 "신호 동상" 단자가 연결되어 있다. 이로써 모든 신호가 동상 연결 지점이 있는 오실로스코프에 적용되거나 오실로스코프에서 공급된다. 이 동상 연결 지점은 대개 오실로스코프 새시이며 AC 전원 장비용 전원 코드에서 세 번째 와이어 접지에 의해 0볼트 또는 0볼트에 가깝게 유지된다. 또한 이는 극히 일부를 제외하고 거의 모든 측정이 접지를 기준으로 수행되어야 함을 의미한다. 이로써 최소한 단일 측정에서는 일반 오실로스코프가 모두 접지에 있지 않은 두 지점 간의 잠재적 차이를 측정하는 데 사용되는 것이 제한된다. 일반적이지만 위험한 방법은 오실로스코프의 AC 주 전원 코드 접지의 연결을 끊고 프로브 접지 리드를 테스트 포인트 중 하나에 연결하는 것이다. 이 측정 방법은 위험하므로 사용하지 않는 것이 좋다. 공교롭게도, 이 방법은 장비 새시를 밀기 때문에 프로브 접지 리드가 연결된 테스트 포인트와 같은 전압에서 더 이상 접지에 닿지 않는다. 이 장비를 접하는 사용자는 접지에 가장 짧은 경로가 된다. 그림 1은 이와 같은 위험한 상황을 보여준다.

V_1 은 실제 접지 위의 "오프셋" 전압이며, V_{Meas} 은 측정할 전압이다.

UUT(Unit-Under-Test)에 따라, V_1 은 수백 볼트일 수도 있으며 V_{Meas} 은 볼트의 일부일 수 있다.

이러한 방법으로 새시 접지를 플로팅하면 사용자, UUT 및 장비에 위험을 초래하게 된다.

뿐만 아니라, 이는 산업 보건 및 안전 규정에 위반되며 잘못된 측정 결과를 가져온다. 더욱이 접지 위에 플로팅될 경우 라인 가동 장비는 상당한 와류 커패시턴스를 나타낸다. 결과적으로 그림 2와 같이 링잉에 의해 플로팅 측정이 손상된다. 비록 배터리로 가동이 가능한 오실로스코프일지라도 표준 전원 코드를 사용하여 AC 라인 전원에서 가동되는 경우는 일반 오실로스코프와 같은 한계를 나타낸다. 비록 배터리로 동작되는 경우라도 IsolatedChannel 기술이 적용되지 않은 경우라면 AC 전원 없이도 오실로스코프를 작동할 수는 있지만 최대 30V RMS 까지의 안전한 플로팅 측정만 가능하다.

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

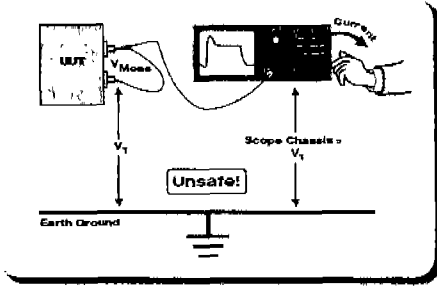


그림 1. 오실로스코프 새시에서 위험 전압이 발생하는 플로팅 측정이다.

V_1 은 수백 볼트일 수 있다

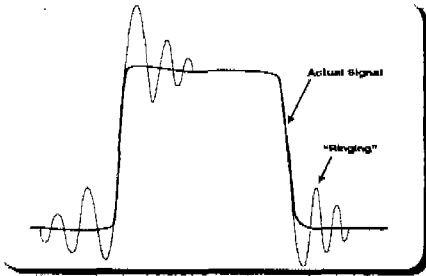


그림 2. 와류 인덕턴스 및 커패시턴스로 인해 발생한 링잉은 신호를 왜곡하고 측정을 무효화한다.

차동 또는 절연 프로브의 사용

차동 또는 절연 프로브는 안전하고 신뢰할 수 있는 방법으로 접지 오실로스코프를 조정하여 플로팅 측정을 수행할 수 있게 한다. 두 프로브 접촉 지점은 접지에 있지 않아도 되며 프로브 시스템은 전체적으로 오실로스코프의 새시 접지로부터 절연된다. 차동 프로브는 DUT(Device-Under-Test)에 균형 조정된 임피던스 로드를 제공한다. 그러나 이러한 프로브는 측정 장치에 비용과 복잡성을 더해준다. 또한 독립 전원 공급이 필요할 수 있으며 이득 및 오프셋 지수는 모든

측정값으로 인수 분해해야 한다. 차동 프로브가 장착된 오실로스코프는 성능과 안전성(대역폭, 절연)에서 뛰어나지만 이동성이나 비용과 같은 형태 요소 이점은 적다

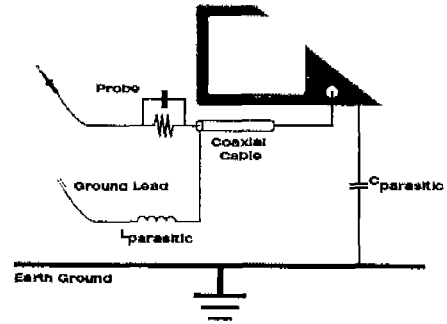


그림 A: 와류 인덕턴스 및 커패시턴스는 측정 품질에 영향을 줄 수 있다.

신속, 정확하고 저렴하게 플로팅 측정을 수행하는 새로운 방법

오늘날 광대역폭 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 필요하다.

혁신적인 IsolatedChannel 기술을 사용하면 오실로스코프는 2-경로 방법을 사용할 필요가 없으며 DC에서 오실로스코프의 대역폭까지 각 입력 채널에 대해 하나의 광대역 신호 경로만 사용한다. 이 기술은 현재 특허 출원 중이며 Tektronix는 이 기술을 사용하여 세계 최초로 4-입력 Isolated Channel을 제공한다. 또한 8시간 동안 배터리로 연속 가동되기 때문에 4-채널 절연 측정을 해야 하고 저렴한 배터리 가동 오실로스코프의 성능 및 사용 편의성을 필요로 하는 엔지니어와 기술자에게 가장 적합하다. IsolatedChannel 기술은 4가지 Isolated Channel 입력 아키텍처를 통해 외부 트리거 입력을 포함하여 "포지티브" 입력 및 "네거티브 기준" 리드에 대해 실제로 완전한 채널 간 절

연이 가능하다. 그림 3은 IsolatedChannel 개념을 보여준다. 가장 필요한 플로팅 측정 요구 사항은 모터 컨트롤러, 무정전 전원 공급 장치, 산업 장비 등의 전력 제어 회로에서 찾을 수 있다. 이러한 응용 분야에서 전압 및 전류는 사용자와 테스트 장비를 위협할 정도로 클 수 있다. IsolatedChannel 기술은 고도로 정확한 측정에 적합한 솔루션이며 사용자의 안전을 최우선으로 하여 설계되었다.*2 이렇게 설계된 오실로스코프는 대량의 동상 모드 신호가 있을 경우에 적합한 솔루션이다. 진정한 채널 간 절연은 와류 효과를 최소화하며 측정 시스템에서 와류효과가 작으면 환경과의 상호 작용이 적어지는 경향이 있다. 적절히 절연된 배터리 가동 장비는 접지와 관련이 없다. 각 프로브에는 고정 접지 리드가 아닌, 장비의 새시로부터 절연된 "네거티브 기준" 리드가 있다. 더욱이 각 입력 채널의 "네거티브 기준" 리드는 다른 모든 채널의 기준선으로부터 절연된다.

이는 위험하고 짧은 회로에 대한 최상의 보호 수단으로 작용한다. 뿐만 아니라 단일 포인트 접지 장비에서 측정 품질을 저하시키는 신호 저하 임피던스를 최소화한다.

이러한 기술이 적용된 오실로스코프 입력은 배터리 전원으로 가동되거나 또는 AC 전원 어댑터를 통해 AC 전원에 연결되어 가동되는지 여부에 상관 없이 항상 플로팅된다.

따라서 이러한 오실로스코프는 일반 오실로스코프와 같은 한계를 나타내지 않는다.

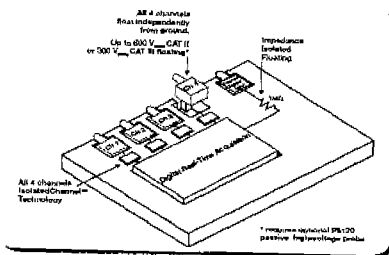


그림 3. 오실로스코프의 IsolatedChannel 아키텍처로 인해 위험 전압으로부터 완전히 절연된다.

*2 P2220 프로브 공통 도선을 30V RMS로 플로팅하지 마십시오. 공통 도선을 30V ~z5)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.

Tektonix의 IsolatedChannel™ Technology를 이용하여 빠르고 정확하게 플로팅 측정을 할 수 있을 뿐 아니라 전력분석 프로그램을 이용하면 다음과 같은 측정이 가능하다.

전력 제어 회로

전력 제어 기술은 고전력 실리콘 구성 요소와 저전력 논리 회로를 모두 사용한다. 대부분의 전력 제어 회로에서 중심부에 있는 스위칭 트랜지스터는 접지를 기준으로 하지 않고 측정해야 한다. 더욱이 전력 회로의 접지 포인트는 로직 회로와 달라서 접지 레벨이 다를 수 있지만 종종 두 가지를 동시에 측정해야 한다. IsolatedChannel기술이 적용된 오실로스코프의 채널 간 절연은 확실한 안전성 외에도 실제 측정의 이점을 제공한다. 그림 4는 전력 제어 회로에서 다른 두 포인트의 파형을 나타내는 화면 이미지이다. 아래쪽 파형은 약 200A p-p인 반면, 위쪽 파형은 약5V p-p이다. 각 채널이 다른 채널(네거티브 기준 리드 포함)과 완전히 절연되었고 고유의 디지털 실시간 디지털이저가 장착되었기 때문에 두 신호간에는 크로스토크가 없다. 오실로스코프 채널이 적절히 절연되지 않았다면 200A 신호에서 더 작은 파형까지 커플된 결과가 잘못 나왔을 것이며 실제 상황에서 장비에 문제가 있을 경우 이 결과는 회로 문제로 잘못 해석되었을 것이다. IsolatedChannel 기술이 적용된 오실로스코프에서 진폭이 매우 다른 두 파형을 분리하여 포착할 수 있는 기능은 불확실한 추측을 줄이고 생산성을 향상시킨다.

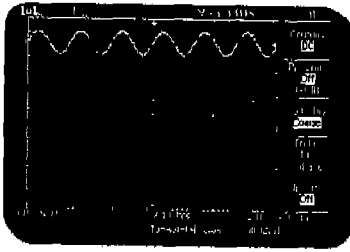


그림 4: 4개 채널 오실로스코프의 채널 간 절연은 크고 작은 신호가 동시에 포착될 때 크로스토크 효과를 제거한다.

고조파 측정에는 보이지 않는 전원 문제를 나타낸다.

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

장비에 허용되는 고조파 왜곡의 양에는 한계가 있다. 로드 유도 고조파는 모터 및 변환기 과열과 기계 공진을 일으키고 3상 장비의 중립 와이어에서 위험한 고전류를 일으킬 수 있다. 또한 라인왜곡은 일부 국가에서 전압 규정 표준에 위배된다.

IsolatedChannel 기능과 전원 분석 소프트웨어를 함께 사용하면 3상 시스템의 세 도체 모두에 연결하여 라인 고조파를 측정하고 분석할 수 있다. 버튼 하나로 호출되는 "고조파" 모드는 2에서 50번째까지 기본 주파수와 고조파를 포착하며, 오실로스코프의 표준 전압 프로브만을 사용하여 고조파 전압 측정을 실행할 수 있다. 옵션 전류 프로브는 전류 고조파를 쉽게 획득한다.

그림 5는 전류 고조파 측정을 보여준다. 진폭은 장비의 내부 DFT(Discrete Fourier Transform) 알고리

즘으로 계산된다. 이 경우 막대 그래프는 매우 강한 5번째 고조파 레벨을 나타낸다. 과도한 5번째 고조파 레벨(기타 특정 홀수 고조파와 함께)은 일반적으로 3상 시스템에서 중립 와이어 전류를 일으킨다.

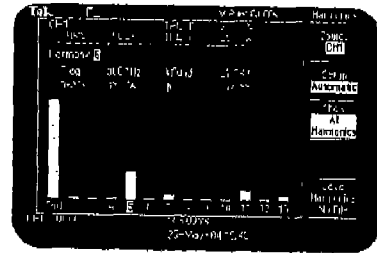


그림 5: 고조파 왜곡 측정

와트 측정 이상의 전력 측정

전압 및 전류 측정은 특성상 간단하고 확실하다. 지정된 특정 시간의 테스트 포인트에는 전압 및 전류 값이 각각 하나씩만 있다. 이와 달리, 전력 측정은 전압, 전류, 시간 및 위상에 따라 다르다. 이 복잡한 상호작용의 특성을 나타내는 "무효 전력" 및 "전력 계수(역률)"와 같은 용어는 계산만큼 측정값에 가깝지는 않다. 전력 계수는 이러한 계산에서 특정 관계에 있다. 그 이유는 많은 전력 공급자들이 전력 계수가 이상적인 값인 1.0에 가깝지 않은 사용자에게 수수료를 부과하기 때문이다. 전력 계수 1.0에서 전압 및 전류는 동위상에 있다. 특히 대형 전기 모터 및 변환기와 같은 유도 로드는 전압 및 전류를 서로 상대적으로 위상 전환시키기 때문에 전력 계수가 줄어든다. 비효율성으로 인해 전선 열의 형태로 에너지 손실이 일어나기 때문에 일부 설비 회사에서는 이러한 경우 추가 요금을 적용한다. 전력 계수 문제를 해결하는 절차가 있지만 먼저 전력 지수를 수량화해야 한다. TPS 시리즈는 전체 전력 측정 슈트를 포함한다. 전력 측정 슈트에는 유효 전력, 무효 전력, 크레스트울, 위상 관계, di/dt와 dv/dt 및 코스 전력 계수 등이 있다. 그림 6, 7 및 8은 이러한 전력 측정과 기타 전력 측정을 요약한 TPS 시리즈 화면 이미지를 보여준다. 파형 분석 및 위상 관

계를 제외한 모든 측정에는 상호 작용하는 전류 프로브(또는 그에 상응하는 것) 및 전압 프로브가 필요하다. 이러한 모든 측정은 장비의 애플리케이션 기능 버튼을 사용하여 수행한다

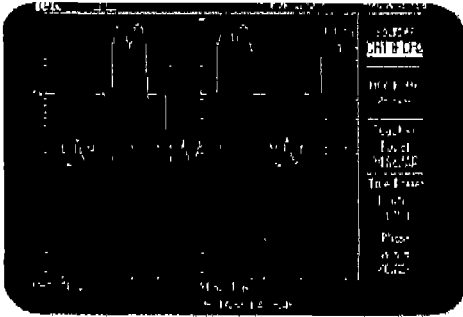


그림 6 : TPS 시리즈의 순시전력 분석

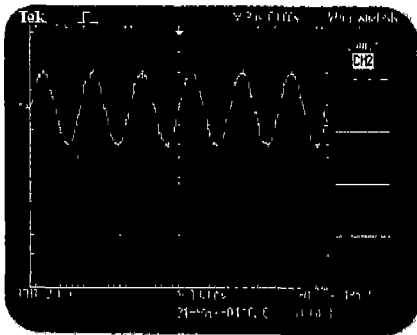


그림 7 : TPS 시리즈의 파형 분석

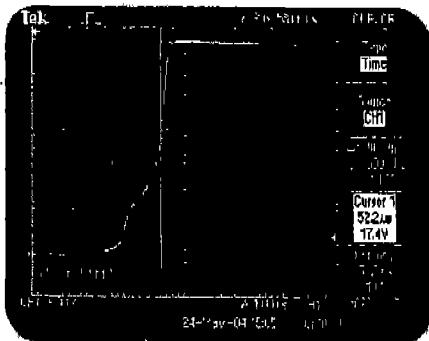


그림 8 : TPS 시리즈의 dv/dt 및 di/dt 커서(dv/dt 커서 표시)

스위칭 손실을 측정하여 제품 효율성 향상

오늘날의 전력 설계자에게는 전력 설계의 효율성을 향상시킬 필요성이 대두되고 있다.

효율성에 영향을 미치는 주요한 요인은 설계의 스위칭 섹션에서 발생하는 전력 손실이다. 이러한 요인을 최적화하여 복합체를 증명할 수 있다.

설계자는 TPS 시리즈를 사용하여 장비의 애플리케이션 기능 버튼을 통해 설계에서 스위칭 손실을 확인할 수 있다. 스위칭 손실은 활성화 손실, 비활성화 손실, 전도 손실 및 총 장치 손실로 분류된다. 그림 9는 스위칭 손실 측정을 나타내는 TPS 시리즈 화면 이미지이다.

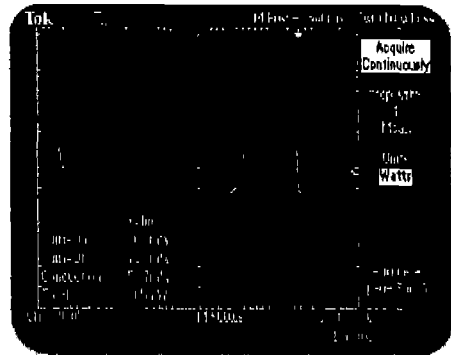


그림 9 : 활성화, 비활성화 및 전도 손실을 나타내는 TPS 시리즈의 스위칭 손실 표시

결론

엔지니어와 기술자는 고전압 및 전류 문제를 주기적으로 겪으며 매우 위험할 수 있는 플로팅 측정을 자주 수행해야 한다. Isolated Channel 기술을 사용하여 엔지니어와 기술자가 이러한 측정을 신속, 정확하고 안전하게 수행할 수 있다. <끝>

*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 차등 신호가 표시될 수 있도록 "동상 모드 신호"를 제거해야 합니다.