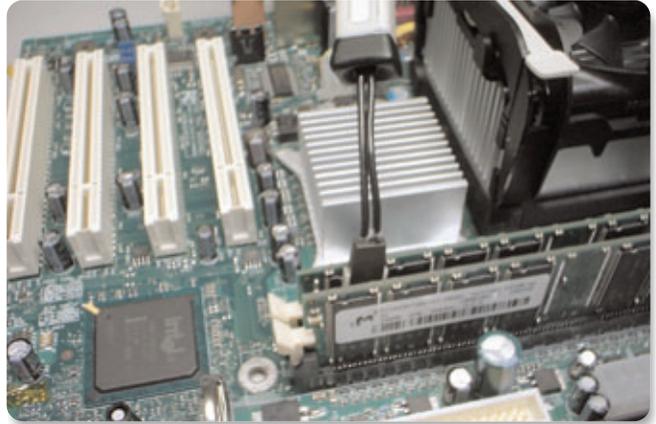
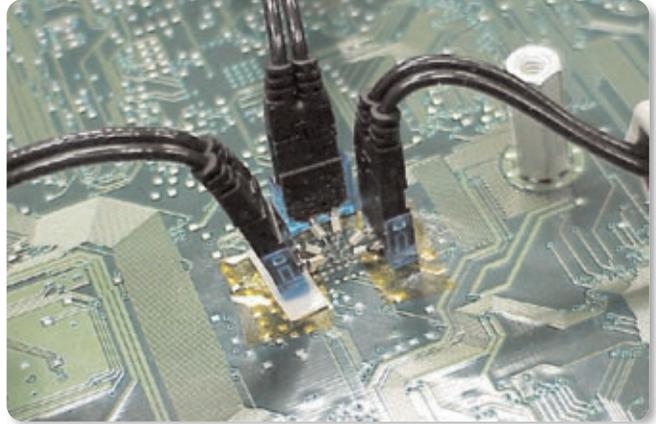
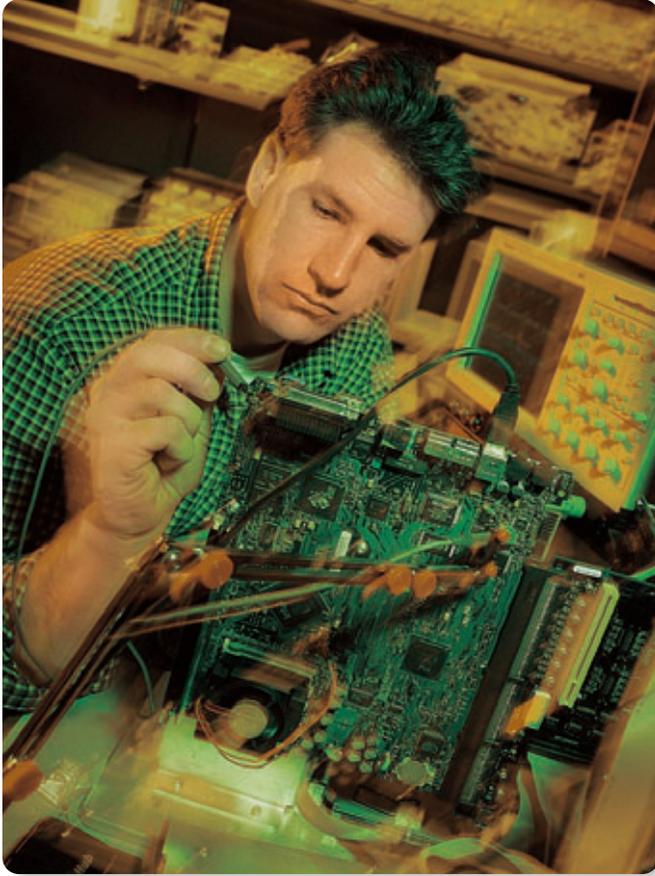


프로브 대역폭 계산

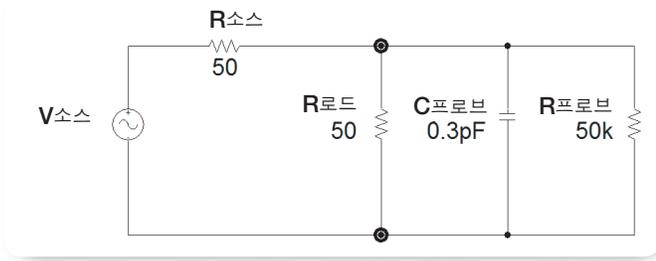


프로브는 오실로스코프 측정 시스템의 핵심 요소입니다. 오실로스코프 프로브는 테스트 중인 회로에 물리적 및 전기적 연결을 제공합니다. 또한 오실로스코프 채널 입력 신호를 버퍼링 및 조절합니다. 이상적인 경우, 오실로스코프 프로브는 부착된 오실로스코프에 정확하게 표시될 수 있도록 완벽한 충실도에 의해 신호를 측정합니다. 또한 이상적인 경우에는 이러한 측정 수행 시 프로브가 프로브된 신호를 전혀 방해하지 않습니다. 이상적인 프로브를 사용하는 것은 사실상 불가능하므로, 실제 프로브 측정 충실도는 프로브의 전기적 성능 및 프로브 로딩에 의해 제한됩니다.

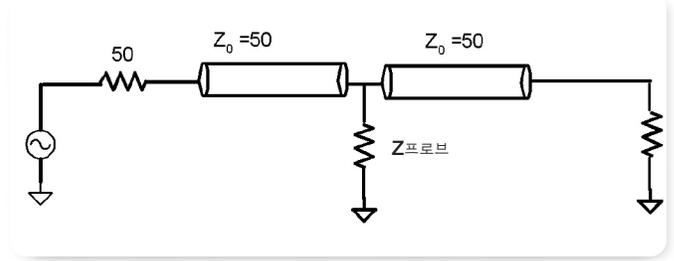
엔지니어라면 누구나 프로브에 의해 회로 작동이 중단된 경험이 있습니다. 프로브에 의해 회로 작동이 시작된 경험도 있을 것입니다. 실제로 프로브는 피검소자와 상호 작용하고 이러한 상호 작용으로 신호 파형 모양이 변경됩니다. 프로브 설계의 주요 목표 중 하나는 상호 작용이 피검소자에 대해 영향을 주지 않는 수준까지 프로브 로딩을 최소화하는 것입니다. 그러나 신호 속도가 증가하면서 영향을 주지 않는 수준으로 프로브 로딩을 감소시키는 것은 더욱 어려워졌습니다.

프로브 대역폭 계산

▶ 기술 요약



▶ 그림 1. 프로브 로딩에 대한 불연속 모델



▶ 그림 2. 프로브 로딩에 대한 분산 모델

디지털 통신의 신호 속도가 증가하면서 프로브의 전기적 성능 및 로딩에 대한 새로운 요구 사항이 대두되고 있습니다. 고속 신호를 프로브하려면 오실로스코프 프로브가 전송 라인 환경에서 신호를 측정해야 합니다. 전송 라인 환경의 프로브 로딩 효과를 위해서는 일반적으로 사용되어 온 단순한 불연속 프로브 로드 모델보다 훨씬 복잡한 방법이 필요합니다. 또한 분산 회로 환경의 프로브 로딩 효과로 인해 프로브 판매업체는 프로브 측정 및 프로브 사양에 대한 새로운 접근법을 도입하고 있습니다. 이 새로운 접근법이 프로브 시장에 일부 혼란을 초래하고 있으므로, 본 설명서에서는 이 새로운 접근법을 확인하고 널리 알려져 있는 기존의 접근법과 비교합니다.

프로브 로딩

일반적으로 오실로스코프 프로브는 불연속 모델을 사용하여 설명되었습니다. 그림1에 표시된 것과 같은 일반적인 불연속 모델에서는 프로브 로딩을 DC 저항 및 입력 커패시턴스로 설명합니다.

이는 신호 속도가 느린 경우 유효한 방법입니다. 전기 신호는 전송 라인 재료의 물리적 특성에 따라 달라지는 전파 속도로

전송 라인을 따라 전파됩니다. FR-4 회로 기판에 있는 마이크로 스트립 전송 라인의 경우 전파 속도는 약 150 ps/인치이며 이것은 광속의 절반에 해당합니다. 신호 상승 시간이 500 ps 인 경우 신호의 상승 시간 편차를 관찰할 수 있는 전송 라인 길이는 약 3 인치입니다(전기적 길이 = 신호 상승 시간/전파 속도). 적용할 수 있는 일반적인 지침은 상호 연결을 통해 신호 편차가 전파되는 길이의 1/6보다 긴 상호 연결에 대해 전송 라인 효과를 확인할 수 있다는 것입니다(마이크로 스트립 전송 라인의 경우 0.5 인치)*1. 회로의 물리적 특성이 전파 길이의 1/6보다 작은 한, 불연속 모델을 사용할 수 있습니다. 그러나 전기적 상호 연결 속도가 증가함에 따라 이것은 점차 문제가 되고 있습니다. 100 ps 상승 시간의 신호는 FR-4에서 전파 길이가 0.66 인치입니다. 그러므로 0.11 인치보다 큰 특징들은 전송 라인 효과를 표시하기 시작합니다.

현재는 그림2와 같이 분산 모델을 통해 오실로스코프 프로브를 설명합니다. 이 모델은 전송 라인 효과를 고려할 수 있도록 합니다.

*1 "TekConnect™ Probes: Signal Fidelity Issues and Modeling", Tektronix, Inc.

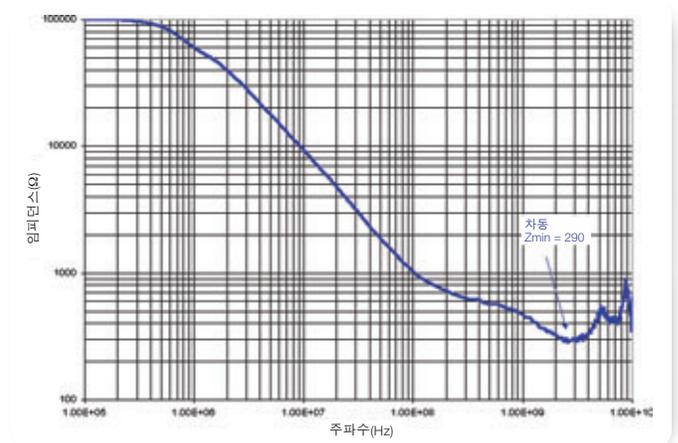
프로브 로딩은 프로브의 주파수 범위를 넘는 입력 임피던스에 의해 훨씬 정확하게 특성화할 수 있습니다. 그림3은 고성능 차동 프로브 주파수의 입력 임피던스 편차를 표시합니다. 입력 임피던스를 사용하면 주파수에 대한 저항, 커패시턴스 및 인덕턴스 사이의 복잡한 상호 작용을 간단하게 모델링할 수 있습니다. 이 특성화 방법을 사용하면 프로브 사용자는 특정 주파수에서 프로브 로딩의 영향을 측정할 수 있습니다.

오실로스코프 프로브 원칙

오실로스코프 프로브의 사용 모델은 오실로스코프와 비교하여 매우 다릅니다. 오늘날 대부분의 고대역폭 오실로스코프에는 각 채널마다 50 Ω의 종단이 있습니다. 오실로스코프는 50 Ω 소스로부터 전송되는 신호를 표시하는 라인 끝 수신기로 사용할 수 있습니다. 오실로스코프 프로브는 이미 종단된 소스 및 수신기인 피검소자에 연결할 수 있습니다. 이러한 프로브는 일반적으로 프로브가 가능한 한 피검소자에 영향을 주지 않도록 하기 위해 고입력 임피던스를 가지도록 설계됩니다.

오실로스코프 프로브가 실제로 오실로스코프에 표시하는 내용에 대해 두 가지 유형의 주장이 있습니다. Tektronix는 프로브가 언로드 또는 원래 신호를 측정하도록 해야 한다는 원칙을 따릅니다. 그러나 Agilent는 프로브가 로드된 신호를 측정하도록 해야 한다는 다른 원칙을 따르고 있습니다. 이것은 정확하게 무엇을 의미합니까? 먼저 프로브 대역폭의 특성화 방법에 대해 이해해야 합니다.

프로브의 스루 응답(through response) 또는 전송 함수는 V_{IN} 이 프로브에 대해 입력이고 V_{OUT} 가 출력인 V_{OUT}/V_{IN} 으로 특성화됩니다. 비율은 프로브 증폭기의 게인을 설명하며, 이 게인은 주파수를 통해 변경될 수 있기 때문에 $V_{OUT}(f)/V_{IN}(f)$ 으로 기록될 수 있습니다. 프로브 대역폭은 프로브 전송 함수



▶ 그림 3. Short Flex Small Resistor Flex Tip-Clip™ 부속품이 장착된 Tektronix P7380의 차동 입력 임피던스

가 0.707(3dB)의 저주파 값으로 내려갈 때 주파수로 정의됩니다. 이는 대역폭에 대한 업계 표준 정의입니다. Tektronix 및 Agilent의 구현 방식은 참조 신호인 V_{IN} 정의에 따라 차이가 있습니다. 프로브를 적절하게 제어되는 환경에 적용하면 해당 환경이 변경될 수 있습니다. Tektronix 및 Agilent는 서로 다른 방법으로 해당 환경 변경에 대해 설명합니다.

지난 수 년 동안 50 Ω 환경은 고속 신호의 생성 및 전송에 대한 표준이었습니다. 결과적으로 오실로스코프 프로브는 일반적으로 종단된 50 Ω 신호 발생기를 사용하여 특성화되고 있습니다. 테스트 신호 발생기의 응답은 원하는 주파수 범위에 대해 가능한 한 플랫하도록 교정됩니다. Tektronix는 이 플랫 소스(V_{SOURCE})를 특성화하고 이를 V_{IN} 이라 합니다. 그러면 프로브 응답은 이 깨끗한 50 Ω 환경의 주파수 범위를 통해 가능한 한 플랫하도록 설계됩니다. 이와 같은 프로브 특성화 방법에는 프로브 로딩을 보정하는 효과가 포함되어 있습니다. 이러한 유형의 프로브는 오실로스코프에서 원래의 언로드 신호를 표시합니다. 이 신호는 프로브가 부착되기 전에 피검소자에 표시되는 신호입니다.

프로브 대역폭 계산

▶ 기술 요약

Agilent는 프로브 로딩은 $V_{SOURCE} \neq V_{IN}$ 이 되도록 측정 신호에 영향을 준다고 주장합니다. Agilent는 프로브 대역폭을 정확하게 파생시키려면 프로브의 주파수에 따라 변화하는 로딩을 측정하여 교정해야 한다고 주장합니다. 이 방법을 통해 특성화된 프로브는 50 Ω 환경에서 프로브 로딩을 포함하는 대역폭 및 프로브 응답을 제공합니다. 이 프로브는 로딩에 대한 보정을 시도하지 않지만, 실제로는 로딩을 포함합니다. Agilent 프로브는 원래 신호가 프로브에 의해 로드될 때 오실로스코프 화면에 원래 신호를 표시합니다.

프로브가 로딩이 없는 상태로 존재한다면 양측 주장은 수렴되고 프로브에 대한 차이점은 없을 것입니다. 그러나 프로브 로딩이 존재하기 때문에 측정 원칙의 차이점은 프로브에 의해 표시되는 파형 및 프로브 대역폭의 사양에 모두 영향을 줍니다.

두 가지 원칙 사이의 차이점을 보다 적절하게 설명하기 위해 간단한 예를 들겠습니다. 완벽한 1VDC 신호를 측정한다고 가정합니다. 프로브를 통해 이 신호를 측정하는 경우, 프로브가 1VDC로 측정할 것을 예상할 것입니다. 프로브 로딩으로 인해 신호 레벨이 0.95 V로 떨어지면 프로브가 1VDC 또는 0.95VDC 중 어떤 값으로 측정하기를 원하십니까? Tektronix 원칙에 의하면 1V 신호가 표시됩니다. Agilent 원칙에 의하면 0.95V 신호가 표시됩니다.

다른 예를 추가적으로 살펴 보겠습니다. 완벽한 AC 사인 1Vpp 신호를 측정한다고 가정합니다. 이 신호는 수 Hz ~ GHz 주파수 사이를 이동하면서도 완벽한 1Vpp 신호 레벨을 가질 수 있습니다. 신호 소스가 해당 주파수 범위 내에서 이동할 때 프로브 출력은 로드 프로파일을 변경시키는 주파수에 따라 변경되어야 합니까? 아니면 프로브 출력이 대부분의 주파수 범위 내에서 1Vpp를 표시해야 합니까? 이 것은 간단한 예이지만 프로브 원칙의 차이점을 명확하게 설명합니다.

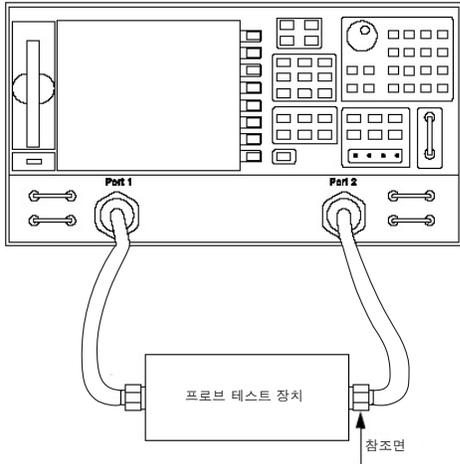
Tektronix는 프로브가 부착되지 않았을 때 프로브 사용자가 해당 회로 내에서 발생하는 상태를 이해하는 것이 훨씬 유용하다고 생각합니다. 본 설명서의 뒷부분에서 Agilent 프로브 원칙의 영향과 Tektronix가 일반적인 대역폭 측정 기술을 지원하는 이유에 대해 자세하게 설명합니다.

프로브 대역폭 측정 방법

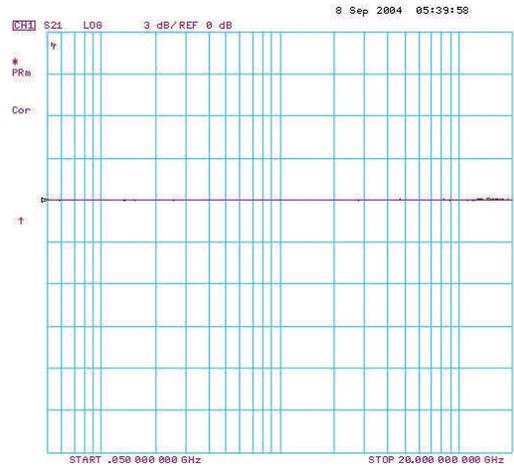
Tektronix는 프로브 응답이 해당 주파수 범위 전체에서 가능한 한 플랫폼하도록 설계합니다. 이 플랫폼 상태는 그림4 및 그림5와 같이 프로브 테스트 장치를 통해 플랫폼 소스가 20 GHz 가 되도록 교정된 네트워크 분석기를 사용하여 테스트됩니다. 일반적으로 네트워크 분석기에는 특수 고주파 동축 커넥터가 있기 때문에 프로브를 네트워크 분석기에 연결하기 위해 특수 프로브 교정 테스트 장치를 사용합니다. 그런 다음 네트워크 분석기는 케이블 및 테스트 장치의 주파수 효과를 가져오도록 교정됩니다. 이 방법은 테스트 스테이션 간의 케이블 및 장치에 대해 약간의 차이가 있을 수 있기 때문에 측정 반복성을 보장합니다. 이 플랫폼 시스템은 Tektronix가 V_{SOURCE} 또는 V_{IN} 으로 정의한 시스템입니다.

그런 다음 프로브는 그림6과 같이 테스트 장치에 연결되고 프로브 응답은 그림7과 같이 측정됩니다.

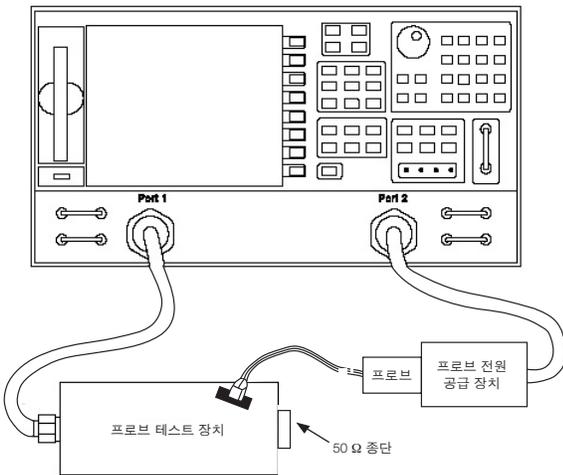
프로브에는 주파수 응답을 조정하는 데 사용할 수 있는 구성 요소가 있습니다. 이러한 구성 요소는 프로브를 실시간으로 교정하고 응답을 주파수 범위 전체에서 가능한 한 플랫폼하도록 하기 위해 원하는 대로 조정할 수 있습니다. 이 방법의 장점 중 하나는 프로브의 주파수에 따라 변화하는 로딩이 프로세스에서 자동으로 보정된다는 점입니다.



▶ 그림 4. 테스트 시스템 교정을 위한 네트워크 분석기 및 테스트 장치 설정



▶ 그림 5. 교정 후의 플랫폼 V_{source} 를 표시하는 네트워크 분석기



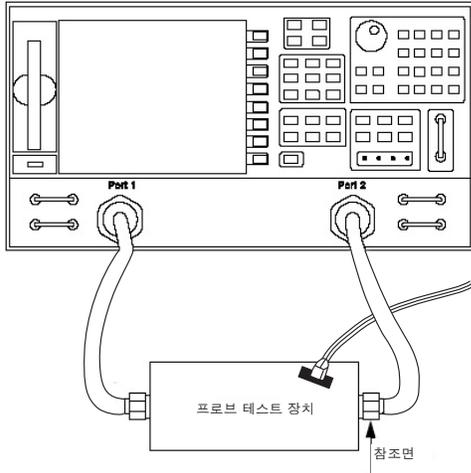
▶ 그림 6. 네트워크 분석기에서 프로브 응답 측정을 위한 설정



▶ 그림 7. Tektronix P7380 프로브 응답

프로브 대역폭 계산

▶ 기술 요약

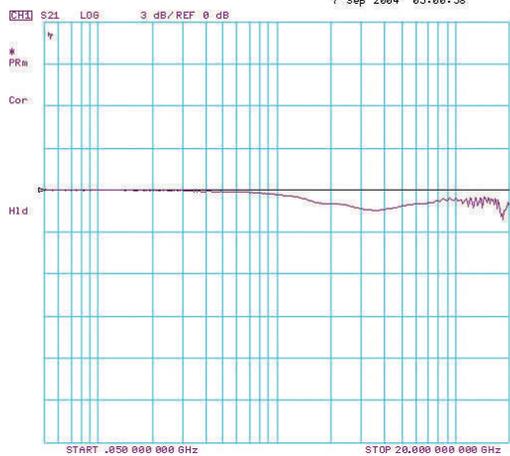


▶ 그림 8. 프로브 로딩 측정을 위한 교정 설정

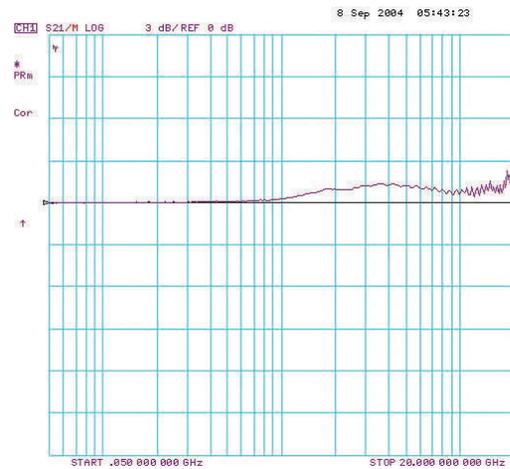
Agilent도 어느 정도는 유사한 방법을 따르지만 몇 가지 추가적인 단계를 사용하여 로드된 응답을 표시하도록 프로브를 교정합니다. 네트워크 분석기가 테스트 장치를 통해 플랫폼으로 교정된 후 주파수에 대한 프로브 로딩이 측정되고 메모리에 저장됩니다. 이는 그림8과 같이 테스트 장치에 연결된 프로브를 사용하여 응답을 통해 테스트 장치를 측정함으로써 수행됩니다. 응답을 통한 테스트 장치의 프로브 로딩 결과는 그림9와 같이 표시됩니다.

그런 다음 연산을 사용하여 플랫폼 참조를 프로브 로딩으로 나누어 로딩 영향을 설명합니다. 이 것은 Agilent가 대역폭 계산을 수행할 때 V_{IN} 으로 사용하는 방법입니다.

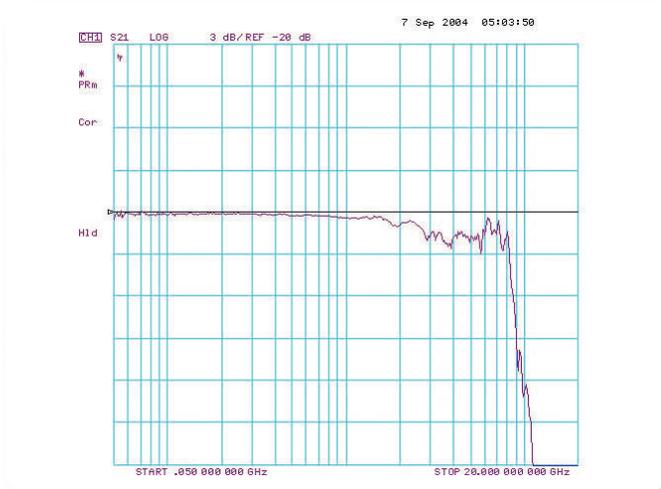
그런 다음 프로브는 시스템에 시스템에 배치되고 해당 주파수 응답이 측정됩니다. 그림11은 Tektronix가 사용하는 일반적인 대역폭 측정을 사용하여 Agilent 프로브 응답을 표시한 것입니다. 그림12는 새로운 Agilent 대역폭 측정 방법을 사용하여 Agilent 프로브 응답을 표시한 것입니다. 새로운 Agilent 대역폭 방법은 일반적인 방법과 비교할 때 프로브 대역폭을 팽창시키는 경향이 있음을 두 개의 그림을 통해 알 수 있습니다.



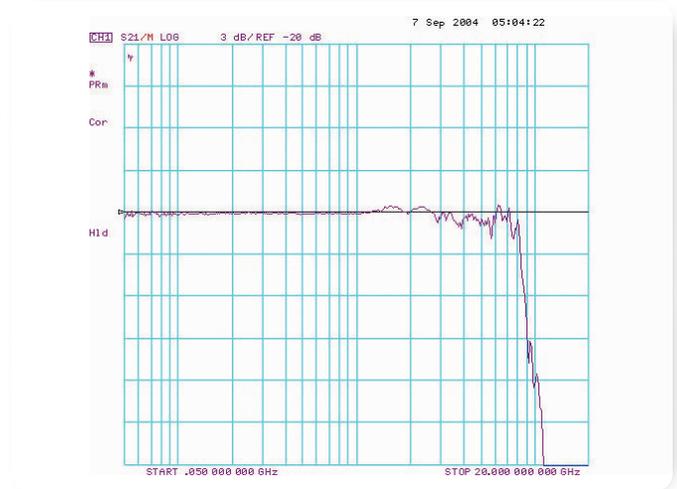
▶ 그림 9. 차동 슬더 프로브 팁을 통한 Agilent 1134A의 로딩



▶ 그림 10. 프로브 로딩을 설명하기 위해 연산을 사용하여 계산된 V_{IN}



▶ 그림 11. 로딩을 나누기 위한 연산을 사용하지 않는 1134A 차동 슬더 프로브 팁 응답(Tektronix 방법)



▶ 그림 12. 로딩을 나누기 위해 연산을 사용하는 1134A 차동 슬더 프로브 팁 응답(Agilent 방법)

Tektronix 방법을 사용하여 프로브를 측정하는 경우 프로브 응답은 2 GHz 주변에서 시작하는 약 2 dB의 롤오프를 표시합니다. 로딩이 프로브 응답으로부터 분리되면 프로브는 해당 주파수 범위 전체에서 상당히 플랫폼하게 표시됩니다. Agilent 프로브는 가능한 한 플랫폼한 상태의 연산 주파수 응답 또는 로드된 응답을 제공하도록 설계되어 있습니다. 그런 다음 프로브 대역폭은 이 연산 응답이 프로브 DC 응답으로부터 3 dB 내려간 지점으로 정의됩니다. 원칙적으로 새 Agilent 대역폭 지정 방법은 프로브 로딩에 의해 영향을 받지 않는 0 Ω 소스 임피던스를 가정합니다. Agilent 방법에 의해 특성화된 프로브는 0이 아닌 실제 임피던스가 있는 환경에서 사용되기 때문에 계산된 대역폭보다 낮은 효과적인 대역폭을 가지게 됩니다. 비교에 의한 Tektronix 대역폭 측정 방법은 효과적인 25 Ω 소스 임피던스(50 Ω 종단과 병렬인 50 Ω 소스)에 대해 최적화되며, 종단된 50 Ω 환경에서 고속 신호를 측정하는 실제 조건과 상당히 비슷합니다.

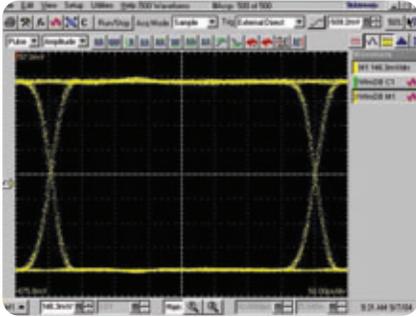
프로브 대역폭 지정을 위한 이 새 Agilent 방법의 제한 사항 중 하나는 고대역폭 및 프로브 로딩의 양이 많은 프로브의 경우를 고려해야 한다는 것입니다. 이러한 프로브는 Agilent 대역폭 측정 방법을 사용하면 대역폭이 매우 높은 것으로 나타나지만, 실제 환경에서는 그 유용성이 제한됩니다.

시간 도메인 응답 - 로드된 응답 프로브 사용으로 인한 문제

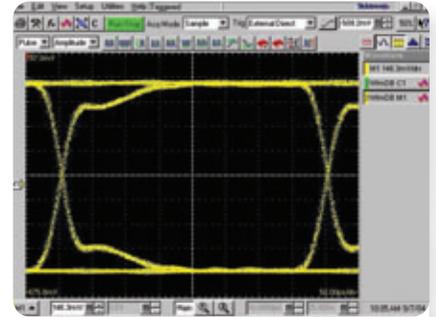
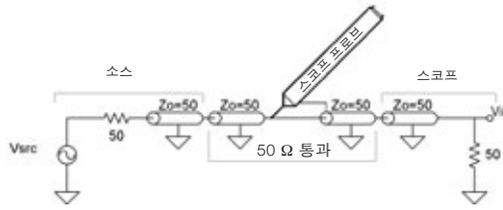
주파수 응답 측정값인 대역폭이 오실로스코프의 주요 사양 중 하나이기는 하지만, 오실로스코프는 주로 시간 도메인에 사용되는 장비입니다. 오실로스코프에 표시되는 데이터는 진폭 대 시간의 그래프입니다. 주파수 도메인에서는 작아 보이는 차이도 시간 도메인에서는 상당한 영향을 줄 수 있습니다.

프로브 대역폭 계산

▶ 기술 요약



소스로부터 로드되지 않은 아이 패턴*



로드된 아이 패턴

▶ **그림 13.** CSA/TDS8000 샘플링 오실로스코프에 표시된 프로브 로딩의 시간 도메인 효과. *2.5 Gb/s PRBS7 데이터 패턴, 40 ps 10/90% 상승 시간

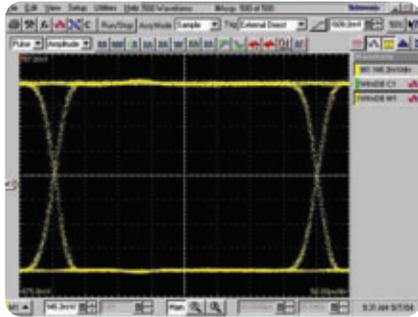
구형파는 오실로스코프 디스플레이에 표시되는 것보다 훨씬 복잡합니다. 푸리에 연산에 따라 완벽한 구형파는 무한 고조파 사인 곡선으로 분리될 수 있습니다. 그러나 오늘날 프로브 및 오실로스코프에는 무제한의 대역폭이 없기 때문에 구형파 신호가 완벽하게 표시되지 않습니다. 구형파 신호는 낮은 상태에서 높은 상태로 빠르게 변경할 수 없기 때문에 상승 시간 및 하강 시간 횡수를 사용하여 이러한 변경 속도를 특성화합니다. 고주파 내용이 많을수록 상승 및 하강 시간이 빨라집니다. 구형파 신호 에지의 선명도는 사용 가능한 고주파 내용의 양에 의해 영향을 받습니다. 프로브 로딩은 주파수에 따라 변경되며 일반적으로 주파수가 높을수록 낮아집니다. 따라서 프로브 로딩은 단계 함수 또는 구형파의 결과에 직접적으로 영향을 줍니다. 그림13은 아이 다이어그램에 영향을 주는 프로브 로딩을 보여 줍니다.

언로드된 응답(Tektronix) 또는 로드된 응답(Agilent)을 표시하는 두 가지 원칙 사이의 차이점은 시간 도메인에서 보다 확실하게 나타납니다.

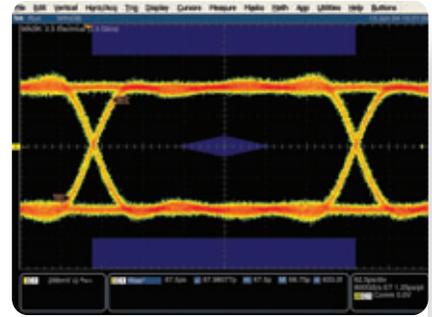
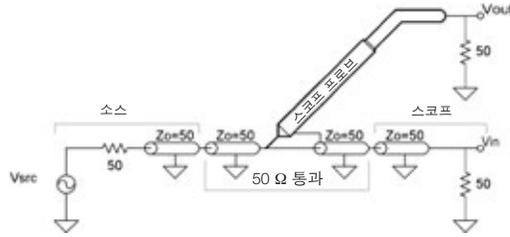
이러한 원칙의 차이점이 실제 작업 환경에서는 줄어드는 방식

그림14 및 그림15에 표시된 것과 같이 두 가지 측정 방식은 정해진 원칙대로 구현됩니다. Tektronix 프로브는 프로브가 부착되기 전에 피검소자에 출력된 원래 신호를 표시하도록 설계되었습니다. 이 빠른 상승 시간을 가진 신호에 대해서도 오실로스코프에 표시되는 응답은 소스에 의해 생성되는 아이 다이어그램과 매우 유사합니다. Agilent 프로브는 프로브가 부착된 후 피검소자의 신호인 로드된 신호를 표시하도록 설계되었습니다. Agilent 오실로스코프 디스플레이에 표시된 응답은 로드된 아이 패턴과 기능이 유사합니다.

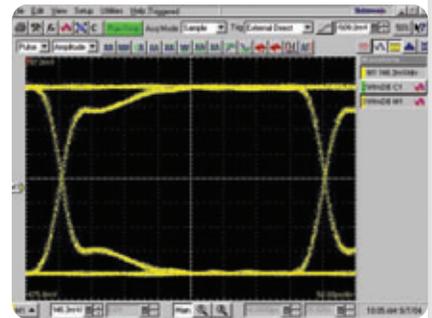
표시 및 측정하려는 대상에 따라 두 가지 프로브 교정 방법이 모두 유효합니다. Tektronix는 프로브가 부착되지 않았을 때 대부분의 프로브 사용자는 해당 회로 내에서 발생하는 현상에 대해 알고 싶어 한다고 간주합니다. 따라서 프로브는 이러한 요구 사항을 만족시키도록 설계되었습니다. 회로 내부에서 발생하는 현상을 이해하려면 Tektronix 프로브를 선택해야 합니다. 이러한 유형의 프로브는 많은 노력 없이 측정을 수행하는 데 적절한 범용 도구입니다.



소스로부터 로드되지 않은 아이 패턴*

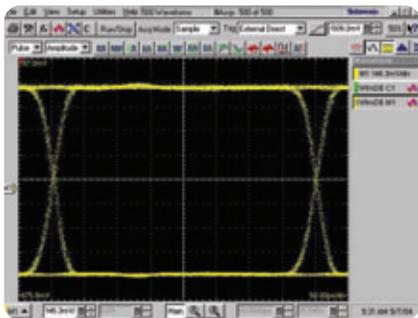


TDS6804B 오실로스코프에서의 Tektronix P7380 프로브 응답

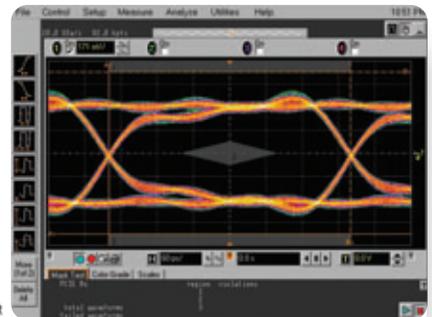
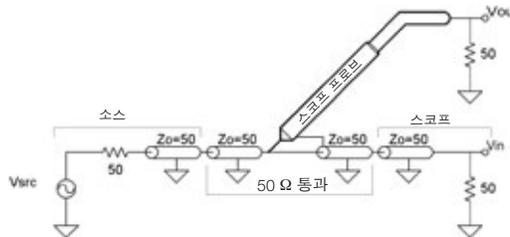


로드된 아이 패턴

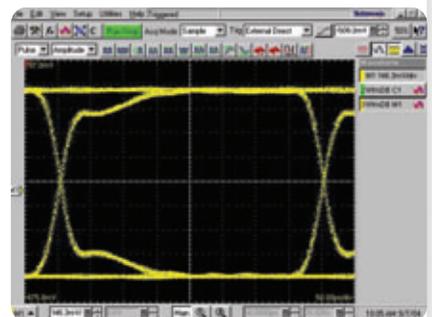
▶ 그림 14. 시간 도메인에서 언로드된 응답형 프로브의 예. *2.5 Gbps PRBS7 데이터 패턴, 40 ps 10/90% 상승 시간



소스로부터 로드되지 않은 아이 패턴*



54855A 오실로스코프에서의 Agilent 1134A 차동 프로브 팁 응답



로드된 아이 패턴

▶ 그림 15. 시간 도메인의 로드된 응답형 프로브 예제. *2.5 Gbps PRBS7 데이터 패턴, 40 ps 10/90% 상승 시간

프로브 대역폭 계산

▶ 기술 요약

프로브가 회로에 영향을 주는 방법에 대해 이해하려면 Agilent 프로브 선택을 고려해야 합니다. 이 프로브는 예를 들어 회로를 모델화 및 시뮬레이션할 수 있는 경우 유용합니다. 프로브 로딩은 모델에 추가할 수 있고 시뮬레이션 출력은 프로브 및 오실로스코프 출력을 통해 확인할 수 있습니다. Tektronix 프로브를 이러한 유형의 측정에 사용할 수 있지만 피검소자 테스트는 일반적으로 동축 케이블을 통해 오실로스코프 채널로 중단되어야 합니다. 이러한 유형의 연결을 회로 기판에서 항상 사용할 수 있는 것은 아닙니다.

Agilent 프로브는 몇 가지 특정 애플리케이션에서는 적합하지만 범용 도구로서는 적합하지 않습니다. 프로브 로딩이 항상 데이터에 포함되어 있기 때문에 많은 보조 계산 및 추가 시간을 소비해야만 프로브를 통해 원하는 데이터를 찾을 수 있습니다. 이러한 유형의 프로브는 상당히 복잡하기 때문에 범용 도구로서는 적합하지 않습니다.

엔지니어는 회로를 측정할 때 파악해야 할 사항을 알고 있으며, 프로브를 사용하여 모든 사항이 설계대로 작동 중인지를 확인합니다. Agilent 프로브는 프로브 로딩의 영향을 받을 때 시스템 성능만을 표시합니다. 그러면 엔지니어는 표시된 상태가 해당 시스템에 의한 것인지 프로브 로딩 효과의 일부에 의한 것인지를 판단해야 합니다. 데이터를 가져와서 다시 원래 신호를 찾을 수 있지만 이 프로세스는 어려우며 시간이 소요됩니다. Agilent에는 이 단계를 수행하는 자동화된 오실로스코프 루틴이 없습니다. 그러므로 이 작업을 측정된 모든 신호 파형에 대해 수행해야 합니다. 이 단계를 생략하면 기록된 데이터의 신뢰도가 떨어집니다. 이 현상의 문제점은 엔지니어가 오실로스코프에서 사용 가능한 상당히 많은 애플리케이션 중 하나를 사용하려는 경우 그 정도가 훨씬 심각할 수 있습니다.

이러한 모든 애플리케이션은 오실로스코프 데이터를 사용하여 분석을 수행합니다. 원시 프로브 데이터를 사용하는 경우 애플리케이션은 원래 신호에 없는 프로브의 추가 효과로 인해 잘못된 전달을 제공하거나 실패할 수 있습니다.

Agilent에는 프로브 출력을 가져와서 다시 원래 신호를 표시하는 데 사용할 수 있는 방법에 대해 자세하게 설명하는 애플리케이션 노트가 있습니다. Agilent 샘플링 오실로스코프에는 TDR(시간 도메인 반사 시험기) 측정을 수행하는 경우 테스트 장비 기능을 교정하는 데 사용할 수 있는 정규화 기능이 있습니다. 이 동일한 정규화 기능을 사용하여 프로브 로딩을 설명하고 프로브가 원래 신호를 표시하도록 할 수 있습니다. 이 방법의 단점은 정규화가 발생하기 전에 현재 위치에서 프로브 로딩을 통해 소스를 적절하게 특성화해야 한다는 것입니다. 대부분의 경우 프로브 사용자의 최종 목표는 해당 신호를 특성화하는 것입니다. 신호를 완전히 특성화한 다음 다시 돌아가 프로브에서 신호를 다시 측정하는 번거로운 작업을 수행할 필요가 없기 때문입니다. Agilent의 실시간 오실로스코프에는 이러한 정규화 기능이 없습니다. 이 문제에 대한 Agilent의 해결 방안은 불연속 구성 요소를 사용하여 프로브 보정 회로를 소스에 추가하는 것입니다. 그러나 이 해결 방안을 통해 원하는 효과를 얻을 수도 없을 뿐더러, 이는 해당 회로를 테스트하는 엔지니어에게는 실용적인 해결 방안이 아닙니다. Agilent 프로브에서는 원래 신호를 다시 가져와야 하는 반면, Tektronix 프로브에서는 이러한 작업을 직접 수행할 수 있습니다.

Agilent 프로브의 또 다른 단점은 마스크 테스트를 위해 안정적으로 사용할 수 없다는 점입니다. 그림에서 알 수 있듯이 프로브 로딩은 고속 디지털 신호의 전면 모서리에 상당한 영향을 줄 수 있습니다. 프로브 로딩이 응답의 일부이기 때문에, 이는 신호가 마스크 테스트를 인위적으로 실패 또는 통과시키는 원인이 됩니다.

마스크 테스트는 고속 직렬 데이터 테스트를 위한 중요한 도구입니다. 대부분의 직렬 데이터 표준은 데이터 스트림이 표준을 준수하는지 확인하는 데 사용할 수 있는 마스크를 지정합니다. 일반적으로 마스크는 종단된 50 Ω 오실로스코프 채널 또는 P7380SMA 등의 SMA 입력 프로브와 같이 라인 끝 수신기와 함께 사용하도록 설계되었습니다. 라인 끝 수신기는 프로브 로딩 문제를 처리하지 않아도 됩니다. 수신기에 도달하는 신호 품질은 주로 전송 라인 및 50 Ω 종단의 품질에 따라 결정됩니다. 마스크는 원하는 환경에서 직렬 데이터 스트림의 제한을 정의합니다. 이러한 환경에는 프로브 로딩과 같은 외부 요소는 포함되지 않습니다. 직접 오실로스코프로 연결하기 위해 직렬 데이터 스트림에 액세스하려는 경우, 액세스가 불가능한 경우도 있습니다. 고속 직렬 연결된 두 개의 칩이 동일한 보드에 있는 경우를 예로 들 수 있습니다. 이 경우 오실로스코프 프로브를 사용하지 않으면 데이터 스트림에 액세스할 수 없습니다.

Tektronix 프로브는 프로브가 원래 환경에 있던 신호를 다시 생성하도록 설계되었기 때문에 마스크 테스트를 위해 사용할 수 있습니다. 반면에 Agilent 프로브는 프로브 로딩을 포함하며 유효한 마스크 테스트를 수행하는 기준을 만족시킬 수 없는 신호를 표시합니다. Agilent 프로브를 통해 마스크 테스트를 수행하도록 설계된 회로의 경우, 프로브가 잘못된 환경에서 테스트를 수행하므로 프로브가 시스템에 연결되지 않은 경우에는 문제가 발생할 수 있습니다. Agilent 프로브는 특수하게 수정된 마스크를 사용하는 경우 표준 준수 테스트를 수행하는 데 사용할 수 있지만, 표준 위원회에서 지정한 표준 마스크를 사용할 수는 없습니다.

또한, 프로브 로딩이 단계 응답의 전면 모서리에 영향을 주기 때문에 Agilent 프로브의 상승 시간 측정은 유효하지 않을 수도 있습니다. 오실로스코프 화면에 표시되는 프로브 응답은 로딩을 포함합니다. 오실로스코프 측정 알고리즘은 일반적으로 측정을 수행하기 위해 10-90% 지점을 찾도록 설계되었습니다. 전면 모서리의 왜곡으로 인해 90% 지점이 상당히 달라져 잘못된 값을 측정할 수 있을 만큼 파형 모양이 바뀔 수 있습니다. 20-80% 상승 시간 측정은 측정이 모서리보다 훨씬 떨어진 위치에서 수행되기 때문에 전면 모서리 왜곡보다 영향이 적습니다.

결론

오실로스코프 프로브는 엔지니어가 신속하게 측정을 수행하여 제품을 출시할 수 있도록 하는 도구입니다. 지난 몇 년 동안 신호 속도가 빠르게 증가함에 따라 프로브 사용자가 이해하고 설명해야 하는 프로브가 복잡해지고 있습니다. 예전에는 모든 오실로스코프 프로브 설계자가 동일한 원칙을 적용했습니다. Agilent의 로드된 응답형 프로브의 도입으로 인해 프로브 사용자는 추가적인 도구를 사용할 수 있게 되었지만, 이는 또한 일부 혼란의 원인이 되고 있습니다.

사용하는 프로브 유형과 관계없이 프로브가 피검소자와 상호 작용하는 방식을 주의 깊게 이해해야 합니다. Agilent 프로브는 소규모 애플리케이션 세트에 대해서는 적절한 도구일 수 있지만 프로브 로딩을 산출하는 데 추가적인 계산이 필요하기 때문에 피검소자 특성화, 검증 및 마스크 테스트와 같은 범용 프로브 작업에는 적합하지 않습니다. 반대로 Tektronix 프로브는 직접 원래의 언로드된 신호에 대해 시도하기 때문에 범용 프로브 작업에 적합한 도구입니다.

출처:

"Z-Active™: A New High Performance Probe Architecture",
Tektronix, Inc.

"ABC's of Probes", Tektronix, Inc.

"Side-by-Side Comparison of Agilent and Tektronix Probing
Measurements on High-Speed Signals", Agilent 애플리케이션
노트 1491 Agilent Technologies, Inc.

"Time-Domain Response of Agilent InfiniiMax Probes and
54850 Series Infiniium Oscilloscopes", Agilent 애플리케이션
노트 1461 Agilent Technologies, Inc.

사용 설명서: 1134A 7 GHz InfiniiMax 차동 및 신호 종료 프로
브(출판 번호 01134-97007), Agilent Technologies, Inc.

Tektronix 연락처:

ASEAN/호주/파키스탄 (65) 6356 3900
남 아프리카 +27 11 254 8360
네덜란드 090 02 021797
노르웨이 800 16098
대만 886 (2) 2722-9622
대한민국 82 (2) 528-5299
덴마크 80 88 1401
독일 +49 (221) 94 77 400
러시아, CIS 및 발트해 7 095 775 1064
룩셈부르크 +44 (0) 1344 392400
멕시코, 중앙 아메리카 및 카리브해 52 (55) 56666-333
미국 1 (800) 426-2200
미국 (수출 영업) 1 (503) 627-1916
발칸, 이스라엘, 남아프리카 및 다른 ISE 국가 +41 52 675 3777
벨기에 07 81 60166
브라질 및 남아메리카 55 (11) 3741-8360
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) 80-22275577
일본 81 (3) 6714-3010
중국 86 (10) 6235 1230
중동, 아시아 및 북아프리카 +41 52 675 3777
중동부 유럽, 우크라이나 및 발트해 국가 +41 52 675 3777
중유럽 및 그리스 +41 52 675 3777
캐나다 1 (800) 661-5625
포르투갈 80 08 12370
폴란드 +41 52 675 3777
프랑스 및 북아프리카 +33 (0) 1 69 81 81
핀란드 +41 52 675 3777
홍콩 (852) 2585-6688
기타 지역은 Tektronix, Inc.
(503) 627-7111번으로 문의하십시오.
마지막 업데이트 날짜: 2004년 11월 3일

추가 정보

Tektronix는 애플리케이션 노트, 기술 요약 및 기타 리소스 모음을 지속
적으로 폭넓게 제공함으로써 최신 기술 분야에 종사하고 있는 엔지니어
에게 도움을 주고 있습니다. www.tektronix.com을 방문해 주십시오.



Copyright © 2004, Tektronix, Inc. All rights reserved. Tektronix 제품은 출원되었거나 출원 중인 미국 및
외국 특허에 의해 보호됩니다. 본 출판물에 있는 정보는 이전에 출판된 모든 자료를 대체합니다. 본
사는 사양과 가격을 변경할 권리를 보유합니다. TEKTRONIX 및 TEK는 Tektronix, Inc.의 등록 상표입
니다. 참조되는 다른 모든 상표 이름은 해당 회사의 서비스 마크, 상표 또는 등록 상표입니다.

11/04 FLG/WOW

60K-18324-0

Tektronix
Enabling Innovation