키사이트테크놀로지스

보다 효율적인 디지털 멀티미터 측정을 위한 8가지 힌트

어플리케이션 노트

KEYSIGHT TECHNOLOGIES

힌트 1. 연결, 테스트 리드 또는 와이어로 인한 측정 에러 피하기

연결 및 와이어로 인한 에러를 제거하는 가장 간단한 방법은 널(null) 측정을 하는 것입니다. DCV나 저항 측정의 경우, 측정에 적합한 범위를 선택한 후에 프로브를 연결하고 측정되기를 기다린 다음(거의 0에 가까워야 함) 널(null) 버튼을 누릅니다. 이후의 측정치에서 널(null) 측정치를 뺍니다. 널(null) 측정은 DC 측정과 저항 측정에 모두 적합하지만, AC 측정에는 이 기법을 적용할 수 없습니다. AC 컨버터는 대역폭의 가장 낮은 부분에서 작동하도록 설계되지 않았으며, 키사이트 34401A 디지털 멀티미터의 아날로그 컨버터는 전체 스케일의 10% 미만으로 지정되지 않습니다. 키사이트의 34410A 및 34411A 멀티미터는 디지털 기법을 사용하며 전체 스케일의 1%까지 측정할 수 있지만, 단락을 측정하도록 설계되어 있지 않습니다.

연결

서로 다른 금속을 연결하면 열전쌍 접합부가 형성됩니다. 열전쌍 접합부는 온도에 따라 변하는 전압을 생성합니다. 이 때 만들어지는 전압은 작지만, 사용자가 작은 전압을 측정하거나 시스템에 많은 연결이 있는 경우에는 해결해야 합니다. DUT, 릴레이(멀티플렉서)및 멀티미터 등과 연결되는 부분을 살펴보아야 합니다. 구리-구리 (Copper to Copper) 접합을 사용하면 오프셋을 최소화하는 데 도움이 됩니다.

저항 측정을 할 때에는 오프셋 보상을 사용하여 전압을 측정하고 오류를 제거할 수 있습니다. 그림 1은 오프셋 보상 측정에 사용되는 두 가지 측정을 나타내는데, 첫 번째는 전류 소스를 이용한 측정이며, 두 번째는 전류 소스를 이용하지 않는 측정입니다. 첫 번째 측정치에서 두 번째 측정치를 빼고 알려진 전류 소스로 나누면 실제 저항을 구할 수 있습니다. 이 두 가지 측정은 판독을 기준으로 수행되므로, 판독 속도가 감소하지만 정확도는 개선됩니다. 오프셋 보상은 2와이어 측정과 4와이어 측정에서 모두 사용이 가능합니다.

리드

4와이어 옴 측정 방법은 작은 저항을 가장 정확하게 측정할 수 있는 방법입니다. 이 방법을 사용하면 테스트 리드 저항과 접촉 저항이 자동으로 감소합니다. 4와이어 저항 측정을 위한 연결은 그림 2와 같습니다. 알려진 전류 소스를 사용하여 저항에서 발생된 전압을 측정한 다음 미지의 저항을 계산할 수 있습니다. 리드를 더 사용하면 미지의 저항에 전류가 인가되어 전압이 생성되며, 전압 감지 리드를 통해 이 전압을 측정할 수 있습니다. 전압 감지 리드를 통해서는 전류가 흐르지 않으므로 이 리드에서 추가적인 전압 강하는 발생하지 않습니다.

멀티미터 내부 오프셋

멀티미터 내부의 오차 소스를 제거하기 위해 자동 영점 조정이 사용됩니다. 자동 영점 조정을 사용하면, 각 측정 후에 멀티미터에서 내부적으로 입력 신호를 자동으로 끊고 영점 조정 측정을 수행합니다. 그런 다음 측정치에서 영점 조정 측정치를 뺍니다. 이렇게 하면 멀티미터의 입력 회로에 나타나는 오프셋 전압이 측정 정확도에 영향을 주지 않습니다. 자동 영점 조정은 4와이어 측정에 대해서는 항상 사용하도록 설정되어 있지만, 2와이어 측정에서는 측정 속도를 높이기 위해 해제할 수 있습니다.

자동 영점 조정이 해제된 경우, 멀티미터의 영점 조정 측정치를 이후의 모든 측정치에서 뺍니다. 기능, 범위 또는 통합 시간을 변경할 때마다 새로운 영점 조정 측정이 수행됩니다.

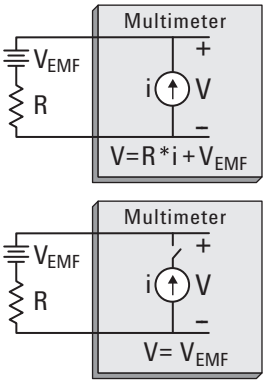


그림 1
두 가지 측정을 이용한 오프셋 보상, 첫 번째 측정은 표준 옴 측정이며, 두 번째 측정에서는 열 EMF에 의해 발생한 오프셋을 측정합니다. 미터 측정치는 두 측정치의 차를 알려진 전류 소스로 나눈 값입니다.

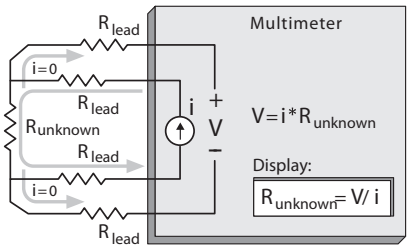


그림 2
전압 감지 리드를 통해서는 전류가 흐르지 않습니다. 멀티미터에서는 측정된 전압을 알려진 전류로 나누어 미지의 저항을 구합니다.

힌트 2. 큰 저항 측정

안정화 시간 효과

저항과 병렬로 연결된 캐패시턴스는 초기 연결 후 또는 범위 변화 후에 안정화 시간 오류를 야기합니다. 현대적인 멀티미터는 트리거 지연을 삽입하여 측정 시간을 안정화할 수 있습니다. 트리거 지연의 길이는 선택한 기능과 범위에 따라 달라집니다. 이러한 지연은 케이블과 디바이스의 캐패시턴스가 수백 pF 미만인 저항 측정에서는 문제가 되지 않지만, 저항기에 병렬 캐패시턴스가 있거나 100 kΩ 이상의 저항을 측정할 경우에는 기본 지연으로 부족합니다. RC 시정수의 영향으로 인한 안정화 시간이 상당히 길어질 수 있기 때문입니다. 일부 정밀 조항기와 다기능 교정기에서는 높은 저항치와 병렬 캐패시터(1000 pF~100 µF)를 사용하여 내부 회로에 의해 유입되는 노이즈 전류를 차단합니다. 케이블 및 다른 장치의 유전성 흡수(soak) 효과로 인한 부적합한 캐패시턴스는 RC 시정수를 증가시켜 훨씬 더 긴 안정화 시간이 요구될 수 있습니다. 이러한 상황에서 측정을 하려면, 먼저 트리거 지연을 증가시키는 것이 좋습니다.

캐패시턴스가 있을 때 오프셋 보상

저항기에 병렬 캐패시턴스가 있는 경우 오프셋 보상을 해제하는 것이 더 좋을 수 있습니다. 전류 소스가 켜지지 않은 상태에서 오프셋 보상으로 두 번째 측정을 하면, 전압 오프셋이 모두 측정됩니다. 그러나 장치의 안정화 시간이 길면 오프셋 측정에 오류가 생길 수 있습니다. 이러한 경우 멀티미터에서 안정화 시간 문제를 방지하기 위해 오프셋 측정에 같은 트리거 지연을 적용합니다. 장치가 완전히 안정되도록 트리거 지연을 증가시키는 것도 한 가지 해결 방법입니다.

고저항 측정에서의 연결

큰 저항을 측정할 경우, 절연 저항과 표면 오염으로 인해 큰 오차가 생길 수 있습니다. 그러므로 '깨끗한'고저항 시스템을 유지하기 위해 필요한 조치를 수행해야 합니다. 테스트 리드와 픽스쳐는 절연 물질 및'오염된'표면 막의 습기 흡수로 인해 누출될 염려가 있습니다. 나일론과 PVC는 PTFE 테프론 절연체(1013 옴)에 비해 상대적으로 절연성이 약한(109 옴) 절연체입니다. 습한 환경에서 1 MΩ 저항을 측정할 경우, 나일론 또는 PVC 절연체에서의 누출 때문에 0.1%의 오차가 발생할 수 있습니다.

힌트 3. DC 오프셋을 이용한 AC 측정

많은 신호에는 AC 성분과 DC 성분이 모두 포함되어 있습니다. 예를 들어, 비대칭 구형파에는 두 성분이 모두 포함되어 있습니다. 많은 오디오 신호에는, 출력 트랜지스터를 구동하는 DC 바이어스 전류 때문에 발생한 DC 오프셋이 포함되어 있습니다. 경우에 따라서는 DC+AC 전압을 모두 측정하는 것이 좋지만, AC 성분만 측정하는 것도 가능합니다. 이 오디오 예제에서 증폭기 게인은 입력 AC 전압을 출력 AC 전압에 비교한 값입니다.

대부분의 최신 멀티미터에서는, AC RMS 컨버터 앞에 DC 차단 캐패시터를 사용합니다. DC 전압을 차단하면, 멀티미터로 AC 값 만을 측정할 수 있습니다. 최상의 측정을 위해 멀티미터에서 AC 신호를 확대/축소할 수 있다는 점이 더욱 중요합니다. 예를 들어, 전원 공급기의 AC 리플을 측정하는 경우, AC 성분 만을 기준으로 범위를 선택하면, 멀티미터에서 하이레벨 DC 신호는 차단하지만 AC 신호가 증폭될 수 있습니다.

가장 정확한 AC+DC 측정을 위해서는, 두 성분을 각각 측정해야 합니다. 적절한 범위를 사용함으로써, AC 성분을 차단하는 최상의 DC 측정을 하도록 멀티미터를 구성할 수 있습니다. AC 측정을 할 경우 AC 성분에만 적절한 범위를 선택합니다. 전체 AC+DC RMS 값은 다음 공식을 통해 계산할 수 있습니다.

$$\textbf{True RMS}_{AC+DC} = \textbf{SQRT}\left(\textbf{AC}^2 + \textbf{DC}^2\right)$$

키사이트의 새로운 34410A 및 34411A에서는, AC 전압을 측정할 때 DC 차단 캐패시터를 사용합니다. AC 측정은 보다 빠른 안정화 시간을 제공하는 디지털 기법을 사용하여 수행이 가능하며, 펄스트레인을 측정할 때 흔히 발생하는 더 높은 파고율을 처리할 수 있습니다. 펄스를 측정할 때에는 멀티미터의 대역폭보다 큰 주파수가 포함되지 않아야 합니다. 34410A와 34411A로 최고 300 kHz의 AC 신호를 측정할 수 있습니다. AC 성분의 주파수가 대부분 8 kHz 미만이면, 34410A 또는 34411A에서 피크 감지가 가능한 DC 기능을 사용하여 DC 및 AC 성분을 모두 정확하게 측정할 수 있습니다. 더 높은 주파수의 신호에 대해서는, AC 성분을 따로 측정하고 상기 공식을 사용하여 AC+DC 측정치를 계산할 수 있습니다.

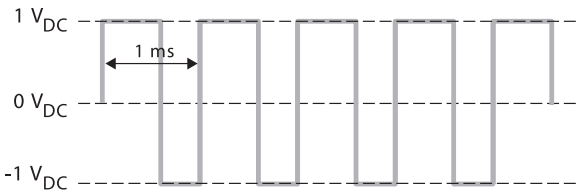


그림 3

듀티 사이클이 50%가 아닌 비대칭 구형파 파형. 멀티미터를 사용하여 AC 성분과 DC 성분을 모두 측정할 수 있습니다.

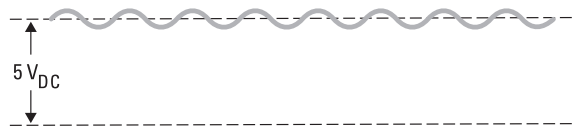


그림 4

DC 전원 공급기의 출력에 일부 리플 AC 노이즈가 있습니다. AC 성분과 DC 성분을 측정하면 전원 공급기 출력 특성을 분석할 수 있습니다.

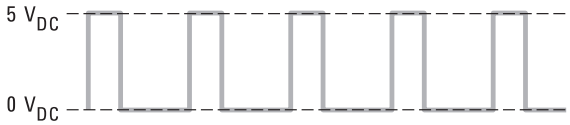


그림 5

펄스 트레인에 DC 성분과 AC 성분이 모두 있습니다. 펄스를 측정할 때에는 멀티미터의 대역폭을 초과하지 않도록 주의해야 합니다.

힌트 4. 디지털멀티미터를 이용한 저주파 AC신호 측정

대부분의 최신 멀티미터에서는 20 Hz의 낮은 주파수를 가진 AC 전압을 측정할 수 있습니다. 일부 어플리케이션에서는 보다 낮은 주파수의 신호를 측정해야 하는 경우도 있습니다. 이러한 측정을 위해서는 적절한 멀티미터의 선택과 구성이 중요합니다. 지금부터 몇 가지 예를 살펴보겠습니다.

키사이트의 34410A 및 34411A 멀티미터에서는디지털 샘플링 방식을 사용하여, 3 Hz까지 측정하도록 지정된 True RMS 측정을 수행합니다. 디지털 방법을 사용하면 느린 필터의 경우 안정화 시간이 2.5 s로 개선됩니다. 최상의 측정을 위해서는 몇 가지의 사전 조치가 필요합니다.

1. 정확한 AC 필터를 설정하는 것이 중요합니다. 필터는 True RMS 컨버터의 출력을 평탄화합니다. 20 Hz 미만의 주파수에 대해서는 LOW를 설정해야 합니다. LOW 필터 설정에서는 멀티미터를 안정화하기 위해 2.5초의 지연을 삽입합니다.
   VOLTage:AC:BANDwidth MIN 명령을 사용하여 저역 필터를 설정합니다.

2. 측정 중인 신호의 최대 레벨을 알고 있는 경우, 수동 범위를 설정하면 측정 시간을 단축할 수 있습니다. 각 저주파 측정에 필요한 안정화 시간이 길면 길수록 자동 범위 조정 기능이 크게 느려질 수 있습니다. 수동 범위를 설정할 것을 권장합니다.

3. 34401A에서는 DC 차단 캐패시터를 사용하여 AC RMS 컨버터를 통해 DC 신호가 측정되지 않게 합니다. 이를 통해 멀티미터에서 AC 성분을 측정하는 데 가장 좋은 범위를 사용할 수 있습니다. 출력 임피던스가 높은 소스를 측정할 경우 차단 캐패시터가 안정화되려면 충분한 시간이 필요합니다. 안정화 시간은 AC 신호의 주파수가 아닌 DC 신호 변화의 영향을 받습니다.

키사이트 3458A를 사용하여 AC RMS 전압을 측정하는 세 가지 방법이 있습니다. 동기화 방식의 부분 샘플링 모드에서는 1 Hz까지 측정 할 수 있습니다. 낮은 주파수를 측정하도록 멀티미터를 구성하는 방법:

1. 동기화 방식의 부분 샘플링 모드로 SETACV: SYNC를 선택합니다.

2. 동기식 부분 샘플링을 사용할 경우, ACV와 ACDCV 기능을 위해 입력 신호가 DC 결합됩니다. ACV 기능에서는 수학적으로 측정치에서 DC 성분을 뺍니다. 일반적으로 AC 전압 단독으로는 그렇지 않으나, AC와 DC가 결합된 전압 레벨로 인해 과부하 상태가 야기될 수 있기 때문에 이 점을 고려해야 합니다.

3. 적절한 범위를 선택하면, 저주파 신호를 측정할 때 자동 범위 조정 기능에 의해 지연될 수 있기 때문에 측정 속도가 향상됩니다.

4. 파형을 샘플링하려면 멀티미터에서 신호의 주기를 결정해야 합니다. 시간종료 값을 결정하려면 ACBAND 명령을 사용합니다. ACBAND 명령을 사용하지 않으면, 파형이 반복되기 전에 멀티미터 시간이 종료될 수 있습니다.

5. 동기식 부분 샘플링 모드에서는 LEVEL 트리거를 사용하여 신호에 동기화합니다. 입력 노이즈 때문에 잘못된 레벨 트리거와 부정확한 측정치가 만들어질 수 있습니다. 신뢰할 수 있는 트리거 소스를 제공하는 레벨을 선택하는 것이 중요합니다. 예를 들어, 신호가 천천히 바뀌고, 노이즈 때문에 잘못된 트리거가 발생하기 쉬우므로 사인파의 피크를 방지해야 합니다.

6. 정확한 판독을 위해서는, 인접 환경이 전기적으로 '문제가 없는지' 확인하고 차폐된 테스트리드를 사용합니다. 레벨 필터링, LFILTER ON을 사용하면 잡음 감도를 감소시킵니다.

34401A도 34410A 및 34411A와 같은 방법으로 구성됩니다. 34401A에서는 DC 차단 캐패시터와 함께 아날로그 회로를 사용하여 RMS 전압을 변환합니다. 34401A는 3 Hz까지 측정하도록 지정됩니다. 최상의 측정을 위해서는, 저주파 필터를 선택하고 수동 범위 조정을 사용하여 DC 오프셋이 안정적인지 확인합니다. 느린 필터를 사용할 경우, 멀티미터가 안정화되도록 7초의 지연이 삽입됩니다.

힌트 5. 디지털 멀티미터를 사용하여 온도를 측정하기 위한 트랜스듀서 선택

디지털 멀티미터로 온도를 측정하기 위해서는, 저항 온도 감지기(RTD), 서미스터, IC 센서 및 열전쌍등 네 종류의 트랜스듀서가 널리 사용되며, 각 유형마다 각각 장단점이 있습니다.

보다 나은 감도를 위한 서미스터 사용

서미스터는 반도체 재료로 구성되며 탁월한 감도를 제공하지만, 그 온도 범위가 -80℃에서 150℃로 제한됩니다. 서미스터는 고도의 비선형 온도 저항 관계를 가지고 있기 때문에 변환 알고리즘이 복잡합니다. 키사이트 멀티미터는 표준 Hart-Steinhart 근사값을 사용하여 0.08℃ 분해능을 정확하게 변환합니다.

더 높은 정확도를 위한 RTD 사용

저항 온도 감지기(RTD)는 -200~500℃ 범위에 걸쳐 매우 정확하고 고도로 직선적인 저항 온도 관계를 제공합니다. 키사이트 34410A와 같은 최신 멀티미터는 0.0385옴/℃의 감도를 가진 IEC751 표준 RTD 측정을 제공합니다.

IC 온도 센서로 ℃당 선형 전압 생성

많은 계측기 공급업체들은 ℃ 또는 ℉ 단위로 온도에 대한 전압의 비를 산출하는 프로브를 제공합니다. 이러한 프로브에는 대개 National Semiconductor LM135 시리즈와 같은 IC 온도 센서가 사용됩니다. 온도 IC로 -50℃에서 +150℃까지 처리가 가능하며, 멀티미터 디스플레이에 나타난 프로브 출력에서 쉽게 온도를 계산할 수 있습니다. 예를 들어, 270 mV는 27℃입니다.

열전쌍은 극한적인 온도 측정 제공

열전쌍은 -210℃에서 1100℃까지 광범위한 온도를 측정할 수 있으며, 튼튼한 구성으로 혹독한 환경에 최적입니다. 다른 온도 센서와 달리, 열전쌍은 상대 측정 방법을 사용하며, 절대 측정을 위해 기준 접합부를 필요로 합니다. 대부분의 어플리케이션에서 외부 레퍼런스 연결을 추가하는 것은 비실용적입니다. 레퍼런스 연결이 내장된 34901A 20채널 멀티플렉서와 함께 키사이트 34970A 데이터 로거를 사용할 것을 권장합니다. 또한 34970A에는 공통의 열전쌍을 위한 온도 알고리즘이 내장되어 있습니다.

요약

단일 온도를 모니터하는 경우 서미스터 및 34410A와 같은 멀티미터로 간단한 저가형 솔루션을 만들 수 있습니다. 보다 정확한 온도 측정이 필요하면 RTD를 사용합니다. 많은 온도 또는 높은온도를 모니터할 경우, 전용 데이터 로거가 최선의 선택입니다.

	RTD	서미스터	IC 센서	열전쌍
측정 유형	절대	절대	절대	상대
장점	– 가장 안정적 – 가장 정확 – 열전쌍보다 선형	– 높은 감도 – 낮은 열 이니셔티브(고속) – 2와이어 측정	– 가장 선형 – 가장 높은 출력 – 저렴한 비용	– 넓은 온도 범위 – 튼튼함 – 자체 전원 공급 – 저렴한 비용 – 광범위한 물리적 형식
단점	– 높은 비용 – 높은 열 이니셔티브(저속) – 전류 소스 필요 – 작은 저항 변화 – 4와이어 측정 – 자체 가열	– 비선형 – 제한된 온도 범위 – 약함 – 전류 소스 필요 – 자체 가열 – 고온의 경우 4와이어 측정을 사용해야 함	– 250℃로 제한 – 전원 공급 필요 – 높은 열 이니셔티브(저속) – 자체 가열 – 제한된 구성	– 비선형 – 낮은 출력 전압 – 높은 열 이니셔티브(저속) – 저항 필요 – 연결, 산화 – 가장 둔감

표 1: 널리 사용되는 온도 트랜스듀서의 유형 비교

힌트 6. 멀티미터를 이용한 측정 그룹화

멀티미터는 흔히 2레벨 트리거링 시스템을 사용하여 측정을 하며, 두 가지 트리거링 조건이 모두 만족되어야 합니다. 그림 6은 34410A 멀티미터에 사용되는 2레벨 트리거링 모델을 나타냅니다. 일반적으로 단일 측정치를 취하는 경우, 트리거가 수신될 때 샘플 수와 트리거 수는 1로 설정됩니다. 단일 트리거가 수신될 때 샘플 수는 N개까지 선택할 수 있습니다. 샘플 수가 1로 남아 있고 트리거 개수가 N으로 증가되면, 각 측정치마다 트리거가 필요할 수 있습니다. 두 경우 모두, 각 측정치 사이에 트리거 지연이 삽입됩니다.

트리거 지연은 기본적으로 멀티미터에 의해 측정을 안정화하도록 구성되며 범위와 기능에 따라 달라집니다. 트리거 지연은 수동으로 설정할 수 있습니다. 지연이 소프트웨어에서 구현되고 약간의 시간 변화가 있다는 데 유의하십시오. 또한 측정 시간이 변화하는 경향이 있으므로, 이 구조를 사용하여 정기적인 간격으로 신호를 샘플링하기는 어렵습니다. 그림 7은 트리거 지연을 사용하여 수행한 일련의 측정을 나타냅니다.

두번째 트리거 모델은 그림 8과 같습니다. 이 모델은 34410A, 34411A 및 3458A에 사용됩니다. 이 모드에서는 트리거 지연과 샘플 간의 시간을 따로 설정할 수 있습니다. 또한 최소한의 시간 변화로 신속하게 측정을 하기 위해 샘플 루프(n 측정치)가 설계되어 있습니다. 대부분의 샘플 루프는 일관된 타이밍을 확보하기 위해, 최소한의 펌웨어를 사용하여 하드웨어에서 구현됩니다. 가능하면 빠르게 또는 타이머를 사용하여 샘플 측정을 하도록 34410A, 34411A 및 3458A를 구성할 수 있습니다.

버스트 측정을 구성하려면, 트리거 후 또는 첫번째 측정 전에 안정화가 가능하도록 트리거 지연을 설정합니다. 측정 간에 정밀한 간격을 설정하려면 타이머를 사용합니다. 34410A와 34411A에는 버스트 측정의 구성을 단순화하는 전면판 데이터 로거가 있습니다.

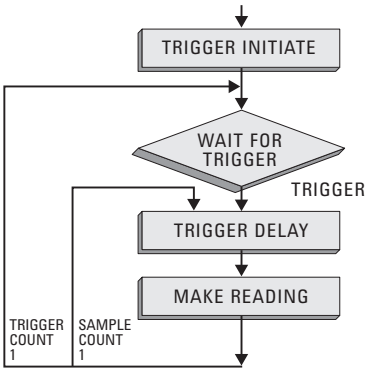


그림 6:

트리거 지연을 사용하여 시간의 경과에 따라 측정을 구분하는 간단한 트리거 구조

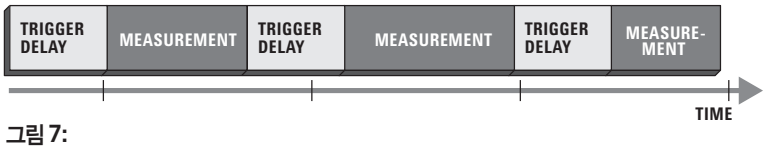


그림 7:

트리거 지연을 사용하여 수행한 측정, 각 측정이 완료되는 데 소요되는 시간이 서로 다릅니다. 이 모델은 각 측정 시작 사이의 시간이 변화하기 때문에 신호 샘플링에는 적합하지 않습니다.

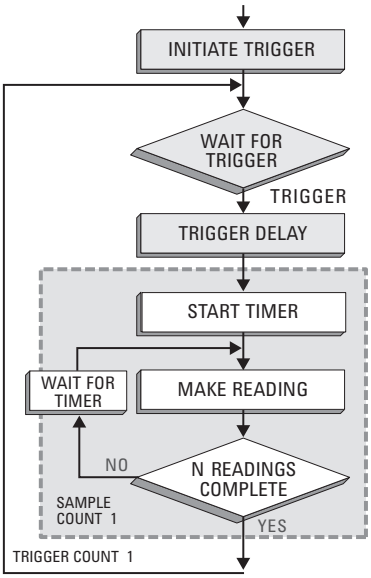


그림 8:

34410A와 34411A에 사용된 트리거 모델. 측정 간의 정밀한 타이밍이 가능

힌트 7. 멀티미터를 이용한 피크 감지

멀티미터는 DC 기능을 사용하여 저주파 신호를 샘플링할 때 적합합니다. 일반적으로 대역폭은 8 kHz 이하로 제한됩니다. 전통적으로 A/D 회로에서 전압을 측정할 수 있게 될 때까지 피크 전압을 포착하고 유지하기 위해서 아날로그 피크 감지 회로가 사용됩니다. 이 기법은 높은 대역폭을 제공하면서도 매우 짧은 지속 시간의 피크를 포착하기 위해 사용됩니다. 각 채널에서 피크 감지기와 함께 단일 A/D가 사용되는 멀티 채널 시스템에도 이 기법이 사용됩니다. 더 일반적인 기술은 신호를 매우 빨리 샘플링하고 최대값과 최소값을 저장하는 것입니다.

많은 어플리케이션에서, 오실로스코프 디스플레이에 표시된 노이즈 스파크에 포함된 에너지는 거의 중요하지 않습니다. 흔히 노이즈는 EMI에 의해 생성되며 해당 신호를 마스킹할 수 있습니다. 예를 들어, 자동차 엔진에서는 엄청난 양의 EMI가 발생합니다. 온도 또는 오일 센서에 의해 수행되는 측정과 같은 물리적 측정은 대개 상당히 느리게 변화합니다. 필터와 보다 느린 A/D를 사용하면 고주파 노이즈를 제거할 수 있습니다. 필터의 출력을 샘플링하기 위해 고속 A/D를 사용하지 않아도 됩니다.

흔히 멀티미터는 피크를 결정하고 측정하는 데 매우 적절한 도구입니다. 멀티미터는 적당한 샘플링 속도(1 KSa/s~50 KSa/s)와 함께 신호 조절(이득, 감쇄 및 저역 필터)을 제공합니다. 대부분의 멀티미터에는 최대값과 최소값을 결정하는 데 사용할 수 있는 수학 기능이 내장되어 있습니다. 수학 기능은 측정 속도를 떨어뜨릴 수 있기 때문에, 가장 높은 측정 속도를 얻으려면 데이터를 사후 처리해야 합니다. 측정 속도를 높이는 다른 방법으로는 작은 간극 선택, 자동 범위 조정 기능 끄기, 디스플레이 끄기 등이 있습니다.

신호 특성을 분석하고 피크를 결정하는 것은, 키사이트의 새로운 34410A 및 34411A 멀티미터에 피크 감지 기능이 있는 것과 같이 상당히 일반적인 작업입니다. DC 신호를 모니터할 때 두번째 디스플레이를 사용하여 최대 피크, 최소 피크 및 피크 대 피크 값을 표시할 수 있습니다. 피크 감지 기능은 멀티미터의 간극 설정과 관계없이 항상 50 KSa/s로 샘플링 되며, 수학은 필요하지 않습니다. 그림 9는 피크 측정이 일반적으로 각 측정에 대해 업데이트 되는 것을 보여 줍니다.

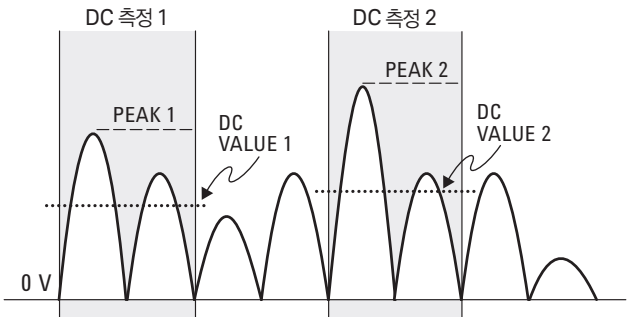


그림 9:
피크 측정이 각 측정에서 수행됩니다.

그림 10과 같이, DC 측정치 그룹에 대해 단일 피크 측정 결과를 반환하는 측정 그룹을 설정하는 것이 단일 측정 방법의 대안입니다.

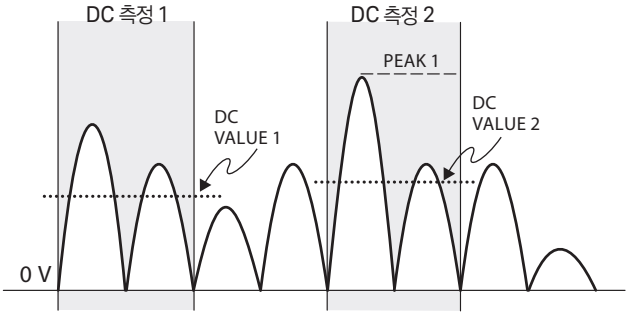


그림 10:
일련의 측정에 대해 단일 피크 측정값을 반환합니다.

세 번째 대안은 멀티미터 간극을 변경하여 하나의 긴 측정을 수행하는 것입니다. 세 번째 방법은 그림 11과 같습니다. 보다 긴 측정에 대해 단일 피크측정을 반환합니다.

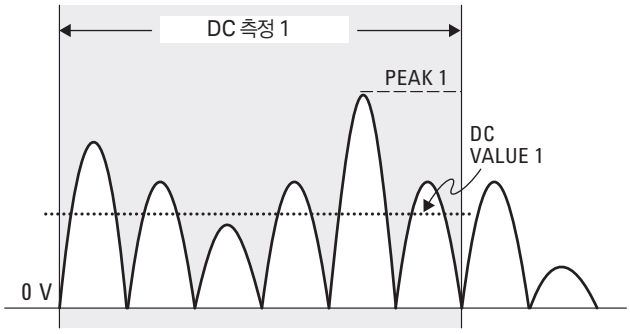


그림 11:
하나의 측정에 대해 단일 피크를 반환하지만, 더 긴 기간 동안 측정이 가능합니다.

34410A 및 34411A의 피크 감지 기능은 20µ sec마다 신호를 샘플링합니다. 피크는 다음 트리거 때까지 유지됩니다. 더 긴 시간 동안 피크 값을 유지하기 위해 간극을 변경할 수 있습니다. 각 피크 측정에서 피크 대 피크, 피크 최대값 및 피크 최소값이 제공됩니다.

힌트 8: 멀티미터를 최대한으로 활용하기 위한 액세서리의 사용

프로빙 간소화

흔히 PC 보드에 프로브를 연결하려면, 양손과 양쪽 눈을 모두 사용해야 합니다. 멀티미터 디스플레이를 집중해서 바라보다 보면 프로브가 미끄러지기 일수입니다. 34401A, 34410A 및 34411A와 같은 일부 멀티미터는 유효한 측정치를 고정시키는 측정치 유지(Hold) 기능을 제공합니다. 측정치를 동결하면 프로빙에만 전념할 수 있습니다. 키사이트 34133A 정밀 전자 테스트 리드를 사용하면 프로브 작업이 더욱 쉬워질 수 있습니다. 테스트 리드는 작고, 가벼우며, 키사이트의 특허 기술인 크라운 포인트 포고 핀(crown point pogo pin)을 사용하는 브라우저를 탑재하고 있습니다. 스프링 방식의 핀 끝부분이 매우 작은 움직임을 흡수하며, 크라운 포인트가 납 속으로 파고들어 안정된 특정을 도와줍니다.

고전압 및 고전류 프로빙

고전압 프로브를 이용하면 멀티미터로 고전압을 안전하게 측정할 수 있습니다. 키사이트 34136A 고전압 프로브는 고정 입력 임피던스 모드(입력 저항 10 MΩ)에서 34401A, 34410A 및 34411A와 사용이 가능하도록 설계되었습니다. 이 프로브는 전압계의 측정 기능을 40 kV DC로 확장하는 1000:1 분할기입니다.

DC 및 저주파 AC 전류(30 A 및 연속 15 A까지)를 측정하려면, 에폭시로 둘러싸인 플라스틱 용기에 들어 있는 정밀 0.001 옴 저항기인 키사이트 34330A 분류기(위 그림)를 사용해 보십시오. 출력은 분류기를 통해 흐르는 전류 A당 1 mV입니다. 측정할 전류는 연결 단자를 통해 분류기에 연결됩니다. 와이어를 꽂고 연결 단자를 조이면 쉽게 연결됩니다.

프로브와 설명서를 계측기와 함께 보관

프로브나 사용 설명서를 찾느라 시간을 허비하십니까? 계측기에 부착 가능한'주머니'에 보관하면 더 이상 찾아 헤멜 필요가 없습니다. 키사이트는 가장 인기 있는 멀티미터에 꼭 맞는 두 가지 크기의 나일론 파우치를 제공합니다. 34162A 파우치는 34410A 및 34411A 멀티미터와 같은 보다 작은 계측기에 맞도록 특별히 디자인되었습니다. 34161A 파우치는 34401A와 34420A 멀티미터에 적합합니다.

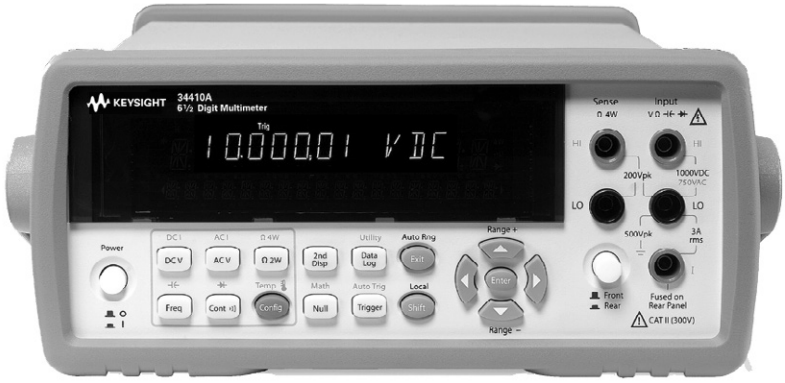
4와이어 옴(Ω) 측정을 하십니까? 프로브를 추가로 주문하십시오.

4와이어 옴 측정을 하는 경우, 또 하나의 리드 세트가 필요합니다. 34138A 리드는 34410A 및 34411A와 함께 제공된 리드와 동일하며, 이 리드에는 미세 탐침 프로브 몇 개와 미니 그래버가 포함되어 있습니다. 키사이트의 34132A 딜럭스 테스트 리드 키트에는 테스트 리드 2개, 스프링 방식의 회수 가능한 후크 리드, 악어 클립, 니들 포인트 및 재활용 가능한 나일론 파우치가 들어 있습니다.

깔끔한 와이어 용구 정리 및 오프셋 오류 최소화

키사이트 34171A DMM 입력 단자 커넥터 블록은, 편리하고 안전하게 5개의 입력 단자 모두에 와이어를 연결하는 방법을 제공하는 커넥터 2개 세트입니다. 단자는 저열 구리 합금으로 만들어져 서로 다른 금속으로 인한 열 유도 전압을 최소화합니다. 이 제품은 34401A, 34410A 및 34411A와 호환됩니다. 열 오프셋 전압을 최소화하려면 모든 연결에 같은 크기의, 도금되지 않은 구리선을 사용하십시오.

차세대 산업 표준 멀티미터 소개



키사이트의 34410A 및 34411A 디지털 멀티미터는 34401A보다 높은 성능, 추가 메모리 및 보다 많은 PC 연결 옵션을 제공합니다.

34401A **6.5 디지트 DMM**	**34410A** (5.5 디지트) **고성능 6.5 디지트 DMM**	**34411A** **보다향상된성능의6.5 디지트 DMM**
		34410A의 모든 기능에 다음의 기능들이 추가됩니다.
초당 1,000회 판독 (4.5 디지트)	초당 10,000회 판독 (5.5 디지트)	초당 50,000회 판독 (4.5 디지트)
512 판독 메모리	50,000 판독 비휘발성 메모리	1 M 판독 메모리 추가
0.0035%의 DC 정확도	0.0030%의 DC 정확도	아날로그 레벨 트리거링
GPIB 및 RS-232 지원	LAN, USB 및 GPIB 모두 지원	Pre/post 트리거링
	캐패시턴스 및 온도	
	데이터 로거 가능	
	이중 디스플레이	

예상보다 더 높은 정확도와 성능 확보

키사이트 34410A 및 34411A 6.5 디지트 DMM은 키사이트의 차세대 멀티미디어로, 산업 표준의 키사이트 34401A의 놀라운 성공을 바탕 위에 제작되었습니다. 새롭게 출시된 이 멀티미터는 향상된 정확도, 확장된 메모리, 새로운 트리거링 기능, 초당 50,000회 이상의 놀라운 판독 속도 뿐만 아니라, USB, GPIB, LAN 인터페이스를 표준으로 지원하여 측정 시스템으로의 연결 및 통합이 훨씬 간편해졌습니다. 듀얼 디스플레이는 듀얼 측정 기능을 제공하며, DMM을 설정하고 구성하는 것을 도와줍니다. 전반적으로 기능이 향상된 34401A는 벤치와 시스템에서 모두 최상의 성능을 보장합니다.

획기적 속도 향상

기존의 판독 속도나 빠른 시스템 처리율, 또는 이 모두에 대해, 34410A는 새로운 성능 기준을 설정하고 있습니다. 34410A는 혁신적인 A/D 기술을 사용하여 초당 10,000회 판독 (5.5 디지트)의 놀라운 속도를 실현했으며, 읽은 내용을 이와 동일한 속도로 컴퓨터에 전송하여 표시할 수 있습니다. 또한 트리거 대기 시간 및 트리거 지터가 1 µs 미만이며 버스 조회 응답이 500 µs 미만으로 트리거링이 빠르고 정밀합니다. 디지털 측정 기법을 이용해 고주파수와 저주파수에서의 정확성을 더욱 개선했기 때문에, 더욱 신속한 ACV 측정을 구현합니다. 보다 향상된 판독 속도를 원할 경우 초당 50,000회 판독(4.5 디지트) 의 34411A를 선택하십시오.

필요한 성능

34410A 및 34411A는 DCV, ACV, DCI, ACI, 2와이어 및 4와이어 저항, 주파수, 주기, 연결성 및 다이오드 테스트와 같은 일반적인 측정 외에도, 온도와 정전 용량 기능을 제공합니다. 또한 오프셋 보상 저항을 통해 전압이 걸려 있는 상태에서도 저항을 정확하게 측정할 수 있습니다. 뿐만 아니라, 측정 범위도 확장되어 DC 및 AC 전류 범위에서 100 µA까지 측정이 가능하므로, 분해능이 100 pA에 이릅니다. 실시간 수학 및 통계 기능도 포함되어, 피크 감지 기능을 통해 20 µs까지 짧은 피크를 포착할 수 있습니다

데이터 로거 기능을 이용한 무인 측정

전면판 데이터 로거 기능을 이용하면, 고정된 시간이나 이벤트 횟수 동안 무인 정속 측정을 수행한 후 추후 검토를 위해 결과를 저장하거나, 또는 컴퓨터로 전송하여 분석하도록 멀티미터를 설정할 수 있습니다. 한 시간 동안, 10초마다 측정을 하고 점심 식사 후 돌아와서 결과를 볼 수 있도록 멀티미터를 설정할 수도 있습니다. 상황에 맞는 전면판 시퀀스 덕분에 설정과 판독을 매우 간편하게 구현할 수 있습니다.

사양:

34410A / 34411A 디지털 멀티미터, 6.5 디지트

기능	범위	주파수, 테스트 전류 또는 부하 전압	1년 Tcal ± 5°C
DC 전압	100.0000 mV		0.0050 + 0.0035
	1.000000 V		0.0035 + 0.0007
	10.00000 V		0.0030 + 0.0005
	10.00000 V		0.0030 + 0.0005
	100.0000 V		0.0040 + 0.0006
	1000.000 V		0.0040 + 0.0006
True RMS AC 전압		3 Hz – 5 Hz	0.50 + 0.03
		5 Hz – 10 Hz	0.10 + 0.03
	100.0000 mV	10 Hz – 20 kHz	0.06 + 0.03
	to 750.000	20 kHz – 50 kHz	0.10 + 0.05
		50 kHz – 100 kHz	0.40 + 0.08
		100 kHz – 300 kHz	1.20 + 0.5
저항	100.0000 Ω	1 mA	0.010 + 0.004
	1.000000 kΩ	1 mA	0.010 + 0.001
	10.00000 kΩ	100 µA	0.010 + 0.001
	100.0000 kΩ	10 µA	0.010 + 0.001
	1.000000 MΩ	5 µA	0.012 + 0.001
	10.00000 MΩ	500 nA	0.040 + 0.001
	100.0000 MΩ	500 nA – 10 M	0.800 + 0.001
	1.000000 GΩ	500 nA – 10 M	8.000 + 0.001

DC 전류	100 µA ~ 3 A
AC 전류	100 µA ~ 3 A
주파수(주기)	3 Hz (0.333 s) ~ 300 kHz (3.33 s)
캐패시턴스	1 nF ~ 10 µF
온도	RTD: -220 ~ 600°C 서미스터 : -80 ~ 150°C
연결성	1000 Ω 범위, 임계값 10 Ω 고정
다이오드 테스트	1 V 범위, 1mA 테스트 전류
수학 기능 통계	범위 당 넓이 min/max/avg, dBm,dB, 한계 테스트
데이터 로거	비휘발성 메모리 : 50,000 읽기 휘발성 메모리 : 34410A, 50,000 읽기 34411A, 1,000,000 읽기 샘플 타이머, 0 ~ 3600 s, <100 ns 지터
인터페이스	LAN, USB, 및 GPIB (LXI class-C)
최대 입력	DC /AC 전압 : 1000 Vdc / 750 Vrms (1100Vpk) DC 및 AC 전류 : (250 V 퓨즈)
충격 및 진동	MIL-T-28800E, Type III, Class 5에 부합(사인 만 해당)
전력	100/120/220/240 V, 45-66 Hz, 360-440 Hz 25 VA 피크 (평균16 W)
중량	3.72 kg (8.2 lbs)
보증	3 년

34401A 디지털 멀티미터, 6.5 디지트

전 세계의 수많은 엔지니어들은 하루 업무를 마칠 때의 측정치가 처음과 같이 정확하다는 것을 알기 때문에, 빠르고 신뢰할 수 있는 결과 산출을 위해 키사이트 34401A를 이용합니다. 24시간 정확도는, DC 전압이 0.0015%, AC 전압이 0.06%입니다. 한 두 개의 버튼만 누르면 DC 전압에서 주파수, dB 및 dBm에 이르기까지 광범위한 기능이 보장됩니다. 한계 검사, 최소/최대/평균 판독 및 DC 전압 비율 등의 고급 테스트 기능이 있습니다.

3458A 디지털 멀티미터, 8.5 디지트

테스트에서 속도와 정확도가 절대적으로 요구되는 경우, 키사이트 3458A는 최대 100,000회 측정의 속도, 110개의 자동 범위 및 초당 340회의 설정 변경을 제공합니다. 정밀도가 가장 중요한 경우에는 0.1 ppm 전송 정확도를 가진 8.5 디지트 분해능을 선택하십시오. 24시간 정확도는 중간 대역 AC 전압이 0.6 ppm입니다. 또한 광범위한 수학 및 필터링 기능을 사용하여 측정 정확도를 개선할 수 있습니다.

34420A 나노볼트 미터, 7.5 디지트

키사이트 34420A 나노볼트/마이크로옴 미터는 7.5 디지트 분해능과 1.3 nVrms/8 nVpkpk 노이즈 성능을 가지고 있어 정밀 저레벨 측정에 최적입니다. 입력 채널이 2개이므로 전압을 따로 측정하거나 이들을 수학적으로 결합하여, 차와 비율 측정을 할 수 있습니다. 직접 SPRT, RTD, 서미스터 및 열전쌍 측정을 이용하면 광범위한 온도 센서를 추적할 수 있습니다.

L4411A 디지털 멀티미터, 6.5 디지트

현재 1U 하프랙 사이즈의 고성능 L4411A 61/2 디지트 디지털 멀티미터를 사용할 수 있습니다. 본 계측기는 공간이 협소한 제작 환경에 최적화된 컴팩트한 크기로 34411A의 모든 기능을 포함하고 있습니다.

myKeysight

myKeysight
www.keysight.com/find/mykeysight
사용자에게 가장 필요한 정보로 맞춤형 페이지를 설정할 수 있습니다.

AXIe

www.axiestandard.org
AXIe(AdvancedTCA® Extensions for Instrumentation and Test)는 범용 테스트 및 반도체 테스트를 위해 AdvancedTCA를 확장한 공개 표준입니다. 키사이트는 AXIe 컨소시엄의 창립 회원입니다. ATCA®, AdvancedTCA®, 그리고 ATCA 로고들은 PCI 산업공학제조 그룹의 US 트레이드마크로 등록 되어있습니다.

LXI

www.lxistandard.org
LXI(LAN eXtensions for Instruments)는 테스트 시스템에 이더넷(Ethernet) 및 웹(web)의 성능을 구현합니다. 키사이트는 LXI 컨소시엄의 창립 멤버입니다.

PXI

www.pxisa.org
PXI(PCI eXtensions for Instrumentation) 모듈러 계측은 견고한 PC 기반 고성능 측정 및 자동 시스템을 제공합니다.

3년 표준 워런티
www.keysight.com/find/ThreeYearWarranty
키사이트는 보다 우수한 제품 품질 및 보다 낮은 총 소유비용을 보장해 드립니다. 키사이트는 전 세계 모든 계측기에 3년 워런티를 제공하는 유일한 테스트 및 측정 회사입니다.

키사이트 보장 프로그램

www.keysight.com/find/AssurancePlans
최대 5년간의 제품 보호를 통해 갑작스러운 예산 지출을 피하고 최적의 작동성을 보장함으로써 정확한 측정을 유지할 수 있습니다.

www.keysight.com/quality
키사이트테크놀로지스
DEKRA Certified ISO 9001:2008
품질 관리 시스템

키사이트 공식 채널 파트너
www.keysight.com/find/channelpartners
일거양득의 효과를 누릴 수 있도록 키사이트의 측정 전문기술 및 광범위한 제품이 채널 파트너의 편리성과 결합되었습니다.

www.keysight.com/find/multimeters

키사이트테크놀로지스 제품, 어플리케이션 또는 서비스에 대한 자세한 정보는 키사이트로 문의하십시오.
www.keysight.com/find/contactus

본사
주소 | 서울 영등포구 여의나루로 57 20층 (신송 센터빌딩) 여의도 우체국 사서함 633
전화 | 1588-5522
팩스 | 2004-5522

계측기 고객 센터
전화 | 080-769-0800
팩스 | 080-769-0900

기술지원부
어플리케이션 및 교육 관련 문의
전화 | (02)2004-5212
팩스 | (02)2004-5199

대전사무소
주소 | 대전 서구 한밭대로 755 삼성생명빌딩 15층
전화 | (042) 489-7950
팩스 | (042) 489-7946

대구사무소
주소 | 대구광역시 동구 동대구로 441 18층 (영남타워)
전화 | (053)740-4900
팩스 | (053)740-4989

온라인 문의 :
www.keysight.com/find/contactus

KEYSIGHT TECHNOLOGIES

본 문서는 예고 없이 변경될 수 있습니다.
© Keysight Technologies, 2007 - 2014
Published in USA, August 20, 2014
5989-4279KOKR
www.keysight.com