

# **Agilent U2741A USB 모듈식 DMM**

## **사용 설명서**



**Agilent Technologies**

# 고지

© Agilent Technologies, Inc., 2008-2012

본 설명서의 어떤 부분도 어떤 형식 또는 수단 ( 전자적 저장 및 수정, 외국어로의 번역 포함 ) 으로도 미국 및 국제 저작권법에 따라 Agilent Technologies, Inc. 의 사전 동의 및 서명 동의 없이 복사하는 것을 금합니다 .

## 설명서 부품 번호

U2741-90008

## 판

제 4판, 2012년 5월 4일

Agilent Technologies, Inc.  
5301 Stevens Creek Blvd.  
Santa Clara, CA 95051 USA

## 상표 승인

Pentium 은 Intel Corporation 의 미국 등록 상표입니다 .

Microsoft, Visual Studio, Windows 및 MS Windows 는 미국 및 다른 국가에서 Microsoft Corporation 의 상표입니다 .

## 품질보증

이 문서의 내용은 " 있는 그대로 " 제공되며 향후 발행물에서 예고 없이 변경될 수 있습니다 . 그리고 Agilent 는 해당 법규가 허용하는 범위 내에서 본 설명서 및 여기 포함된 모든 정보 ( 상품성 및 특정 목적에의 적합성을 포함하며 이에 제한되지 않음 ) 에 대한 명시적 또는 묵시적인 모든 보증을 부인합니다 . Agilent 는 본 문서 또는 여기 포함된 정보의 제공, 사용 또는 실시와 관련된 모든 오류 또는 부수적 또는 파생적 손상에 대해 책임을 지지 않습니다 . Agilent 와 사용자가 본 문서의 내용에 해당하는 보증 조항이 포함된 별도의 서면 계약을 체결한 경우, 별도 계약의 보증 조항이 우선권을 갖습니다 .

## 기술 라이선스

본 문서에 설명된 하드웨어 및 / 또는 소프트웨어는 라이선스에 의해 제공되며 이 라이선스에 의해 사용 또는 복제될 수 있습니다 .

## 제한적 권리 범위

미국 정부의 제한적 권리 연방 정부에 제공된 소프트웨어 및 기술 데이터 권리는 최종 사용자 고객에게 통상적으로 허용되는 권리만을 포함합니다 . Agilent 는 FAR 12.211( 기술 데이터 ) 및 12.212 ( 컴퓨터 소프트웨어 ) 와 국방부에 대한 DFARS 252.227-7015( 기술 데이터 - 상업 품목 ) 및 DFARS 227.7202-3( 상업 컴퓨터 소프트웨어 또는 컴퓨터 소프트웨어 문서에 대한 권리 ) 에 따라 이 통상적 상업 라이선스를 제공합니다 .

## 안전 고지

### 주의

**주의** 고지는 위험 사항을 알려줍니다 . 올바르게 수행하거나 준수하지 않으면 제품이 손상되거나 중요한 데이터가 손실될 수 있는 작동 절차와 실행 방식 등에 주의를 요합니다 . 발생한 상황을 완전히 이해하여 해결하기 전에는 **주의** 고지 이후 내용으로 넘어가지 마십시오 .

### 경고

**경고** 고지는 위험 사항을 알려줍니다 . 올바르게 수행하거나 준수하지 않으면 상해나 사망을 초래할 수 있는 작동 절차와 실행 방식 등에 주의를 요합니다 . 발생한 상황은 완전히 이해하여 해결하기 전에는 **경고** 고지 이후 내용으로 넘어가지 마십시오 .

## 안전 기호

계측기와 본 문서의 다음 기호는 계측기의 안전한 작동을 유지하기 위해 취해야 하는 수칙을 나타냅니다 .

	직류 (DC)		전원 차단
	교류 (AC)		전원 공급
	직류 및 교류		주의, 감전 위험
	3 상 교류		주의, 위험 요소가 있음 (구체적인 경고 또는 주의 정보는 본 매뉴얼을 참조)
	접지 단자		주의, 뜨거운 표면
	보호용 컨택터 단자		2 단 누름 컨트롤이 눌리지 않은 상태
	프레임 또는 쉐시 단자		2 단 누름 컨트롤이 눌린 상태
	등전위	<b>범주 II 300V</b>	범주 II 300V 과전압 보호
	장비는 전체적으로 이중 절연이나 강화 절연을 통해 절연		

## 일반 안전 정보

### 경고

- 장치가 손상된 경우에는 장치를 사용하지 마십시오. 장치를 사용하기 전에 케이스를 검사하십시오. 균열이나 유실된 플라스틱이 있는지 확인하십시오. 폭발성 가스, 증기 또는 먼지 주변에서 장치를 조작하지 마십시오.
  - 항상 장치에 제공된 케이블을 사용하십시오.
  - 연결을 하기 전에 장치에 있는 모든 표시 내용을 준수하십시오.
  - I/O 단자에 연결하기 전에 장치와 응용 시스템의 전원을 끄십시오.
  - 장치에서 서비스를 수행할 때는 명시된 교체 부품만 사용하십시오.
  - 덮개를 제거하거나 험겁게 푼 상태에서 장치를 조작하지 마십시오.
  - 예상치 못한 위험을 피하기 위해 제조업체가 제공한 전원 어댑터만 사용하십시오.
- 

### 주의

- 장치를 제조업체가 정한 방식으로 사용하지 않으면 장치 보호가 저하될 수 있습니다.
  - 항상 마른 천을 사용하여 장치를 청소합니다. 에틸 알코올 또는 다른 휘발성 액체를 사용하여 장치를 청소하지 마십시오.
  - 장치 통풍구가 막히지 않도록 하십시오.
-

## 환경 조건

본 계측기는 실내용으로 제작한 것이며 응결이 적은 장소에서만 사용해야 합니다. 아래 표는 본 계측기의 일반 환경 요구사항을 정리해 놓은 것입니다.

환경 조건	요구사항
작동 온도	0°C ~ 55°C
작동 습도	20% ~ 85% RH ( 비응축 )
보관 온도	-20°C ~ 70°C
보관 습도	5% ~ 90% RH ( 비응축 )

### 주요

U2741A 는 아래와 같은 안전 및 EMC 규정을 준수합니다 .USB 모듈 식 디지털 멀티미터

- IEC 61010-1:2001/EN 61010-1:2001 (2nd Edition)
- 캐나다 : CAN/CSA-C22.2 No. 61010-1-04
- 미국 : ANSI/UL 61010-1:2004
- IEC 61326-2002/EN 61326:1997+A1:1998+A2:2001+A3:2003
- 캐나다 : ICES-001:2004
- 호주 / 뉴질랜드 : AS/NZS CISPR11:2004

## 규제 표시

	<p>CE 마크는 EC의 등록 상표입니다. CE 마크는 제품이 관련된 모든 유럽 법적 지침을 준수함을 나타냅니다.</p>		<p>C-tick 마크는 Spectrum Management Agency of Australia 의 등록 상표입 니다 . 이는 1992 년의 Radio Communication Act 조항 하의 호주 EMC 프레임워크 규정을 준수함을 나타냅니다 .</p>
<p><b>ICES/NMB-001</b></p>	<p>ICES/NMB-001 은 본 ISM 장치가 캐 나다 ICES-001 에 부합함을 나타냅 니다 . Cet appareil ISM est conforme a la norme NMB-001 du Canada.</p>		<p>이 계측기는 WEEE 지침 (2002/96/EC) 마크 요구사항을 준 수합니다 . 이 첨부된 제품 라벨은 이 전기 / 전자 제품을 일반 쓰레기 와 함께 폐기해서는 안됨을 나타냅 니다 .</p>
	<p>CSA 마크는 Canadian Standards Association 의 등록 상표입니다 .</p>		

## WEEE(Waste Electrical and Electronic Equipment) 지침 (2002/96/EC)

이 계측기는 WEEE 지침 (2002/96/EC) 마크 요구사항을 준수합니다.  
이 첨부된 제품 라벨은 이 전기 / 전자 제품을 일반 쓰레기와 함께  
폐기해서는 안됨을 나타냅니다.

제품 범주 :

WEEE 지침 별첨 1 의 장비 유형을 참조하면 이 계측기는 " 모니터링  
및 제어 계측기 " 제품으로 분류됩니다.

별첨된 제품 라벨은 아래와 같이 표시됩니다.



일반 쓰레기와 함께 폐기하지 마십시오.

이 필요 없는 계측기를 반환하려면 가까운 **Agilent** 테크놀로지에  
연락하거나 자세한 내용은

[www.agilent.com/environment/product](http://www.agilent.com/environment/product)

를 방문하십시오.

## 이 설명서에서 ...

### 1 시작하기

이 장에서는 **U2741A USB** 모듈식 디지털 멀티미터의 개요, 제품 외형, 제품 크기 및 제품 레이아웃을 소개합니다. 이 장에는 **U2741A**를 설치하고 시작할 수 있도록 구성하는 방법에 대한 지침이 들어 있습니다.

### 2 작동 및 기능

이 장에서는 **U2741A**가 제공하는 작동 기능에 대해 자세히 알아봅니다.

### 3 측정 자습서

이 장에서는 측정 시 일반적인 오류원과 이러한 오류를 줄이거나 없앨 수 있는 방법을 살펴봅니다.

### 4 특성 및 사양

이 장에서는 **U2741A**의 특성과 사양을 다룹니다.

## 적합성 선언 (Declaration of Conformity, DoC)

이 계측기의 적합성 선언 (Declaration of Conformity, DoC) 은 웹 사이트에서 이용할 수 있습니다. 제품 모델 또는 설명으로 DoC 를 검색할 수 있습니다.

<http://regulations.corporate.agilent.com/DoC/search.htm>

### 참고

해당 DoC 를 찾을 수 없는 경우에는 지역 Agilent 영업 사원에게 문의 하십시오.

---



# 차례

	그림 목록	XIII
	표 목록	XV
1	시작하기	1
	소개	2
	제품 개요	3
	제품 모습	3
	제품 크기	5
	범퍼를 제외한 크기	5
	범퍼를 포함한 크기	6
	표준 구매 품목	7
	검사 및 유지보수	8
	초기 검사	8
	전기 점검	8
	일반 유지보수	9
	설치 및 구성	10
	계측기 구성	11
	55 핀 백플레인 커넥터 핀 구성	11
	새시 설치	12
2	작동 및 기능	13
	가동	14
	측정 수행	15
	DC 전압 측정	15
	AC 전압 측정	17

DC 전류 측정	18
AC 전류 측정	19
저항 측정	20
주파수 측정	22
연속성 검사	23
다이오드 테스트	24
온도 측정	25
계측기 상태 복원	26
자동 영점 조정	26
범위 조정	26
기본 설정	28
U2741A 트리거링	29
시스템 관련 작업	31
오류 상황	31
<b>3 측정 자습서</b>	<b>33</b>
DC 측정 시 고려사항	34
노이즈 제거	35
저항 측정 시 고려사항	38
AC 측정	41
기타 주요 측정 기능	44
주파수 측정 오차	44
DC 전류 측정	44
기타 측정 오차원	46
<b>4 특성 및 사양</b>	<b>49</b>
제품 특성	51
제품 사양	53

## 그림 목록

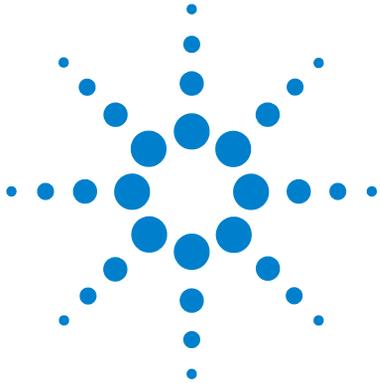
그림 1-1	55 핀 백플레인 커넥터 핀 구성	11
그림 3-1	공통 모드 소스 오차	35
그림 3-2	오차를 초래한 접지 회로	37
그림 3-3	전류 측정 시 부담 전압	45



## 표 목록

표 1-1	SSI 커넥터 핀 설명	11
표 2-1	기본 설정 요약	28
표 3-1	서로 다른 금속 간 연결 시 발생하는 열전기 전압	34
표 3-2	여러 자항 범위의 전력 소모	40
표 3-3	파형 모양 및 파라미터	41
표 4-1	DC 정확도	53
표 4-2	전압의 AC 정확도	54
표 4-3	전압의 온도 계수	55
표 4-4	전류의 AC 정확도 <sup>1</sup>	55
표 4-5	전류의 온도 계수	55
표 4-6	주파수 정확도	56
표 4-7	AC 전압의 주파수 감도	56
표 4-8	온도 정확도	56

차례



# 1 시작하기

소개	2
제품 개요	3
제품 모습	3
제품 크기	5
범퍼를 제외한 크기	5
범퍼를 포함한 크기	6
표준 구매 품목	7
검사 및 유지보수	8
초기 검사	8
전기 점검	8
일반 유지보수	9
설치 및 구성	10
계측기 구성	11
55 핀 백플레인 커넥터 핀 구성	11
새시 설치	12



## 소개

Agilent U2741A USB 모듈식 디지털 멀티미터는 5 ½ - 디지털 DMM로서 독립형으로 작동하거나 새시에서 사용할 경우에는 모듈식 장치로 작동할 수 있습니다.

U2741A는 다음과 같은 측정을 수행합니다.

- DC 전압
- AC 전압
- DC 전류
- AC 전류
- 저항
- 다이오드 테스트
- 연속성 테스트
- 온도

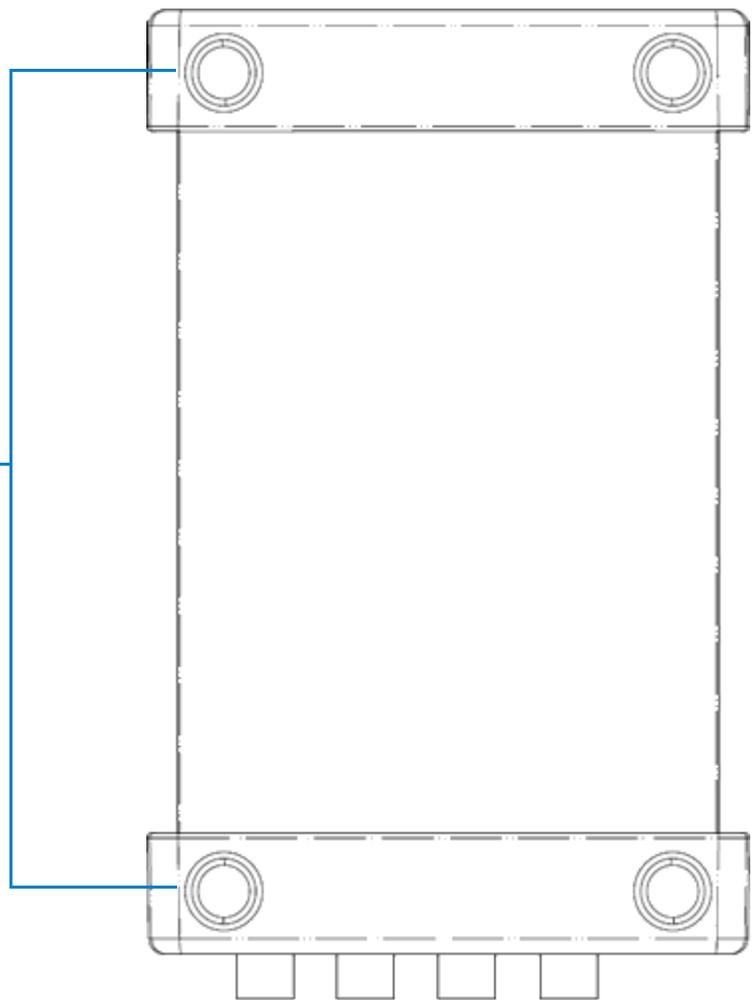
U2741A는 AMM(Agilent Measurement Manager) 소프트웨어를 통해 USB 인터페이스 상에서 원격으로 제어합니다. U2741A는 제공되는 드라이버를 사용하거나 사용자 정의 어플리케이션에서는 SCPI 명령어를 통해 프로그래밍할 수도 있습니다.

# 제품 개요

## 제품 모습

윗면

면  
퍼



## 1 시작하기

### 앞면

4- 와이어 Ω Lo 감지

4- 와이어 Ω Hi 감지

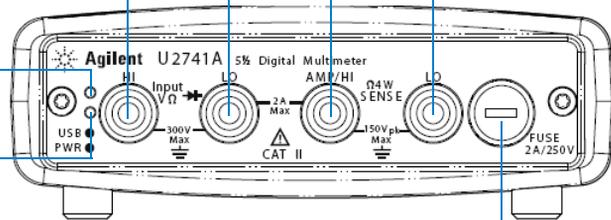
VOLT LO

VOLT HI

USB 표시등

전원 표시등

퓨즈 홀더



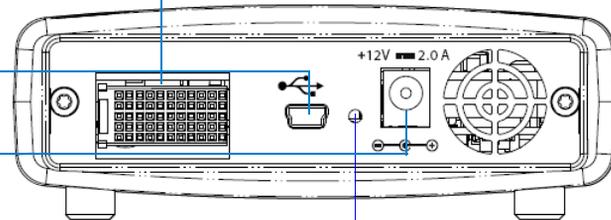
### 뒷면

55 핀 백플레인 커넥터

USB 삽입구

전원 삽입구

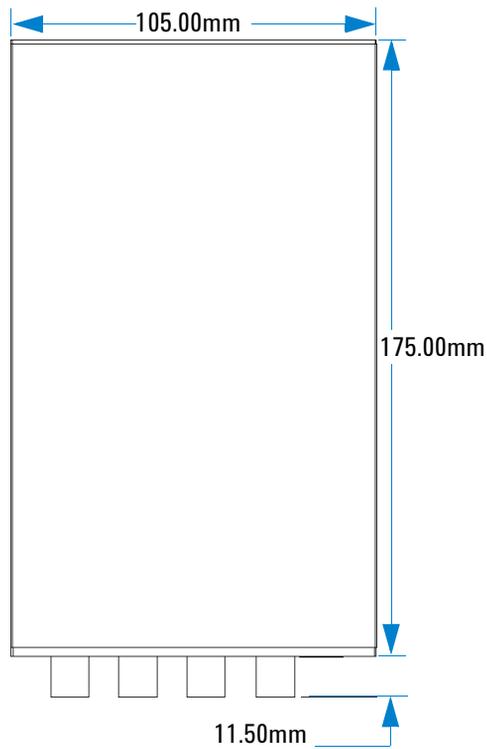
잠금 기능으로 USB 케이블을 잠그는 구멍



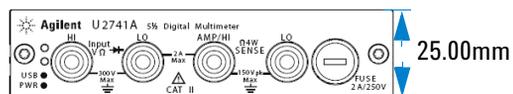
# 제품 크기

## 범퍼를 제외한 크기

윗면

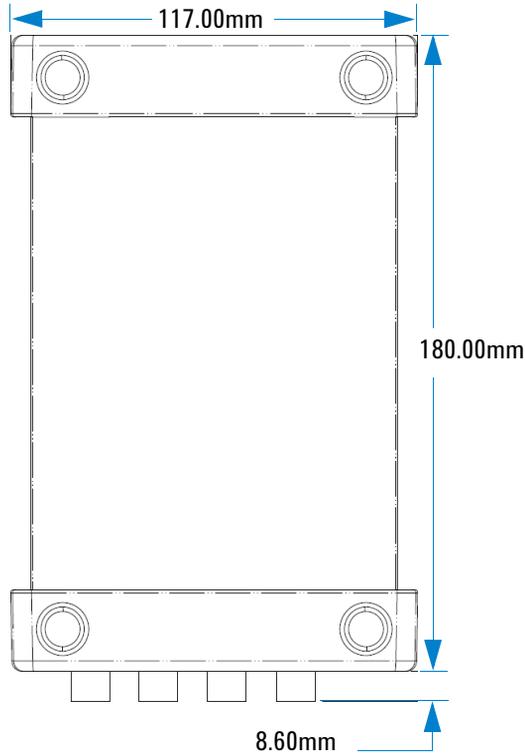


전면

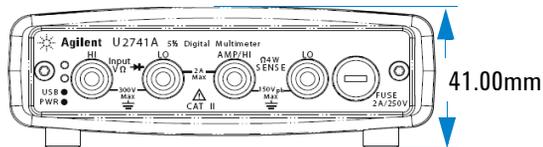


## 범퍼를 포함한 크기

윗면



전면



## 표준 구매 품목

장치와 함께 다음의 품목을 받았는지 확인하십시오. 빠지거나 손상된 품목이 있으면 가까운 Agilent 영업 사무소로 연락하십시오.

- ✓ 12V, 2A AC/DC 어댑터
- ✓ 전원 코드
- ✓ 표준 테스트 리드
- ✓ 표준 -A 와 미니 -B 인터페이스를 연결하는 USB 케이블
- ✓ L- 장착 키트 ( 모듈식 계측기 새시와 사용 )
- ✓ Agilent Automation-Ready CD-ROM(Agilent IO Libraries Suite 포함)
- ✓ Agilent USB 모듈식 제품 및 시스템 빠른 시작 설명서
- ✓ Agilent USB 모듈식 제품 및 시스템 제품 참조 DVD-ROM
- ✓ Agilent Measurement Manager 빠른 참조 카드
- ✓ 교정 증명서

## 검사 및 유지보수

### 초기 검사

U2741A 를 받으면 배송 중에 발생할 수 있는 단자 파손이나 케이스의 균열, 손상 및 긁힘 등과 같이 눈에 보이는 손상이 없는지 검사합니다.

손상이 있으면 가까운 Agilent 영업 사무소로 연락하십시오. 본 매뉴얼 앞면에는 품질보증 사항이 적혀있습니다.

U2741A 을 향후 Agilent 로 반품할 경우에 대비하여 원래의 포장은 잘 보관해둡니다. U2741A 를 수리를 받기 위해 반송할 경우, 소유자와 모델 번호가 적힌 태그를 부착하십시오. 그리고 문제에 대한 간략한 설명도 적어주십시오.

### 전기 점검

검증 절차는 *Agilent U2741A USB Modular DMM Service Guide* 를 참조하십시오. 이 절차를 통해 크게 자신감을 갖고 U2741A 가 사양 대로 작동하는지 검증할 수 있습니다.

## 일반 유지보수

### 일반 유지보수

#### 참고

매뉴얼에 나와있지 않은 수리 작업은 자격을 갖춘 직원에게만 맡겨야 합니다.

- 1 모듈을 끄고 장치에서 전원 코드와 I/O 케이블을 분리합니다.
- 2 범퍼 케이스에서 모듈을 분리합니다.
- 3 모듈에 쌓여 있을 수 있는 먼지를 흔들어 털어냅니다.
- 4 모듈을 마른 천으로 닦고 범퍼를 다시 제 위치에 장착합니다.

## 설치 및 구성

*Agilent USB 모듈식 제품 및 시스템 빠른 시작 설명서*의 단계별 지침에 따라 U2741A 준비 및 설치를 시작하십시오.

### 참고

U2741A 를 Agilent VEE Pro, LabVIEW 또는 Microsoft® Visual Studio® 와 함께 사용하려면 IVI-COM 드라이버를 설치해야 합니다.

---

# 계측기 구성

## 55 핀 백플레인 커넥터 핀 구성

55-핀 백플레인 커넥터는 U2781A USB 모듈식 계측기 새시에 U2741A 모듈을 장착할 때 사용합니다. 자세한 내용은 *Agilent U2781A USB Modular Instrument Chassis User's Guide* 를 참조하십시오.

GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND	F
NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	VBUS	GND	USB_D-	E
GND	TRIG3	GND	TRIG2	GND	TRIG1	GND	TRIG0	GND	GND	USB_D+	D
TRIG4	GND	TRIG5	GND	TRIG6	GND	TRIG7	GND	+12V	+12V	GND	C
nBPUB	CLK10M	GND	STAR_TRIG	GA2	GA1	GA0	NC	+12V	+12V	+12V	B
NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	+12V	+12V	+12V	A
11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	

그림 1-1 55 핀 백플레인 커넥터 핀 구성

표 1-1 SSI 커넥터 핀 설명

SSI 타이밍 신호	기능
GND	접지
NC	연결 안 함
VBUS	USB 버스 전원 감지 입력
USB_D+, USB_D-	USB 차동 쌍
TRIG0~TRIG7	트리거 버스
+12V	전류가 4A 인 +12V 전원
nBPUB	USB 백플레인 입력 감지

표 1-1 SSI 커넥터 핀 설명

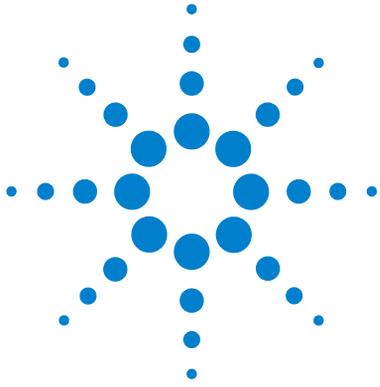
SSI 타이밍 신호	기능
CLK10M	10MHz 클럭 소스
STAR_TRIG	스타 트리거
GA0,GA1,GA2	지리학적 어드레스 핀

## 새시 설치

L- 장착 키트를 U2741A 모듈에 설치해야 합니다.

아래 지침에서는 L- 장착 키트와 모듈을 새시에 설치하는 간단한 절차를 설명합니다.

- 1 L- 장착 키트의 포장을 제거합니다.
- 2 범퍼 케이스에서 U2741A 모듈을 꺼냅니다.
- 3 Phillips 스크루드라이버로 L- 장착 키트를 U2741A 모듈에 고정합니다.
- 4 모듈 하단에 있는 55U2741A- 핀 백플레인 커넥터로 모듈을 U2781A 새시에 끼워넣습니다.
- 5 모듈을 연결했으면 L- 장착 키트의 나사를 조여 단단히 연결합니다.



## 2 작동 및 기능

가동	14
측정 수행	15
DC 전압 측정	15
AC 전압 측정	17
DC 전류 측정	18
AC 전류 측정	19
저항 측정	20
주파수 측정	22
연속성 검사	23
다이오드 테스트	24
온도 측정	25
계측기 상태 복원	26
자동 영점 조정	26
범위 조정	26
기본 설정	28
U2741A 트리거링	29
시스템 관련 작업	31
오류 상황	31

이 장에서는 소프트웨어 전면판을 통해서 또는 USB 인터페이스를 통해 SCPI 명령어를 전송해 여러 가지 측정 기능을 수행하도록 U2741A USB 모듈식 디지털 멀티미터를 구성하는 방법을 자세히 설명합니다.



## 가동

U2741A 가동 시 다음 사항에 주의하십시오 .

- U2741A 는 USB 인터페이스를 통해서만 작동할 수 있습니다 .
- U2741A 를 제어하려면 하드웨어 드라이버와 IO Libraries Suite 14.2 이상을 설치해야 합니다 . 두 품목 모두 U2741A 구입 시 함께 들어있습니다 . 설치 절차는 *Agilent USB 모듈식 제품 및 시스템 빠른 시작 설명서*를 참조하십시오 .
- U2741A 의 전면판에는 LED 표시등이 두 개 있습니다 . 장 1, 3 페이지의 " 제품 모습 " 을 참고하십시오 .
- U2741A 를 가동하면 전원 표시등이 켜집니다 . 시스템 오류가 발생하면 전원 표시등이 깜박입니다 .
- USB 표시등은 U2741A 와 PC 간에 데이터 교환 작업이 진행 중일 때에만 깜박입니다 .

U2741A 의 AMM 을 통해 또는 어플리케이션 프로그램에서 USB 인터페이스를 통해 전송한 SCPI 명령어를 통해 U2741A 을 제어할 수 있습니다 .

Agilent U2741A 은 구문 규칙과 SCPI 명령어 규정을 따릅니다 .

U2741A 의 SCPI 언어 버전은 원격 인터페이스에서 `SysTem:WERSion?` 명령을 전송해 확인할 수 있습니다 .

U2741A 의 SCPI 구문에 대한 자세한 설명은 *Agilent U2741A Programmer's Reference* 를 참고하십시오 .

## 측정 수행

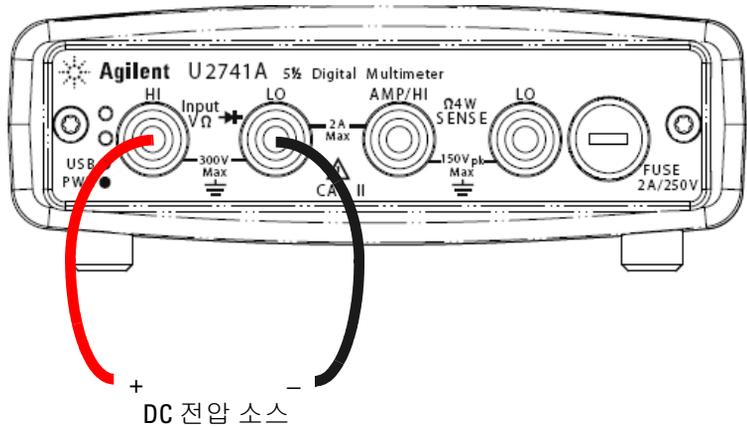
아래 내용에서는 측정 연결을 구축하고 각 측정 기능의 제어판에서 측정 기능을 선택하는 방법을 소개합니다.

### DC 전압 측정

DC 전압 측정 기능에는 다음과 같은 특징이 있습니다.

- 5 가지 범위 (100mV, 1V, 10V, 100V, 300V) 중에서 하나를 선택하거나 자동 범위 선택이 가능합니다.
- 모든 범위에서 입력 임피던스는 10M $\Omega$  (일반) 입니다.
- 모든 범위에서 입력 보호는 300V 입니다 (HI 단자).

다음과 같이 연결합니다.



### Agilent Measurement Manager 실행

**DCV** 기능과 원하는 범위를 선택합니다. 적합한 범위를 선택해야 최상의 측정 분해능을 얻을 수 있습니다. 이 값은 계속 표시되고 업데이트 됩니다.

### SCPI 명령어

아래 예에서는 SCPI 명령어를 사용해 DC 전압 측정을 수행하는 방법을 보여줍니다.

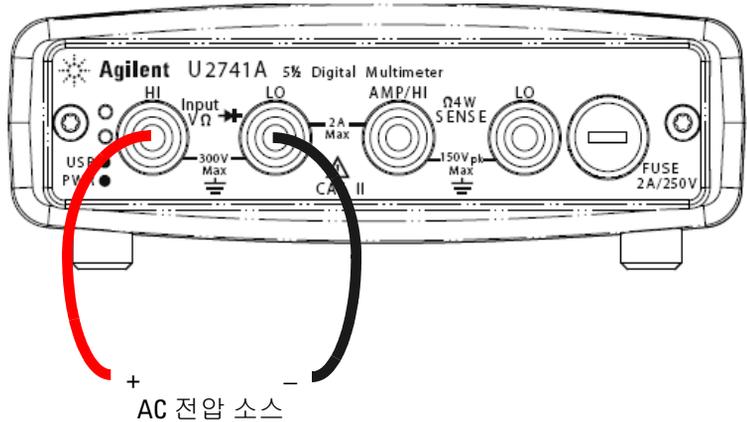
```
MEASure[:VOLTage]:DC?
```

## AC 전압 측정

AC 전압 측정 기능에는 다음과 같은 특징이 있습니다.

- 5 가지 범위 (100mVrms, 1Vrms, 10Vrms, 100Vrms, 250Vrms) 중에서 하나를 고르거나 자동 범위 선택이 가능합니다.
- AC 커플링 true rms 를 측정합니다.
- 최고 파고율 5:1( 폴 스케일 ) 에서 정해진 정확도 내에서 측정합니다.
- 모든 범위에서 입력 임피던스는 캐패시턴스가 120pF 미만인 상태에서 병렬로  $1M\Omega \pm 2\%$  입니다.

다음과 같이 연결합니다.



### Agilent Measurement Manager 실행

**ACV** 기능과 원하는 범위를 선택합니다. 적합한 범위를 선택해야 최상의 측정 분해능을 얻을 수 있습니다. 이 값은 계속 표시되고 업데이트 됩니다.

### SCPI 명령어

아래 예에서는 SCPI 명령어를 사용해 AC 전압 측정을 수행하는 방법을 보여줍니다.

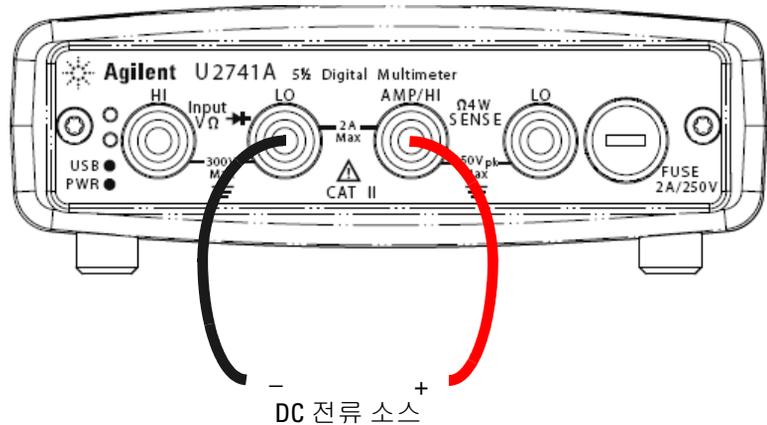
```
MEASure[:VOLTage]:AC?
```

### DC 전류 측정

DC 전류 측정 기능에는 다음과 같은 특징이 있습니다.

- 3가지 범위(10mA, 100mA, 1A 와 2A) 중에서 하나를 고르거나 자동 범위 선택이 가능합니다.
- 입력 보호 퓨즈는 2A 이며 모든 범위에서 전압 정격은 250V 입니다.

다음과 같이 연결합니다.



### Agilent Measurement Manager 실행

DCI 기능과 원하는 범위를 선택합니다. 적합한 범위를 선택해야 최상의 측정 분해능을 얻을 수 있습니다. 이 값은 계속 표시되고 업데이트 됩니다.

## SCPI 명령어

아래 예에서는 SCPI 명령어를 사용해 DC 전류 측정을 수행하는 방법을 보여줍니다.

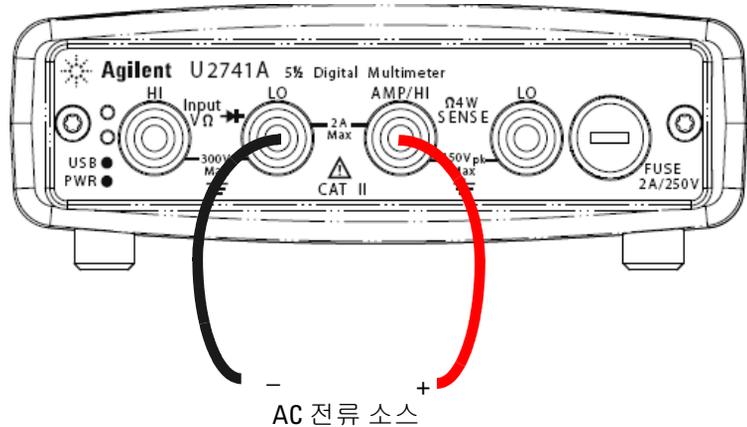
```
MEASure:CURRent[:DC]?
```

## AC 전류 측정

AC 전류 측정 기능에는 다음과 같은 특징이 있습니다.

- 3 가지 범위 (10mA, 100mA, 1A 와 2A) 중에서 하나를 고르거나 자동 범위 선택이 가능합니다.
- true rms 값을 측정합니다.

다음과 같이 연결합니다.



## Agilent Measurement Manager 실행

ACI 기능과 원하는 범위를 선택합니다. 적합한 범위를 선택해야 최상의 측정 분해능을 얻을 수 있습니다. 이 값은 계속 표시되고 업데이트 됩니다.

### SCPI 명령어

아래 예에서는 SCPI 명령어를 사용해 AC 전류 측정을 수행하는 방법을 보여줍니다.

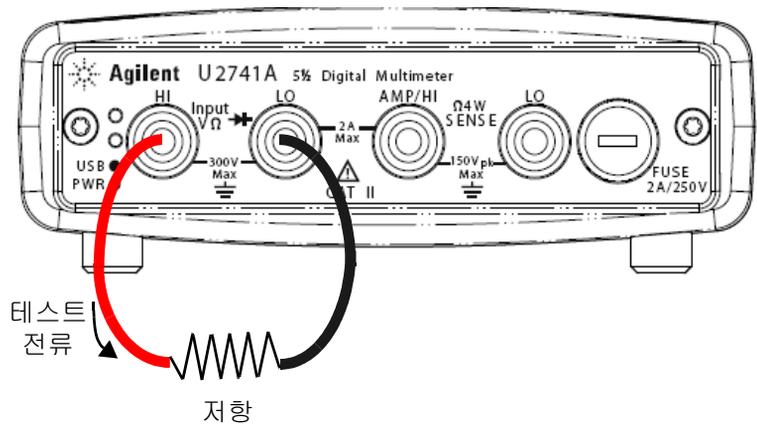
```
MEASure:CURRent:AC?
```

### 저항 측정

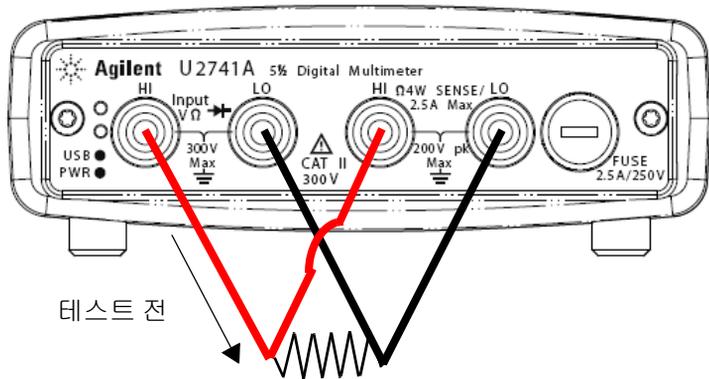
저항 측정 기능에는 다음과 같은 특징이 있습니다.

- 7 가지 범위 (100Ω, 1kΩ, 10kΩ, 100kΩ, 1MΩ, 10MΩ, 100MΩ) 중 에서 하나를 고르거나 자동 범위 선택이 가능합니다.
- 2- 와이어 및 4- 와이어 저항 측정을 지원합니다.
- 개방 회로 전압은 모든 범위에서 4.5V 로 제한됩니다.

아래 그림에서는 2- 와이어 저항 측정 연결을 보여줍니다.



아래 그림에서는 4- 와이어 저항 측정 연결을 보여줍니다.



### Agilent Measurement Manager 실행

**2-Wired  $\Omega$**  기능과 2- 와이어 저항 측정에 맞는 범위를 선택합니다.  
**4-Wired  $\Omega$**  기능과 4- 와이어 저항 측정에 맞는 범위를 선택합니다.  
 적합한 범위를 선택해야 최상의 측정 분해능을 얻을 수 있습니다.  
 이 값은 계속 표시되고 업데이트 됩니다.

### SCPI 명령어

아래 예에서는 SCPI 명령어를 사용해 저항 측정을 수행하는 방법을 보여줍니다.

2- 와이어 : MEASure:RESistance?

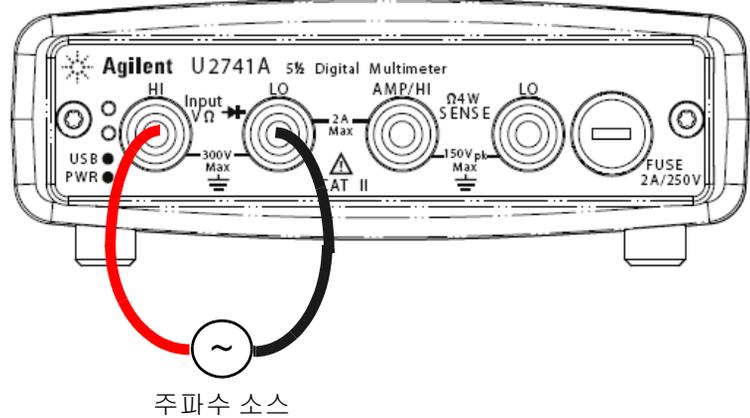
4- 와이어 : MEASure:FRESistance?

## 주파수 측정

주파수 측정 기능에는 다음과 같은 특징이 있습니다.

- 범위는 신호의 진폭에 기반합니다.
- 측정 방법으로 상호 카운팅 기법을 적용합니다.
- 게이트 타임은 입력 신호의 0.1 초 또는 1 초로 설정할 수 있습니다.

다음과 같이 연결합니다.



### Agilent Measurement Manager 작동

**Freq** 기능과 원하는 범위를 선택합니다. 이 값은 계속 표시되고 업데이트 됩니다.

### SCPI 명령어

아래 예에서는 SCPI 명령어를 사용해 주파수 측정을 수행하는 방법을 보여줍니다.

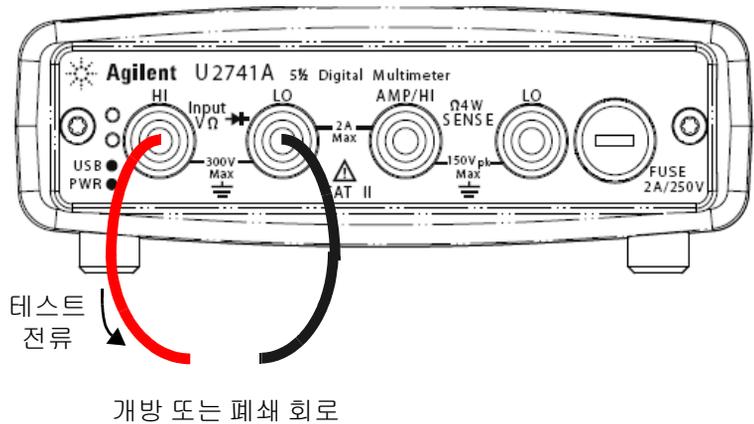
```
MEASure:FREQuency?
```

## 연속성 검사

연속성 검사 기능에는 다음과 같은 특징이 있습니다.

- 정전류 소스로  $1\text{mA} \pm 0.2\%$  를 사용합니다.
- 개방 회로 전압은 모든 범위에서  $4.5\text{V}$  로 제한됩니다.
- 연속성 임계값은  $10\Omega$  으로 고정됩니다.
- 응답 시간은 60 샘플 / 초입니다.

다음과 같이 연결합니다.



### Agilent Measurement Manager 실행

**Cont-))** 기능을 선택합니다. 이 값은 계속 표시되고 업데이트 됩니다.

### SCPI 명령어

아래 예에서는 SCPI 명령어를 사용해 연속성 테스트 측정을 수행하는 방법을 보여줍니다.

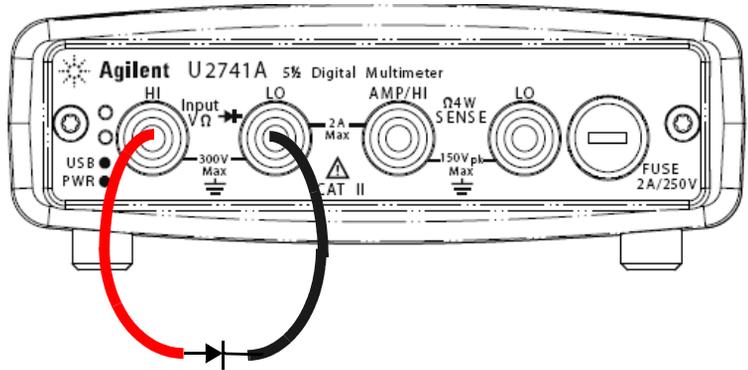
```
MEASure:CONTinuity?
```

## 다이오드 테스트

다이오드 테스트 기능에는 다음과 같은 특징이 있습니다.

- 정전류 소스로  $1\text{mA} \pm 0.2\%$  를 사용합니다.
- 개방 회로 전압은 모든 범위에서  $4.5\text{V}$  로 제한됩니다.
- 응답 시간은 60 샘플 / 초입니다.

다음과 같이 연결합니다.



순방향 바이어스

### Agilent Measurement Manager 작동

**Diode**  $\rightarrow$  기능을 선택합니다. 이 값은 계속 표시되고 업데이트 됩니다.

### SCPI 명령어

아래 예에서는 SCPI 명령어를 사용해 다이오드 테스트 측정을 수행하는 방법을 보여줍니다.

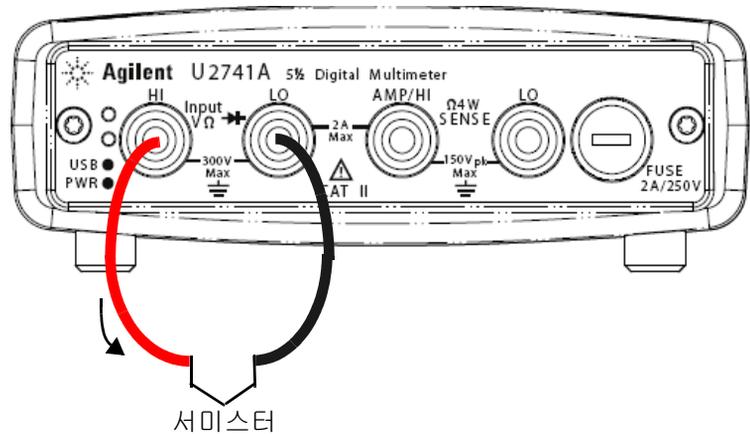
```
MEASure:DIODE?
```

## 온도 측정

온도 측정 기능에는 다음과 같은 특징이 있습니다.

- 측정 범위는 사용하는 온도 센서 종류에 따라 달라집니다. 온도 센서의 세부 사양은 표 4-8 페이지 57 을 참고하십시오.
- 5kΩ 서미스터 프로브에 대한 측정은 자동범위선택으로 이루어 집니다.
- 서미스터를 지원합니다.

다음과 같이 연결합니다.



### Agilent Measurement Manager 실행

**Temp** 기능과 사용하는 열전쌍 종류를 선택합니다. 이 값은 계속 표시되고 업데이트 됩니다.

### SCPI 명령어

아래 예에서는 SCPI 명령어를 사용해 온도 측정을 수행하는 방법을 보여줍니다.

```
MEASure:TEMPerature? THER // 서미스터 측정 시 사용
```

# 계측기 상태 복원

U2741A 는 전원을 끌 때마다 마지막 구성을 자동으로 저장해 계측기를 켤 때 마지막으로 전원을 켰을 때의 상태로 복원합니다.

## 자동 영점 조정

자동 영점 조정이 *활성화되어 있으면*, DMM 이 내부적으로 각 측정 이후 입력 신호를 연결 해제해 영점 값을 취합니다. 그런 다음 선행 판독값에서 영점 판독값을 뺍니다. 따라서 DMM 입력 회로상의 오프셋 전압이 측정 정확도에 아무런 영향을 주지 못하도록 합니다.

*이 기능은 dc 전압, dc 전류, 2- 와이어 저항 및 온도 측정에만 적용됩니다.*

### SCPI 명령어

자동 영점 조정을 설정하려면 다음과 같은 명령어를 사용합니다.

```
VOLTage:ZERO:AUTO {OFF|ON}
```

```
CURRent:ZERO:AUTO {OFF|ON}
```

```
RESistance:ZERO:AUTO {OFF|ON}
```

```
TEMPerature:ZERO:AUTO {OFF|ON}
```

## 범위 조정

*자동 범위 조정을 이용해 DMM 이 자동으로 범위를 선택하도록 하거나 수동 범위 조정을 이용해 고정 범위를 선택할 수 있습니다. 자동 범위 조정은 DMM 이 각 측정에 알맞은 범위를 알아서 선택하기 때문에 편리합니다. 하지만 수동 범위 조정을 이용하면 DMM 이 각 측정에 사용할 범위를 선택할 필요가 없기 때문에 측정 시간을 단축할 수 있습니다.*

- 자동 범위 조정 임계값 :

하향 범위 : 범위의 <10%

상향 범위 : 범위의 >120%

- 수동 범위 조정의 경우, 입력 신호가 현재 범위가 측정할 수 있는 값보다 클 경우, DMM 이 원격 인터페이스를 통해 오버로드 "9.9E+37" 을 나타냅니다. 자동 범위 조정의 경우, 입력 신호가 최대 측정 범위를 초과할 경우 DMM 이 오버로드 "9.9E+37" 을 나타냅니다.
- 연속성 테스트 (1k $\Omega$  범위) 와 다이오드 테스트 (1Vdc 범위, 전류 소스 출력은 1mA) 에서는 범위가 고정됩니다.

## SCPI 명령어

다음 중 어느 명령어로도 범위를 설정할 수 있습니다.

```
CONFigure:<function>{<range>|MIN|MAX|AUTO},
{<resolution>|MIN|MAX|DEF}
```

```
MEASure:<function>?{<range>|MIN|MAX|AUTO},
{<resolution>|MIN|MAX|DEF}
```

```
<function>:RANGE {<range>|MINimum|MAXimum|AUTO}
```

```
<function>:RANGE:AUTO {OFF|ON}
```

## 기본 설정

아래 표에는 U2741A 의 제조 시 설정, 가동 시 설정 또는 USB 원격 인터페이스를 통해 수신한 \*RST 명령어에 따른 설정을 요약해 놓았습니다.

표 2-1 기본 설정 요약

파라미터	제조 시 설정	켜짐 / 재설정 상태
<b>측정 구성</b>		
기능	DCV	DCV
범위	자동	자동
분해능	5½- 디지털	5½- 디지털
온도 단위	°C	사용자 설정
<b>트리거 실행</b>		
트리거 소스	자동 트리거	자동 트리거
<b>시스템 관련 작업</b>		
꺼짐 호출	해제	사용자 설정
저장된 상태	0-10 지워짐	변화 없음
출력 버퍼 판독	지워짐	지워짐
오류 대기열	지워짐	지워짐
켜짐 상태 지움	선택	사용자 설정
상태 등록, 마스크 및 전환 필터	지워짐	켜짐 상태 지움 설정으로 지워짐
<b>교정</b>		
교정 상태	안전함	사용자 설정
교정 값	0	변화 없음
교정 문자열	지워짐	변화 없음

## U2741A 트리거링

가동 시 기본 트리거 소스는 'immediate' 입니다. 측정을 하려면 다음 절차를 따릅니다.

- 기능, 범위, 분해능 등을 선택해 U2741A 를 구성합니다.
- DMM 트리거 소스를 지정합니다. 소프트웨어 버스 트리거나 즉각적인 내부 트리거 (기본 트리거 소스) 를 선택할 수 있습니다.
- U2741A 가 트리거 대기 상태로 되어있어야 지정한 소스로부터 트리거를 수용할 수 있습니다.

### 즉시 트리거링

즉시 트리거 모드에서는 항상 트리거 신호가 존재합니다. U2741A 를 트리거 대기 상태로 하면, 즉시 트리거가 실행됩니다. 이것이 기본 트리거 소스입니다.

### SCIP 명령어

다음 명령어는 트리거 소스를 "immediate" 으로 설정합니다.

```
TRIGger:SOURce IMMEDIATE
```

### 소프트웨어 버스 트리거링

트리거 소스로 BUS 를 선택한 다음 버스 트리거 명령어를 선택하면 버스 트리거 모드가 실행됩니다.

### SCIP 명령어

다음 명령어는 트리거 소스를 버스로 설정합니다.

```
TRIGger:SOURce BUS
```

MEASure? 및 READ? 명령어는 BUS 트리거를 덮어쓰고 DMM 을 트리거한 다음 측정 값을 반환합니다.

INITiate 명령어는 트리거링 상태를 트리거 대기 상태로 전환합니다. 지정한 트리거 조건이 충족되면 측정을 시작합니다.

### 스타 트리거링

스타 트리거는 U2741A 를 U2781A 모듈식 계측기 새시에 연결한 경우에만 적용할 수 있습니다. 새시에서 다중 모듈식 장치를 트리거할 때 사용합니다.

### SCIP 명령어

```
TRIGger:SOURce STRG
```

### 동기 상태

이것은 U2781A 모듈식 계측기 새시에서 사용할 때 U2741A 장치 여러 대 (슬레이브에만 해당) 를 동기화합니다. 마스터는 한 번에 한 개만 지정할 수 있습니다.

### SCIP 명령어

```
CONFigure:SSI {NONE|SLAVE}
```

이러한 명령어의 전체 내용이나 구문은 *Agilent U2741A Programmer's Reference* 를 참조하십시오.

## 시스템 관련 작업

이 단원에서는 자가 교정 루틴 수행 및 오류 상황 판독 등과 같은 시스템 관련 항목을 설명합니다.

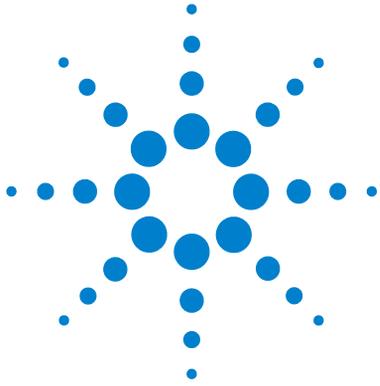
### 오류 상황

오류는 최대 20 개까지 U2741A 오류 대기열에 저장할 수 있습니다. 오류 메시지에 관한 자세한 내용은 프로그래밍 가이드를 참고하십시오.

#### **Agilent Measurement Manager 실행**

AMM 을 사용해 U2741A 를 작동할 경우 오류가 발생하면 메시지 상자가 나타납니다.

## 2 작동 및 기능



### 3 측정 자습서

DC 측정 시 고려사항	34
노이즈 제거	35
저항 측정 시 고려사항	38
AC 측정	41
기타 주요 측정 기능	44
주파수 측정 오차	44
DC 전류 측정	44
기타 측정 오차원	46

Agilent U2741A 는 정확한 측정을 할 수 있는 능력이 있지만 최상의 정확도를 얻으려면 필요한 절차에 따라 발생 우려가 있는 측정 오차를 없애야 합니다. 이 장에서는 측정 시 발생할 수 있는 일반적인 오차를 설명하고 이러한 오차를 피하거나 줄일 수 있는 제안 사항을 제시합니다.



## DC 측정 시 고려사항

### Thermal EMF 오차

열전기 전압은 로우레벨 DC 전압 측정 시 가장 일반적인 오차의 원인입니다. 서로 다른 금속을 서로 다른 온도로 회로에 연결할 때 열전기 전압이 발생합니다.

금속 간 접합 시 열전쌍이 발생하는데, 접합 온도와 비례해 전압이 발생합니다. 로우 레벨 전압 측정 시 필요한 조치를 취해 열전쌍 전압과 온도 변화를 최소화해야 합니다. DMM 입력단은 구리 합금으로 되어있기 때문에 구리 간 크럼프 연결일 경우에 최상의 연결이 이루어집니다. 아래 표는 서로 다른 금속 간 연결 시 발생하는 일반 열전기 전압을 정리해 놓은 것입니다.

표 3-1 서로 다른 금속 간 연결 시 발생하는 열전기 전압

구리 대	약 mV / °C	구리 대	약 mV / °C
카드뮴 - 주석 땀납	0.2	알루미늄	5
구리	<0.3	주석 - 아연 땀납	5
금	0.5	Kovar 또는 합금 42	40
은	0.5	실리콘	500
동	3	구리 산화물	1000
베릴륨	5		

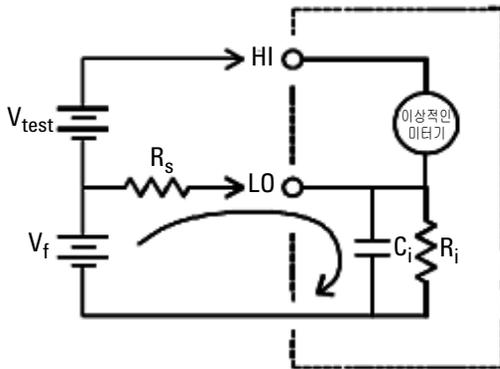
# 노이즈 제거

## 전원 라인 노이즈 전압 제거

A/D 컨버터를 통합하는 데 있어서 한 가지 중요한 속성은 DC 입력 신호 상에 존재하는 전원 라인 관련 노이즈를 제거할 수 있는 기능입니다. 이를 NMR(Normal Mode Noise Rejection) 즉, 일반 모드 노이즈 제거라고 합니다. DMM은 전원 켜기 / 끄기를 여러 번 반복하면서 "적분"해 평균 DC 입력을 계산함으로써 NMR을 구합니다.

## CMR ( 일반 모드 제거 )

이상적인 점은 DMM이 접지 레퍼런스 회로로부터 완전히 절연된다는 것입니다. 하지만 DMM의 입력 LO 단자와 접지 사이에는 아래 그림에서와 같이 유한 저항이 존재합니다. 따라서 접지를 기준으로 로우 레벨 전압을 측정할 때 오차가 발생할 수 있습니다.



$V_f$  = 부동 전압  
 $R_s$  = DUT 소스 저항 불균형  
 $R_i$  = DMM 절연 저항 (LO- 접지 )  
 $C_i$  = DMM 입력 캐패시턴스  
 오차 (v) =  $\frac{V_f \times R_s}{R_s + R_i}$

그림 3-1 공통 모드 소스 오차

#### 자기 회로가 초래하는 노이즈

자기장 근처에서 측정을 하면 측정 연결 시 유도 전압을 피하는 것이 좋습니다. 높은 전류가 흐르는 도체가 일반적인 자기장원의 하나입니다. 연선으로 DMM 에 연결해 노이즈 픽업 회로 면적을 줄이거나 테스트 리드선을 가급적 서로 가깝게 배치하면 됩니다. 테스트 리드선이 느슨하거나 흔들리면 오차 전압을 초래할 수 있습니다. 자기장 근처에서 작업할 때에는 테스트 리드선을 단단히 묶어두어야 합니다. 가급적, 자성 차폐재를 사용하거나 자성원으로 부터 멀리 떨어져 이 오차를 줄이는 것이 좋습니다.

#### 접지 회로가 초래하는 노이즈

DMM 과 DUT 가 모두 공통 접지를 기준으로 하는 회로에서 전압을 측정하면 접지 회로가 만들어집니다. 그림 3-2 에서와 같이, 두 접지 기준점 ( $V_{\text{접지}}$ ) 간 전압 차로 인해 측정 리드선에 전류가 흐르게 됩니다. 따라서 노이즈 및 오프셋 전압 (보통 전원 라인 상의) 이 발생해 측정 전압에 더해지게 됩니다.

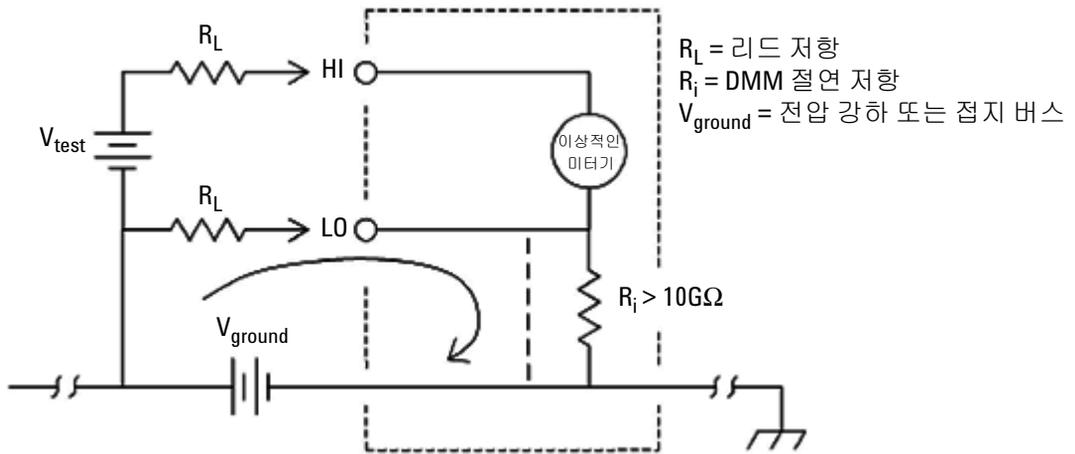


그림 3-2 오차를 초래한 접지 회로

접지 회로를 없앨 수 있는 가장 좋은 방법은 입력단을 접지하지 않아 DMM을 접지로부터 절연하는 것입니다. DMM을 접지해야 하는 경우, DMM과 DUT를 공통 접지점에 연결하십시오. 또한 가급적 DMM과 DTU를 같은 전기 콘센트에 연결하는 것이 좋습니다.

## 저항 측정 시 고려사항

저항 측정 시, 테스트 전류는 입력 HI 단자로부터 측정 중인 저항기로 흘러갑니다. 측정 중인 저항기 상에서 발생하는 전압 강하는 DMM 에서 내부적으로 감지합니다. 따라서 테스트 리드 저항도 측정됩니다.

이 장 앞부분에서 DC 전압 측정에 관해 언급한 오차는 저항 측정에도 적용됩니다. 여기서는 저장 측정에만 해당하는 기타 오류원을 설명합니다.

### 저항 측정

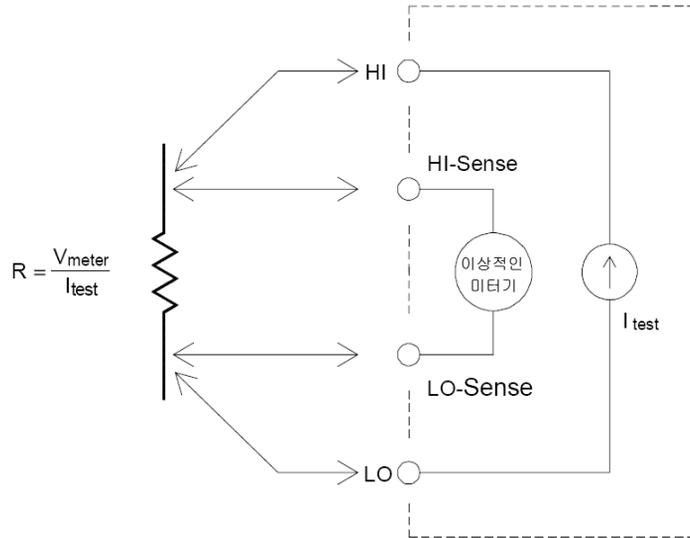
Agilent U2741A 는 두 가지 저항 측정법을 제공합니다.

**2- 와이어 및 4- 와이어** 저항입니다. 두 방법 모두, 테스트 전류가 입력 HI 단자로부터 측정 중인 저항기로 흘러갑니다. 2- 와이어 옴의 경우, 측정하는 저항기 양단에 걸친 전압 강하를 DMM 내부에서 감지합니다. 따라서 테스트 리드 저항도 측정됩니다. 4- 와이어 옴의 경우, " 감지 " 연결을 개별적으로 구성해야 합니다. 감지 리드에서 전류가 흐르지 않으므로 이 리드에서의 저항으로 인해 측정 오류가 생기지 않습니다.

*이 장 앞부분에서 DC 전압 측정에 관해 언급한 오차는 저항 측정에도 적용됩니다. 여기서는 저장 측정에만 해당하는 기타 오류원을 설명합니다.*

### 4- 와이어 저항 측정

4- 와이어 옴 방법은 작은 저항을 측정하는 가장 정확한 방법입니다. 이 방법을 사용하여 테스트 리드 저항 및 접촉 저항이 자동으로 줄어듭니다. 4- 와이어 저항은 보통 케이블 길이가 길고 연결 개수가 많으며 DMM 과 DUT 간에 스위치가 있는 자동 테스트 어플리케이션에서 사용합니다. 4- 와이어 저항 측정 시 권장하는 연결은 다음과 같습니다.



### 테스트 리드 저항 오차 제거

2- 와이어 저항 측정 시 테스트 리드 저항과 연결되어 있는 오프셋 오차를 없애려면 다음 절차를 따릅니다.

- 1 테스트 리드의 끝부분을 단락시킵니다. 판독값이 테스트 리드 저항입니다.
- 2 Null 을 클릭합니다. DMM 이 테스트 리드 저항을 2- 와이어 저항 Null 값으로 저장하고 이 값을 이후 측정 값에서 뺍니다.

### 전력 소모 효과 최소화

온도 측정용 저항기 (또는 온도 계수가 큰 기타 저항 장치) 를 측정할 때에는 DMM 이 DUT 에서 어느 정도 전력을 소모한다는 사실을 알고 있어야 합니다.

전력 소모가 문제가 될 경우, DMM 에서 그 다음으로 높은 측정 범위를 선택해 오차를 허용 수준으로 줄이는 것이 좋습니다. 아래 표에는 몇 가지 예가 나와있습니다.

표 3-2 여러 저항 범위의 전력 소모

범위	테스트 전류	DUT 풀 스케일에서의 전력
100Ω	1mA	100mW
1kΩ	0.83mA	689mW
10kΩ	100mA	100mW
100kΩ	10mA	10mW
1MΩ	900nA	810nW
10MΩ	205nA	420nW
100MΩ	205nA    10MΩ	35nW

### 고저항 측정 시 오차

높은 저항을 측정할 경우에는 절연 저항 및 표면 청결도로 인해 큰 오차가 발생할 수 있습니다. 따라서 필요한 조치를 취해 고저항 시스템을 "깨끗하게" 유지해야 합니다. 테스트 리드선과 픽스처는 절연재나 "더러운" 표면막에 습기가 스며들어 발생하는 누수에 취약합니다. 나일론과 PVC 는 폴리테트라 플루오르에틸렌 (PTFE)( $10^{13}\Omega$ ) 과 비교할 때 상대적으로 성능이 떨어지는 절연 기입니다 ( $10^9\Omega$ ). 나일론이나 PVC 절연기로부터의 누수는 습기가 있는 상황에서  $1M\Omega$  을 측정할 때 보통 0.1% 오차를 초래합니다.

# AC 측정

## True RMS AC 측정

U2741A 와 같이 True RMS 응답 DMM 은 해당 전압의 " 발열 " 전위를 측정합니다. 저항기에서 소모하는 전력은 전압 파형의 제곱근에 비례합니다. 이 DMM 은 파형에 포함된 전력이 계측기의 유효 대역폭보다 크지만 무시할 만할 수준인 경우 RMS 전압 또는 전류를 정확히 측정합니다.

**참고**

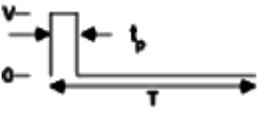
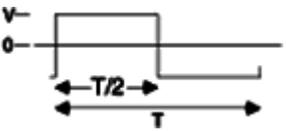
U2741A 는 동일한 방식으로 true RMS 전압과 전류를 측정합니다.

표 3-3 파형 모양 및 파라미터

파형 모양	파고율 (CF)	AC RMS	AC+DC RMS
	$\sqrt{2}$	$\frac{V}{\sqrt{2}}$	$\frac{V}{\sqrt{2}}$
	$\sqrt{3}$	$\frac{V}{\sqrt{3}}$	$\frac{V}{\sqrt{3}}$

### 3 측정 자습서

표 3-3 파형 모양 및 파라미터 ( 계속 )

파형 모양	파고율 (CF)	AC RMS	AC+DC RMS
	$\frac{T}{\sqrt{t_p}}$	$\frac{V}{CF} \times \sqrt{1 - \left(\frac{1}{CF}\right)^2}$	$\frac{V}{CF}$
	1	V	V

DMM의 AC 전압 및 AC 전류 기능은 AC 커플링 true RMS 값을 측정하는데, 입력 파형의 AC 성분대한 "발열 값" 만 측정하고 DC 성분은 제거됩니다. 위 그림에서 보는 바와 같이, 사인파, 삼각파, 사각파일 경우, AC 커플링 및 AC+DC 값이 같은데, 이는 파형에 DC 오프셋이 없기 때문입니다. 하지만 펄스 트레인과 같은 비대칭 파형일 경우, DC 전압 성분이 있고, 이는 Agilent의 AC 커플링 true RMS 측정에서 제거됩니다. 이러한 기능은 매우 큰 장점이 될 수 있습니다. DC 오프셋 값이 클 때 작은 AC 신호를 측정하면 AC 커플링 true RMS 측정이 바람직합니다.

DC 전원 공급이 있는 AC 리플을 측정하는 것이 좋은 예라 할 수 있습니다. 하지만 AC+DC true RMS 값을 알아야 하는 경우도 있습니다. 아래 그림에서 보는 바와 같이 (방정식 1) DC 및 AC 측정 결과를 합쳐 이 값을 구할 수 있습니다.

$$(AC + DC)_{TrueRMS} = \sqrt{AC^2 + DC^2} \quad (1)$$

최상의 AC 노이즈 제거율을 얻으려면 20 NPLC 에서 DC 측정을 하는 것이 좋습니다.

### **True RMS 정확도 및 고주파수 신호 성분**

일반적으로 오해하는 사항은 "AC DMM 이 true RMS 이므로 사인파 정확도 사양이 모든 파형에 적용된다" 라고 생각하는 것입니다. 사실, 입력 신호의 모양은 측정 정확도에 엄청난 영향을 미치며, 특히 입력 신호가 계측기 대역폭을 초과하는 고주파수 성분을 포함하고 있을 경우에 그러합니다.

## 기타 주요 측정 기능

### 주파수 측정 오차

U2741A는 상호 카운팅 기법으로 주파수를 측정합니다. 이 방법은 어떠한 입력 주파수에 대해서도 일정한 측정 분해능을 만들어 냅니다. 저전압, 저주파수 신호를 측정할 때에는 모든 주파수 성분에서 오차가 발생하기 쉽습니다. "느린" 신호를 측정할 때에는 내부 노이즈 및 외부 노이즈 픽업 모두의 영향이 큼니다. 오차는 주파수에 반비례합니다. DC 오프셋 전압 변경 이후 입력 주파수를 측정하려면 먼저 DMM의 입력이 충분히 안정될 때까지 기다려야 하기 때문에 측정 오차가 발생합니다.

### DC 전류 측정

DMM을 테스트 회로와 직렬로 연결하여 전류를 측정하면 측정 오차가 발생합니다. 이 오차는 DMM의 직렬 부담 전압 때문에 발생합니다. 전압은 아래에서 보는 바와 같이 DMM의 와이어링 저항과 전류 갈래 저항 전체에 걸쳐 발생합니다.

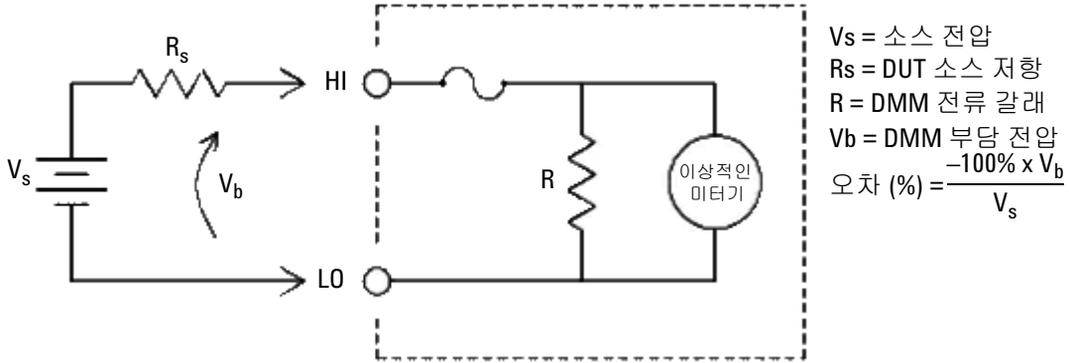


그림 3-3 전류 측정 시 부담 전압

**참고**

USB 모듈식 계측기 새시에 사용하는 경우 U2741A의 null 함수를 사용하여 모든 오프셋을 무효화할 것을 권장합니다. DC 사양에 기재된 바, 웜업 (warm-up) 30 분이 요구됩니다.

## 기타 측정 오차원

### 부하 오차 (AC 전압)

AC 전압 기능에서, DMM의 입력은 100 pF 캐패시턴스와 병렬로 1MΩ으로 나타냅니다. 신호를 DMM에 연결할 때 사용하는 연결 방식 또한 캐패시턴스와 부하를 더해줍니다.

저주파수일 경우, 부하 오차는 (방정식 2)입니다.

$$Error(\%) = \frac{-100 \times R_s}{R_s + 1M\Omega} \quad (2)$$

고주파수일 경우, 추가 부하 오차는 (방정식 3)입니다.

$$Error(\%) = 100 \times \left[ \frac{1}{\sqrt{1 + (2\pi \times F \times R_s \times C_{in})^2}} - 1 \right] \quad (3)$$

$R_s$  = 소스 저항

$F$  = 입력 주파수

$C_{in}$  = 입력 캐패시턴스 (100 pF) + 케이블 캐패시턴스

### 풀 스케일 미만의 측정

DMM이 선택한 범위의 풀 스케일에 있거나 가까이 있을 때 가장 정확하게 AC 측정을 할 수 있습니다. 자동 범위 조정은 풀 스케일의 10%(하향 범위)와 120%(상향 범위)에서 발생합니다. 따라서 한 범위에서는 풀 스케일에서 그리고 그 다음으로 높은 범위에서는 풀 스케일의 10%에서 입력을 측정할 수 있습니다. 일반적으로, 범위가 낮을수록 정확도가 높으며, 최고 정확도를 얻으려면 측정 중 가장 낮은 수동 범위를 선택합니다.

## 고전압 자기 발열 오차

300Vrms 가 넘는 값을 적용하면, DMM 의 내부 시그널 컨디셔닝 성분에서 자기 발열이 발생합니다. 이러한 오차는 DMM 사양에 포함되어 있습니다.

이 자기 발열로 인한 DMM 내부의 온도 변화는 다른 AC 전압 범위에서 오차 값을 높일 수 있습니다.

## AC 전류 측정 오차 ( 부담 전압 )

DC 전류에 적용되는 부담 전압은 AC 전류 측정에도 적용됩니다. 하지만 DMM 의 직렬 인덕턴스와 측정 연결로 인해 AC 전류에 대한 부담 전압이 더 큼니다. 입력 주파수가 증가하면 부담 전압도 증가합니다. DMM 직렬 인덕턴스와 측정 연결로 인해 전류 측정 시 일부 회로에서 발진이 발생할 수 있습니다.

## 로우 레벨 측정 오차

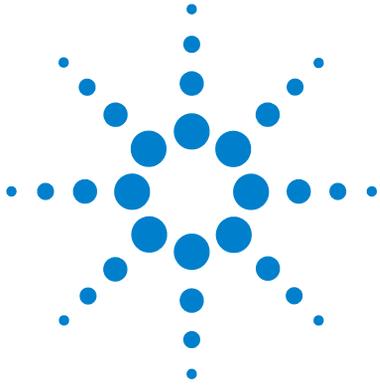
100mV 미만의 AC 전압을 측정할 경우, 외부의 노이즈 소스로 인해 오차가 발생하기가 특히 쉽습니다. 노출된 테스트 리드선이 안테나 역할을 하며 정상적으로 작동하는 DMM 이 수신 신호를 측정합니다. 전원 라인을 포함한 전체 측정 경로가 회로 안테나 역할을 합니다. 이 회로에 전류를 흘려보내면 DMM 입력과 직렬로 어떠한 임피던스에서도 오차 전압이 발생합니다. 이런 이유 때문에 차폐 케이블을 통해 DMM 으로 로우 레벨 AC 전압을 적용하는 것이 좋습니다. 차폐를 입력 LO 단자에 연결해야 합니다.

가급적 DMM 과 AC 소스는 같은 전기 콘센트에 연결해야 합니다. 또한 피할 수 없다면 접지 회로 면적을 최소화해야 합니다. 고임피던스 소스 또한 저임피던스 소스에 비해 노이즈 픽업에 취약합니다. DMM 입력단과 병렬로 캐패시터를 배치해 소스의 고주파수 임피던스를 줄일 수 있습니다. 어플리케이션에 맞는 캐패시터 값을 계산하기 위한 실험을 해야 하는 경우도 있습니다.

대부분 외부 노이즈는 입력 신호와 상관 관계가 없습니다. 아래 방정식 4에서 보는 바와 같이 오차를 계산할 수 있습니다.

$$\text{Voltage Measured} = \sqrt{V_{in}^2 + \text{Noise}^2} \quad (4)$$

드물기는 하지만 상관 관계가 있는 노이즈는 특히 해롭습니다. 상관 관계 노이즈는 항상 입력 신호에 직접 더해집니다. 로컬 전원 라인과 동일한 주파수를 가진 로우 레벨 신호를 측정하는 것이 이러한 오차가 발생하기 쉬운 일반적인 경우입니다.



## 4 특성 및 사양

제품 특성 51

제품 사양 53

이 장에서는 U2741A의 제품 특성과 작동 사양에 대해 설명합니다.



이 사양은 U2741A USB 모듈식 디지털 멀티미터 을 자기장 간섭 및 정전하가 없는 장소에서 사용할 경우에만 적용됩니다.

멀티미터를 자기장 간섭 및 정전하가 존재하는 환경에서 사용할 때에는 측정 정확도가 저하될 수 있습니다.

### 참고

- 전압 측정 프로브는 차폐되어 있지 않으며 자기장 간섭이 측정 신호에 더해지도록 하는 안테나 역할을 할 수 있습니다.
  - 4000V 가 넘는 정전기가 방출되면 멀티미터가 일시적으로 응답을 멈춰 판독값이 지워지거나 오류가 발생할 수 있습니다.
-

## 제품 특성

원격 인터페이스 <sup>1</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hi-Speed USB 2.0</li> <li>• USBTMC 488.2 클래스 장치<sup>2</sup></li> </ul>
전원 소비	<ul style="list-style-type: none"> <li>• +12VDC, 최대 2A</li> <li>• 절연 ELV 전원</li> </ul>
작동 환경	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 18°C ~ 28°C(50% RH) 범위에서 1 년간 최대 정확도를 유지하는 사양</li> <li>• 고도 : 최대 2000m</li> <li>• 오염도 II</li> <li>• 옥내용으로만 사용</li> </ul>
보관 적합성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• -20°C ~ +70°C</li> <li>• 상대 습도 : 5% ~ 90% RH ( 비응축 )</li> </ul>
안전 적합성	<p>인증 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• IEC 61010-1:2001/EN 61010-1:2001 ( 2 차 개정 )</li> <li>• 캐나다 : CAN/CSA-C22.2 No. 61010-1-04</li> <li>• 미국 : ANSI/UL 61010-1:2004</li> </ul>
측정 적합성	CAT II 300V 과전압 보호
EMC 적합성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IEC 61326-2002/EN 61326:1997+A1:1998+A2:2001+A3:2003</li> <li>• 캐나다 : ICES-001:2004</li> <li>• 호주 / 뉴질랜드 : AS/NZS CISPR11:2004</li> </ul>
보통 모드 제거비 (CMRR)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DC CMRR &gt;120 dB(1k 불균형 부하 포함 )</li> <li>• 50/60 Hz ± 0.1% 에서 AC CMRR &gt;70 dB(1k 불균형 부하 포함 )</li> </ul>
일반 모드 제거비 (NMRR)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 50/60 Hz ± 0.1%<sup>3</sup> 에서 &gt;60 dB</li> <li>• 50/60 Hz ± 0.1%<sup>4</sup> 에서 &gt;0 dB</li> </ul>
충격 및 진동	IEC/EN 60068-2 를 기준으로 테스트를 거침
I/O 커넥터	바나나 소켓 단자 4 개
크기 (W × D × H)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 105.00mm x 175.00mm x 11.50mm (범퍼 제외)</li> <li>• 117.00mm x 180.00mm x 41.00mm (범퍼 포함)</li> </ul>
무게	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 451g (범퍼 제외)</li> <li>• 509g (범퍼 포함)</li> </ul>
보증	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="http://www.agilent.com/go/warranty_terms">http://www.agilent.com/go/warranty_terms</a> 를 참조하십시오 .</li> <li>• 제품에 대해 1 년</li> <li>• 별도의 명시 사항이 없을 경우 제품의 표준 액세서리에 대해서는 3 개월</li> <li>• 제품에 대해 다음 사항에 대해서는 보증이 적용되지 않는 점을 참고하십시오 .</li> <li>• 오염으로 인한 손상</li> <li>• 기계 구성 요소의 일반적인 마모</li> <li>• 매뉴얼</li> </ul>

## 4 특성 및 사양

교정	교정 주기는 1 년으로 할 것을 권장합니다 .
측정 범주	U2741A USB 모듈식 DMM 은 측정 범주 II, 300V 에서 사용하도록 되어 있습니다 .
측정 범주 정의	<p>측정 범주 I 은 MAINS 에 직접 연결되지 않은 회로에서 수행되는 측정에 대한 것입니다 . MAINS 에서 도출한 회로 , 특히 보호 장치가 있는 ( 내부 ) 주전원 도출 회로에서 측정하는 것을 예로 들 수 있습니다 .</p> <p>측정 범주 II 는 저전압 설치에 직접 연결된 회로에서 수행되는 측정입니다 . 가정용 전자제품 , 휴대용 툴 및 비슷한 장비에서의 측정을 예로 들 수 있습니다 .</p> <p>측정 범주 III 은 계측 구축에서 수행되는 측정입니다 . 분전반 , 회로 차단기 , 와이어링 (케이블 포함) , 버스 바 , 연결 상자 , 스위치 , 고정 콘센트 , 산업용 장비 , 기타 영구적으로 고정 설치하는 고정식 모터를 포함한 장비 등에서 이루어지는 측정을 예로 들 수 있습니다 .</p> <p>측정 범주 IV 는 저전압 설치의 소스에서 수행되는 측정입니다 . 주 과전류 보호 장치 및 리플 제어 장치에서의 전기 계량 및 측정을 예로 들 수 있습니다 .</p>

<sup>1</sup> Agilent E5813A 를 사용한 원격 연결은 [단원 1](#) 을 참조하십시오 .

<sup>2</sup> Microsoft Windows 운영 체제 시스템에 한하여 호환 됨 .

<sup>3</sup> NPLC > 1 에 해당

<sup>4</sup> NPLC 0.2 및 0.02 에 해당

# 제품 사양

## DC 사양<sup>1</sup>

표 4-1 DC 정확도

기능	범위	입력 임피던스	테스트 전류 / 부담 전압, 분로 저항	정확도 ( $\pm$ 판독값의 % + 범위의 %)	온도 계수 0°C ~ 18°C 28°C ~ 55°C
전압 <sup>2</sup>	100.000mV	10MΩ	-	0.015 + 0.008	0.002 + 0.0008
	1.00000V	10MΩ	-	0.015 + 0.005	0.001 + 0.0005
	10.0000V	10MΩ	-	0.018 + 0.005	0.002 + 0.0005
	100.000V	10MΩ	-	0.018 + 0.005	0.002 + 0.0005
	300.000V	10MΩ	-	0.018 + 0.005	0.0015 + 0.0005
전류 <sup>3</sup>	10.0000mA	-	<0.2V, 10Ω	0.06 + 0.015	0.005 + 0.0025
	100.000mA	-	<0.2V, 1Ω	0.06 + 0.005	0.008 + 0.002
	1.00000A	-	<0.3V, 0.1Ω	0.15 + 0.007	0.005 + 0.002
	2.0000A	-	<0.8V, 0.1Ω	0.15 + 0.007	0.005 + 0.002
저항 <sup>4</sup>	100.000Ω	-	1.0mA	0.03 + 0.008	0.006 + 0.0008
	1.00000kΩ	-	1.0mA	0.03 + 0.005	0.006 + 0.0005
	10.0000kΩ	-	100μA	0.03 + 0.005	0.006 + 0.0005
	100.000kΩ	-	10.0μA	0.03 + 0.005	0.006 + 0.0005
	1.00000MΩ	-	1μA	0.06 + 0.005	0.01 + 0.0005
	10.0000MΩ	-	225nA	0.25 + 0.005	0.025 + 0.0005
	100.000MΩ	-	225nA	2.0 + 0.005	0.3 + 0.0005
다이오드 테스트 <sup>5</sup>	1.0000V	-	1.00mA	0.015 + 0.03	0.005 + 0.0005
연속성 테스트 <sup>6</sup>	1.0000kΩ	-	1.00mA	0.05 + 0.03	0.005 + 0.0005

## 4 특성 및 사양

- <sup>1</sup> 사양은 30 분간 예열한 상태에서 NPLC 20 분해능, 교정 온도 18°C ~ 28°C 범위를 기준으로 합니다. NPLC 0 및 NPLC 0.025 인 경우 범위를 0.01% 추가합니다.
- <sup>2</sup> 300Vdc 를 제외한 모든 범위에서 120% 초과. 300Vdc 로 입력 제한.
- <sup>3</sup> 외부에서 접근할 수 있는 2A, 250V 의 조기 차단 퓨즈로 입력 제한.
- <sup>4</sup> AMM 소프트웨어에서 Null 기능을 사용한 4- 와이어 및 2- 와이어 저항에 대한 사양입니다. AMM 소프트웨어에 Null 기능이 없다면 0.2Ω 을 추가 오차로 더해야 합니다. 300Vdc 로 입력 제한. 사양은 NPLC ≥ 1 로 적용됩니다.
- <sup>5</sup> 입력단에서 측정된 전압에만 해당하는 사양입니다.
- <sup>6</sup> 연속성 임계값은 10Ω 미만으로 고정됩니다.

### DC 전류 설정시 고려사항

전류를 > 1 A 에서 저전류 측정으로 전환하면 자체 발현으로 인해 약 0.3% 의 판독값 추가 오류가 발생할 수 있습니다. 이것은 일반적으로 1 분 안에 사라집니다.

### AC 사양<sup>1</sup>

표 4-2 전압의 AC 정확도

기능	범위	정확도 입력 ( 판독값의 % + 범위의 % ) 주파수 (Hz)			
		20 ~ 45	45 ~ 10k	10k ~ 30k	30k ~ 100k <sup>3</sup>
전압 <sup>2</sup>	100.000mVrms	1 + 0.1	0.2 + 0.1	1.5 + 0.3	5.0 + 0.3
	1.00000V	1 + 0.1	0.2 + 0.1	1.0 + 0.1	3.0 + 0.2
	10.0000V	1 + 0.1	0.3 + 0.1	1.0 + 0.1	3.0 + 0.2
	100.000V	1 + 0.1	0.3 + 0.1	1.0 + 0.1	3.0 + 0.2
	250.000V <sup>4</sup>	1 + 0.1	0.3 + 0.1	1.0 + 0.1	3.0 + 0.2

<sup>1</sup> 사양은 30 분의 예열 시간과 교정 온도 18°C ~ 28°C 범위를 기준으로 합니다. 수동 범위에서 설정 시간은 2.6 초이며 자동 범위에서 첫 번째 측정 정확도는 < 1% 입니다.

<sup>2</sup> 범위의 5% 가 넘는 사인파 입력에 대한 사양입니다. 250VAC 를 제외한 모든 범위에서 120% 초과. 폴 스케일에서 최대 파고율은 5 입니다. 입력 임피던스는 캐패시턴스가 120pF 미만이며 최고 300VDC 까지 AC 커플링한 상태에서 병렬로 1MΩ 입니다.

<sup>3</sup> 주파수가 30kHz를 넘고 신호 입력이 범위의 10% 미만인 경우 더해야 하는 추가 오차 .30kHz ~ 100kHz: kHz 당 플 스케일의 0.003%.

<sup>4</sup> 입력 신호는 50Vrms를 초과해야 합니다 .

**표 4-3** 전압의 온도 계수

		주파수 (Hz)			
범위		20 ~ 45	45 ~ 10k	10k ~ 30k	30k ~ 100k
온도 계수	100.000mVrms, 1.00000V, 10.0000V, 100.000V, 250.000V	0.02 + 0.02	0.02 + 0.02	0.05 + 0.02	0.1 + 0.02

**표 4-4** 전류의 AC 정확도 <sup>1</sup>

기능	범위	부담 전압 / 전류 갈래	정확도 입력 ( 판독값의 % + 범위의 % ) 주파수 (Hz)		
			20 ~ 45	45 ~ 1k	1k ~ 10k
전류 <sup>2</sup>	10.0000mA	<0.2V, 10Ω	1.5 + 0.1	0.5 + 0.1	2 + 0.2
	100.000mA	<0.2V, 1Ω	1.5 + 0.1	0.5 + 0.1	2 + 0.2
	1.00000A	<0.3V, 0.1Ω	1.5 + 0.1	0.5 + 0.1	2 + 0.2
	2.0000A	<0.8V, 0.1Ω	1.5 + 0.1	0.5 + 0.1	2 + 0.2

<sup>1</sup> 수동 범위에서 설정 시간은 2.6 초이며 자동 범위에서 첫 번째 측정 정확도는 < 1%입니다 .

<sup>2</sup> 외부에서 접근할 수 있는 2A, 250V의 조기 차단 퓨즈로 입력 제한 .

**표 4-5** 전류의 온도 계수

		주파수 (Hz)		
범위		20 ~ 45	45 ~ 10k	10k ~ 30k
온도 계수	10.0000mA, 100.000mA, 1.00000A, 2.0000A	0.02 + 0.02	0.02 + 0.02	0.02 + 0.02

## 4 특성 및 사양

### 주파수 사양<sup>1</sup>

표 4-6 주파수 정확도

기능	범위	정확도 ( 판독값의 % + 범위의 % )	최소 입력 주파수	온도 계수 (%)
주파수	20 ~ 300kHz	0.0200 +0.003	1Hz	0.005

표 4-7 AC 전압의 주파수 감도

기능	입력 범위	최소 감도 (RMS 사인파) 주파수 (Hz)	
		20 ~ 100k	100 ~ 300k
AC 전압	100mV <sup>2</sup>	20mV	20mV
	1V	100mV	120mV
	10V	1V	1.2V
	100V	10V	20V
	250V	100V	120V

<sup>1</sup> 주파수 측정은 자동 범위 모드에서만 할 수 있습니다. 30 분간 예열한 상태에서 1 초 개구면을 이용한 경우의 사양입니다. 측정 방법에서는 AC 전압 기능에서 AC 커플링 입력을 사용하는 상호 카운팅 기법을 이용합니다. 게이트 시간은 0.1 초 또는 1 초입니다.

<sup>2</sup> 사각파 측정에만 해당.

### 온도 사양

표 4-8 온도 정확도

기능	서미스터 유형	범위	정확도	온도 계수
온도	5kΩ 서미스터	-80.0°C ~ 150.0°C -112°F ~ 302°F	프로브 정확도 + 0.2%	0.002°C

**www.agilent.com**

## 연락처

서비스나 보증 또는 기술 지원을 받으려면 아래 전화번호 또는 팩스번호로 연락하십시오.

미국 :

( 전화 ) 800 829 4444 ( 팩스 ) 800 829 4433

캐나다 :

( 전화 ) 877 894 4414 ( 팩스 ) 800 746 4866

중국 :

( 전화 ) 800 810 0189 ( 팩스 ) 800 820 2816

유럽 :

( 전화 ) 31 20 547 2111

일본 :

( 전화 ) (81) 426 56 7832 ( 팩스 ) (81) 426 56 7840

한국 :

( 전화 ) (080) 769 0800 ( 팩스 ) (080) 769 0900

라틴 아메리카 :

( 전화 ) (305) 269 7500

대만 :

( 전화 ) 0800 047 866 ( 팩스 ) 0800 286 331

기타 아시아 태평양 국가 :

( 전화 ) (65) 6375 8100 ( 팩스 ) (65) 6755 0042

또는 다음 Agilent 웹사이트를 방문하십시오.

[www.agilent.com/find/assist](http://www.agilent.com/find/assist)

본 문서에 나오는 제품 사양과 설명은 예고 없이 변경될 수 있습니다. 항상 Agilent 웹 사이트에서 최신 개정판을 참조하십시오.

© Agilent Technologies, Inc., 2008 - 2012

제 4판, 2012년 5월 4일

U2741-90008



**Agilent Technologies**