

Keysight U2741A USB Modular 5.5 Digits Digital Multimeter

Notices

Copyright Notice

© Keysight Technologies 2008 - 2021

No part of this manual may be reproduced in any form or by any means (including electronic storage and retrieval or translation into a foreign language) without prior agreement and written consent from Keysight Technologies as governed by United States and international copyright laws.

Manual Part Number

U2741-90001

Edition

Edition 11, February 2021

Printed in:

Printed in Malaysia

Published by:

Keysight Technologies
Bayan Lepas Free Industrial Zone,
11900 Penang, Malaysia

Technology Licenses

The hardware and/or software described in this document are furnished under a license and may be used or copied only in accordance with the terms of such license.

Declaration of Conformity

Declarations of Conformity for this product and for other Keysight products may be downloaded from the Web. Go to <http://www.keysight.com/go/conformity>. You can then search by product number to find the latest Declaration of Conformity.

U.S. Government Rights

The Software is "commercial computer software," as defined by Federal Acquisition Regulation ("FAR") 2.101. Pursuant to FAR 12.212 and 27.405-3 and Department of Defense FAR Supplement ("DFARS") 227.7102, the U.S. government acquires commercial computer software under the same terms by which the software is customarily provided to the public. Accordingly, Keysight provides the Software to U.S. government customers under its standard commercial license, which is embodied in its End User License Agreement (EULA), a copy of which can be found at <http://www.keysight.com/find/sweula>. The license set forth in the EULA represents the exclusive authority by which the U.S. government may use, modify, distribute, or disclose the Software. The EULA and the license set forth therein, does not require or permit, among other things, that Keysight: (1) Furnish technical information related to commercial computer software or commercial computer software documentation that is not customarily provided to the public; or (2) Relinquish to, or otherwise provide, the government rights in excess of these rights customarily provided to the public to use, modify, reproduce, release, perform, display, or disclose commercial computer software or commercial computer software documentation. No additional government requirements beyond those set forth in the EULA shall apply, except to the extent that those terms, rights, or licenses are explicitly required from all providers of commercial computer software pursuant to the FAR and the DFARS and are set forth specifically in writing elsewhere in the EULA. Keysight shall be under no obligation to update, revise or otherwise modify the Software. With respect to any technical data as defined by FAR 2.101, pursuant to FAR 12.211 and 27.404.2 and DFARS 227.7102, the U.S. government acquires no greater than Limited Rights as defined in FAR 27.401 or DFAR 227.7103-5 (c), as applicable in any technical data.

Warranty

THE MATERIAL CONTAINED IN THIS DOCUMENT IS PROVIDED "AS IS," AND IS SUBJECT TO BEING CHANGED, WITHOUT NOTICE, IN FUTURE EDITIONS. FURTHER, TO THE MAXIMUM EXTENT PERMITTED BY APPLICABLE LAW, KEYSIGHT DISCLAIMS ALL WARRANTIES, EITHER EXPRESS OR IMPLIED, WITH REGARD TO THIS MANUAL AND ANY INFORMATION CONTAINED HEREIN, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. KEYSIGHT SHALL NOT BE LIABLE FOR ERRORS OR FOR INCIDENTAL OR CONSEQUENTIAL DAMAGES IN CONNECTION WITH THE FURNISHING, USE, OR PERFORMANCE OF THIS DOCUMENT OR OF ANY INFORMATION CONTAINED HEREIN. SHOULD KEYSIGHT AND THE USER HAVE A SEPARATE WRITTEN AGREEMENT WITH WARRANTY TERMS COVERING THE MATERIAL IN THIS DOCUMENT THAT CONFLICT WITH THESE TERMS, THE WARRANTY TERMS IN THE SEPARATE AGREEMENT SHALL CONTROL.

Safety Information

CAUTION




A CAUTION notice denotes a hazard. It calls attention to an operating procedure, practice, or the like that, if not correctly performed or adhered to, could result in damage to the product or loss of important data. Do not proceed beyond a CAUTION notice until the indicated conditions are fully understood and met.

WARNING

A WARNING notice denotes a hazard. It calls attention to an operating procedure, practice, or the like that, if not correctly performed or adhered to, could result in personal injury or death. Do not proceed beyond a WARNING notice until the indicated conditions are fully understood and met.

Safety Symbols

The following symbols on the instrument and in the documentation indicate precautions which must be taken to maintain safe operation of the instrument.

	Direct current (DC)		Caution, risk of danger (refer to this manual for specific Warning or Caution information)
	Earth (ground) terminal		

General Safety Information

WARNING

- Do not use the device if it is damaged. Before you use the device, inspect the casing. Look for cracks or missing plastic. Do not operate the device around explosive gas, vapor, dust, or wet environments.
 - Always use the device with the cables provided.
 - Observe all markings on the device before establishing any connection.
 - Turn off the device and application system power before connecting to the I/O terminals.
 - When servicing the device, use only the specified replacement parts.
 - Do not operate the device with the cover removed or loosened.
 - Use only the power adapter provided by the manufacturer to avoid any unexpected hazards.
 - The input voltage range for the instrument is +12 VDC. Mains supply voltage fluctuations are not to exceed $\pm 10\%$ of the nominal supply voltage.
-

CAUTION

- If the device is used in a manner not specified by the manufacturer, the device protection may be impaired.
 - Clean the case with a soft, lint-free, slightly dampened cloth. Do not use detergent, volatile liquids, or chemical solvents.
 - Do not permit any blockage of the ventilation holes of the device.
-

Environmental Conditions

This instrument is designed for indoor use and in an area with low condensation. The table below shows the general environmental requirements for this instrument.

Environmental condition	Requirement
Temperature	Operating condition 0 °C to 55 °C
	Storage condition –40 °C to 70 °C
Humidity	Operating condition 95% RH up to 40 °C, decreases linearly to 45% RH at 55 °C (non-condensing) ^[a]
	Storage condition Up to 95% RH at 40 °C (non-condensing)
Altitude	Up to 2,000 m
Pollution degree	Pollution Degree 2
Overvoltage category	II

[a] From 40 °C to 55 °C, the maximum % Relative Humidity follows the line of constant dew point.





Product Regulatory and Compliance

The U2741A USB modular digital multimeter complies with the following safety and EMC requirements:

- IEC 61010-1/EN61010-1, IEC 61010-2-030/EN61010-2-030
- Canada: CAN/CSA-C22.2 No. 61010-1, CAN/CSA-C22.2 No. 61010-2-030
- USA: ANSI/UL Std. No. 61010-1, ANSI/UL Std. No. 61010-2-030
- IEC 61326-1/EN61326-1
- Canada: ICES/NMB-001
- Australia/New Zealand: AS/NZS CISPR11

Refer to Declaration of Conformity for current revisions. Go to <http://www.keysight.com/go/conformity> for more information.

Regulatory Markings

 <p>The CE mark is a registered trademark of the European Community. This CE mark shows that the product complies with all the relevant European Legal Directives.</p>	 <p>The RCM mark is a registered trademark of the Spectrum Management Agency of Australia. This signifies compliance with the Australia EMC Framework regulations under the terms of the Radio Communication Act of 1992.</p>
<p>ICES/NMB-001</p> <p>ICES/NMB-001 indicates that this ISM device complies with the Canadian ICES-001. Cet appareil ISM est conforme a la norme NMB-001 du Canada.</p>	 <p>This instrument complies with the WEEE Directive (2002/96/EC) marking requirement. This affixed product label indicates that you must not discard this electrical or electronic product in domestic household waste.</p>
 <p>The CSA mark is a registered trademark of the Canadian Standards Association.</p>	

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

This instrument complies with the WEEE Directive (2002/96/EC) marking requirement. This affixed product label indicates that you must not discard this electrical or electronic product in domestic household waste.

Product category:

With reference to the equipment types in the WEEE directive Annex 1, this instrument is classified as a “Monitoring and Control Instrument” product.

The affixed product label is as shown below.



THIS PAGE HAS BEEN INTENTIONALLY LEFT BLANK.

Do not dispose in domestic household waste.

To return this unwanted instrument, contact your nearest Keysight Service Center, or visit <http://about.keysight.com/en/companyinfo/environment/takeback.shtml> for more information.

Sales and Technical Support

To contact Keysight for sales and technical support, refer to the support links on the following Keysight websites:

- www.keysight.com/find/U2741A
(product-specific information and support, software and documentation updates)
- www.keysight.com/find/assist
(worldwide contact information for repair and service)

Table of Contents

Safety Symbols	3
General Safety Information	4
Environmental Conditions	5
Regulatory Markings	6
Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) Directive	
2002/96/EC	7
Product category:	7
Sales and Technical Support	7
1 Getting Started	
Introduction	16
Product at a Glance	17
Product outlook	17
Product Dimensions	19
Dimensions without bumpers	19
Dimensions with bumpers	20
Standard Shipped Items	21
Inspection and Maintenance	22
Initial inspection	22
Electrical check	22
General maintenance	23
Installation and Configuration	24
Instrument Configuration	25
55-Pin backplane connector pin configuration	25
Chassis installation	26
2 Operation and Features	
Powering Up	28
Making Measurements	29
Measuring DC voltage	29

Measuring AC voltage	31
Measuring DC current	32
Measuring AC current	33
Measuring resistance	34
Measuring frequency	36
Testing continuity	37
Testing diodes	38
Measuring temperature	39
Restoring Instrument State	40
Autozero	40
Ranging	41
Default Settings	42
Triggering the U2741A	43
System-Related Operation	45
Error conditions	45
3 Measurement Tutorial	
DC Measurement Considerations	48
Noise Rejection	49
Resistance Measurement Considerations	52
AC Measurements	55
Other Primary Measurement Functions	57
Frequency measurement errors	57
DC current measurements	57
Other Sources of Measurement Error	59
4 Characteristics and Specifications	

List of Figures

Figure 1-1	55-pin backplane connector pin configuration	25
Figure 3-1	Common mode source error	49
Figure 3-2	Ground loop induced error	51
Figure 3-3	Burden voltage in current measurement	58

THIS PAGE HAS BEEN INTENTIONALLY LEFT BLANK.

List of Tables

Table 1-1	SSI connector pin description	25
Table 2-1	Default settings summary	42
Table 3-1	Thermoelectric voltage for dissimilar metals connections	48
Table 3-2	Power dissipation for various resistance ranges	54
Table 3-3	Waveform shapes and their parameters	55

THIS PAGE HAS BEEN INTENTIONALLY LEFT BLANK.

1 Getting Started

Introduction	16
Product at a Glance	17
Product Dimensions	19
Standard Shipped Items	21
Inspection and Maintenance	22
Installation and Configuration	24
Instrument Configuration	25

Introduction

The Keysight U2741A is a 5.5 digits digital multimeter that can operate as standalone or as a modular unit when used with the U2781A USB modular instrument chassis.

U2741A can perform the following measurements:

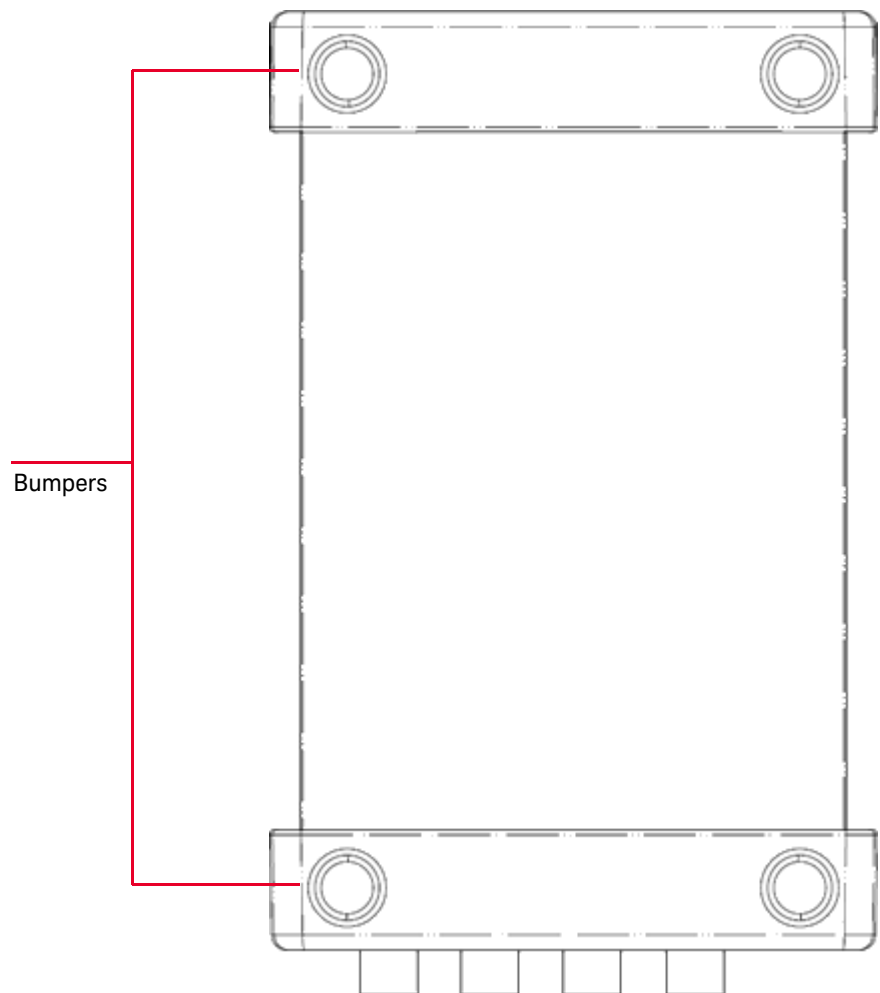
- DC Voltage
- AC Voltage
- DC Current
- AC Current
- Resistance
- Diode Test
- Continuity Test
- Temperature
- Frequency

The U2741A is controlled remotely over a USB interface via the Keysight Measurement Manager (KMM) software. The U2741A can also be programmed using the provided drivers or via SCPI commands in your customized application.

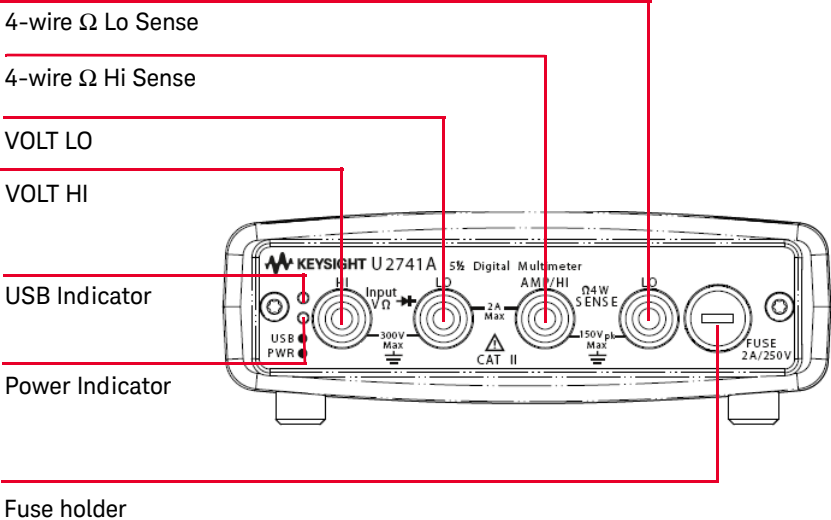
Product at a Glance

Product outlook

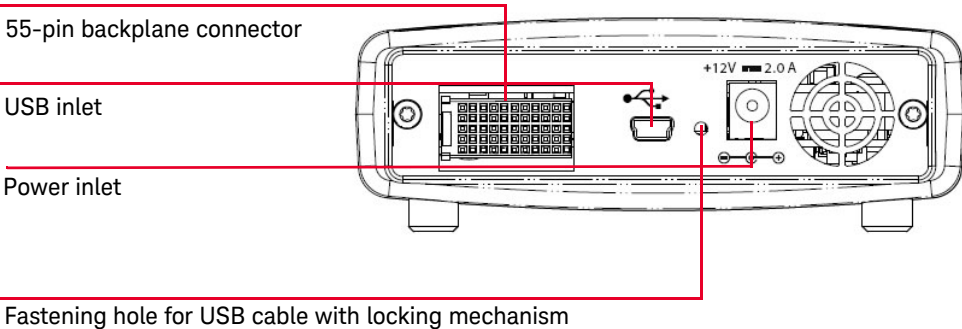
Top view



Front view



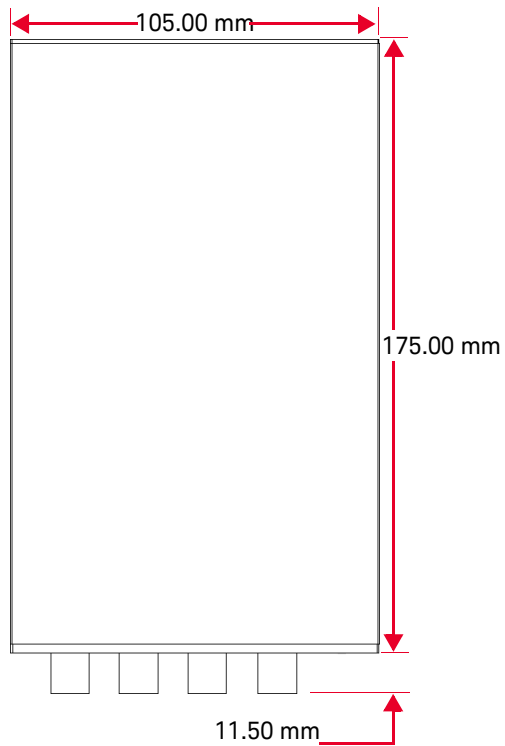
Rear view



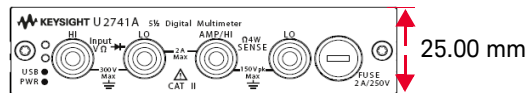
Product Dimensions

Dimensions without bumpers

Top view

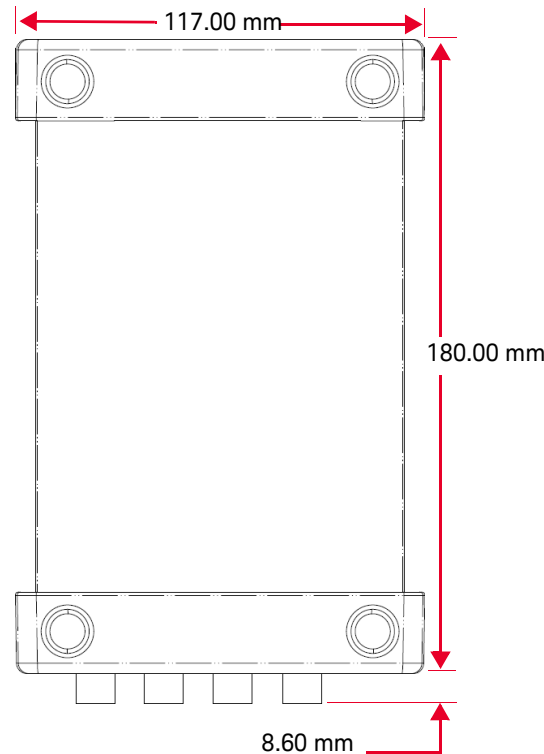


Front view

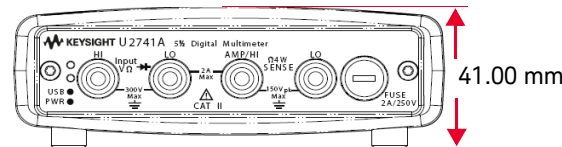


Dimensions with bumpers

Top view



Front view



Standard Shipped Items

Verify that you have received the following items with your unit. If anything is missing or damaged, please contact the nearest Keysight Sales Office.

- ✓ AC/DC power adapter
- ✓ Power cord
- ✓ Standard test lead set
- ✓ USB Standard-A to Mini-B interface cable
- ✓ L-Mount kit (used with the modular instrument chassis)
- ✓ Certificate of Calibration

Inspection and Maintenance

Initial inspection

When you receive your U2741A, inspect the unit for any obvious damage such as broken terminals or cracks, dents, and scratches on the casing that may occur during shipment.

If any damage is found, notify the nearest Keysight Sales Office immediately. The front of this manual contains the warranty information.

Keep the original packaging in case the U2741A has to be returned to Keysight in the future. If you return the U2741A for service, attach a tag identifying the owner and model number. Also include a brief description of the problem.

Electrical check

For verification procedures, refer to *Keysight U2741A USB Modular 5.5 Digits Digital Multimeter Service Guide*. The procedures will verify to a high level of confidence that the U2741A is operating in accordance to its specifications.

General maintenance

General maintenance

NOTE

Any repair that is not covered in your modular product manuals should only be performed by qualified personnel.

- 1** Power off your module and remove the power cord and I/O cable from your device.
- 2** Remove your module from the bumper casing.
- 3** Shake out any dirt that may have accumulated on the module.
- 4** Wipe your module with a dry cloth and install the bumper back in place.

Installation and Configuration

Follow the step-by-step instructions shown in the *Keysight USB Modular Products and Systems Quick Start Guide* to get started with the preparations and installations of your U2741A.

NOTE

You need to install the IVI-COM driver if you are going to use the U2741A with Keysight VEE Pro, LabVIEW, or Microsoft® Visual Studio®.

Instrument Configuration

55-Pin backplane connector pin configuration

The 55-pin backplane connector is used when the U2741A module is inserted into the U2781A USB modular instrument chassis. For more details, refer to the *Keysight U2781A USB Modular Instrument Chassis User's Guide*.

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

Figure 1-1 55-pin backplane connector pin configuration

Table 1-1 SSI connector pin description

SSI timing signal	Functionality
GND	Ground
NC	Not connected
VBUS	USB bus power sensing input
USB_D+, USB_D-	USB differential pair
TRIG0~TRIG7	Trigger bus
+12 V	+12 V power with 4 A current
nBPUB	USB backplane input detect

Table 1-1 SSI connector pin description (continued)

SSI timing signal	Functionality
CLK10M	10 MHz clock source
STAR_TRIG	Star trigger
GA0,GA1,GA2	Geographical address pin

Chassis installation

The L-Mount kit is to be installed to your U2741A module.

The following instructions describe the simple procedure of installing the L-Mount kit and your module in the chassis.

- 1** Unpack the L-Mount kit from the packaging.
- 2** Remove your U2741A module from the bumper casing.
- 3** Use a Phillips screwdriver to fasten the L-Mount kit to your U2741A module.
- 4** Insert your U2741A module into the U2781A chassis with the 55-pin backplane connector positioned at the bottom of the module.
- 5** Once you have slotted in the module, tighten the screws of the L-Mount kit to secure the connection.

2 Operation and Features

Powering Up	28
Making Measurements	29
Restoring Instrument State	40
Default Settings	42
Triggering the U2741A	43
System-Related Operation	45

This chapter contains the details on how to configure your U2741A USB modular digital multimeter to perform the various measurement functions either through the software front panel or by sending SCPI commands remotely via the USB interface.

Powering Up

Take note of the following when you power up the U2741A.

- The U2741A can only be operated via the USB interface.
- Before you can control the U2741A, you need to install the hardware driver and the IO Libraries Suite 14.2 or higher. Both of these are included when you purchase the U2741A. Refer to the *Keysight USB Modular Products and Systems Quick Start Guide* for the installation procedure.
- On the front panel of the U2741A, there are two LED indicators. Refer to [Chapter 1](#), “**Product outlook**” on page 17.
- Power indicator lights up once the U2741A is powered up. It will blink if there is a system error.
- USB indicator will only blink when there is data exchange activity between the U2741A and the PC.

You can control your U2741A via the KMM for U2741A or via SCPI commands sent through the USB interface from your own application programs.

The Keysight U2741A complies with the syntax rules and conventions of SCPI commands.

You can determine the U2741A's SCPI language version by sending the **SYSTem:VERSion?** command from the remote interface.

For a complete discussion of U2741A's SCPI syntax, refer to the *Keysight U2741A Programmer's Reference*.

Making Measurements

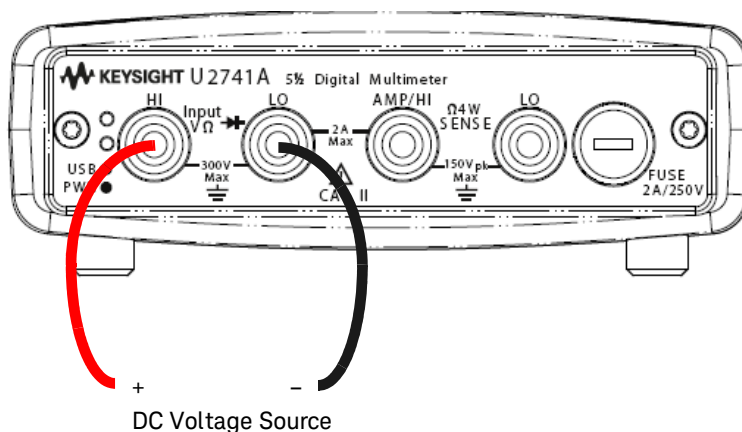
The following pages show how to make measurement connections and how to select measurement functions from the front panel for each of the measurement functions.

Measuring DC voltage

The DC voltage measurement function has the following features:

- Five ranges to select: 100 mV, 1 V, 10 V, 100 V, and 300 V, or auto-range.
- Input impedance is 10 M Ω for all ranges (typical).
- Input protection is 300 V on all ranges (HI terminal).

Make the connection as shown below.



Keysight Measurement Manager operation

Select the **DCV** function and desired range. A suitable range should be selected to give the best measurement resolution. The reading is displayed and updated continuously.

SCPI commands

The following example shows how to make a DC voltage measurement using SCPI commands.

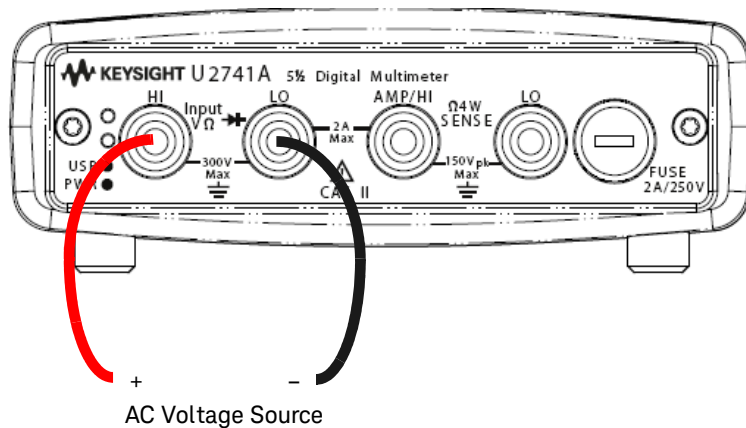
MEASure[:VOLTage]:DC?

Measuring AC voltage

The AC voltage measurement function has the following features:

- Five ranges to select: 100 mVrms, 1 Vrms, 10 Vrms, 100 Vrms, and 250 Vrms, or auto-range.
- Measures the AC-coupled true RMS.
- Measures within the stipulated accuracy at a crest factor of a maximum of 5:1 (full scale).
- Input impedance is $1\text{ M}\Omega \pm 2\%$ in parallel with less than 120 pF capacitance on all ranges.

Make the connection as shown below.



Keysight Measurement Manager operation

Select the **ACV** function and desired range. A suitable range should be selected to give the best measurement resolution. The reading is displayed and updated continuously.

SCPI commands

The following example shows how to make an AC voltage measurement using SCPI commands.

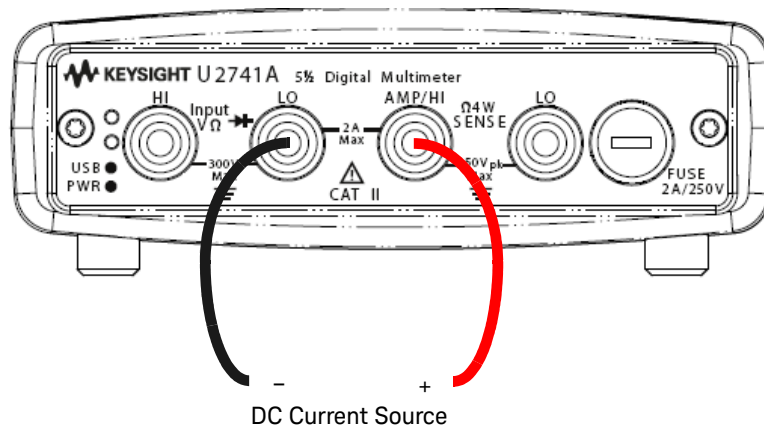
```
MEASure[:VOLTage]:AC?
```

Measuring DC current

The DC current measurement function has the following features:

- Three ranges to select: 10 mA, 100 mA, 1 A and 2 A, or auto-range.
- Input protection fuse is 2 A, voltage rating 250 V on all ranges.

Make the connection as shown below.



Keysight Measurement Manager operation

Select the **DCI** function and desired range. A suitable range should be selected to give the best measurement resolution. The reading is displayed and updated continuously.

SCPI commands

The following example shows how to make a DC current measurement using SCPI commands.

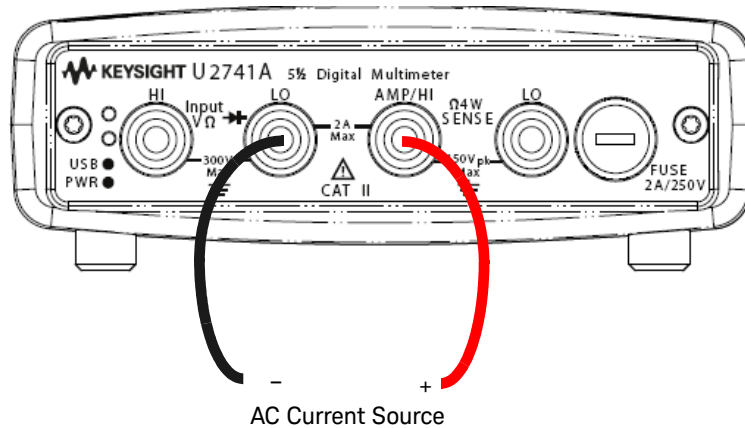
```
MEASure:CURRent[:DC]?
```


Measuring AC current

The AC current measurement function has the following features:

- Three ranges to select: 10 mA, 100 mA, 1 A and 2 A or, auto-range.
- Measures true rms value.

Make the connection as shown below.



Keysight Measurement Manager operation

Select the **ACI** function and desired range. A suitable range should be selected to give the best measurement resolution. The reading is displayed and updated continuously.

SCPI commands

The following example shows how to make an AC current measurement using SCPI commands.

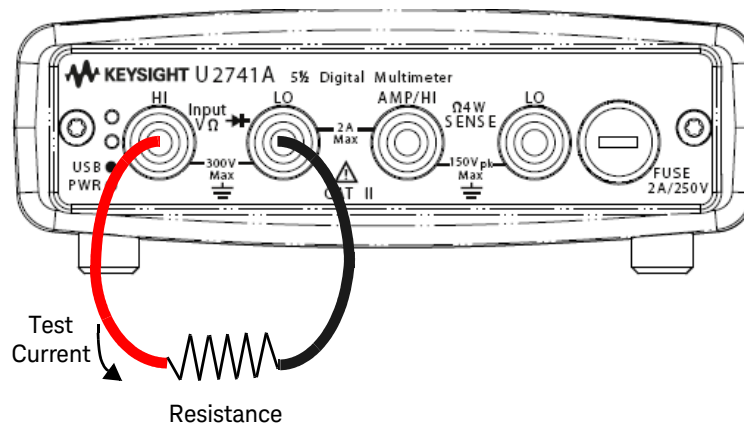
MEASure:CURRent:AC?

Measuring resistance

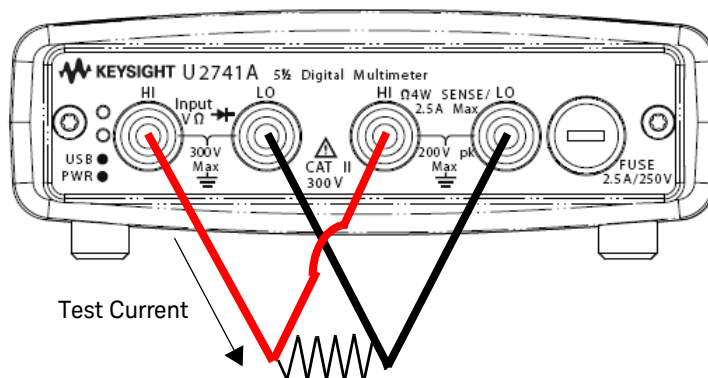
The resistance measurement function has the following features:

- Seven ranges to select: 100 Ω , 1 k Ω , 10 k Ω , 100 k Ω , 1 M Ω , 10 M Ω , and 100 M Ω or, auto-range.
- Supports two-wire and four-wire resistance measurement.
- Open circuit voltage is limited to less than 4.5 V on all ranges.

The figure below shows a two-wire resistance measurement connection.



The following figure shows a four-wire resistance measurement connection.



Keysight Measurement Manager operation

Select the **2-Wired Ω** function and desired range for two-wire resistance measurement. Select the **4-Wired Ω** function and desired range for four-wire resistance measurement. A suitable range should be selected to give the best measurement resolution. The reading is displayed and updated continuously.

SCPI commands

The following example shows how to make a resistance measurement using SCPI commands.

Two-wire: `MEASure:RESistance?`

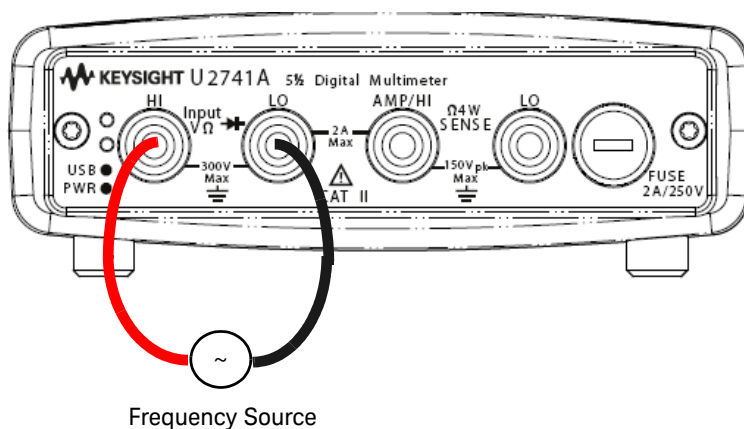
Four-wire: `MEASure:FRESistance?`

Measuring frequency

The frequency measurement function has the following features:

- Range is based on the amplitude of the signal.
- Employs a reciprocal counting technique as the measurement method.
- Gate time can be set at 0.1 second or 1 second of the input signal.

Make the connection as shown below.



Keysight Measurement Manager operation

Select the **Freq** function and desired range. The reading is displayed and updated continuously.

SCPI commands

The following example shows how to make a frequency measurement using SCPI commands.

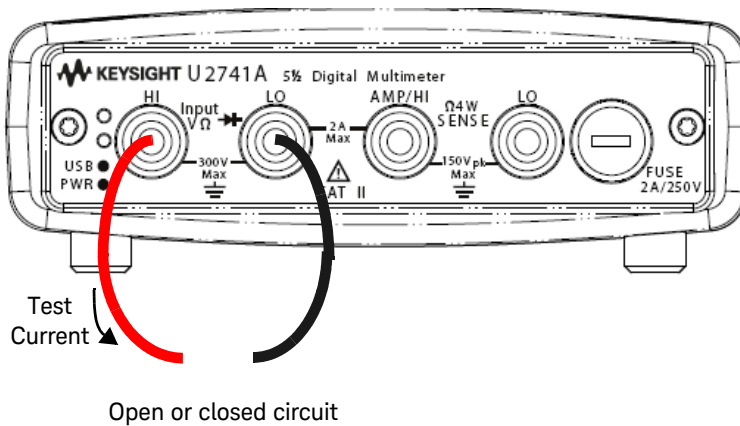
MEASure:FREQuency?

Testing continuity

The continuity testing function has the following features:

- Uses a $1\text{ mA} \pm 0.2\%$ constant current source.
- Open circuit voltage is limited to less than 4.5 V for all ranges.
- Continuity threshold is fixed at $10\ \Omega$.
- Response time is 60 samples/second.

Make the connection as shown below.



Keysight Measurement Manager operation

Select the **Cont-))** function. The reading is displayed and updated continuously.

SCPI commands

The following example shows how to make a Continuity Test measurement using SCPI commands.

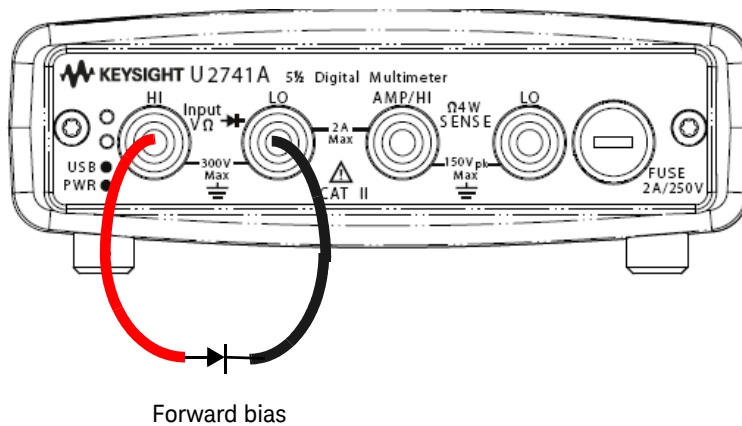
MEASure:CONTinuity?

Testing diodes


The diode testing function has the following features:

- Uses a 1 mA \pm 0.2% constant current source.
- Open circuit voltage is limited to less than 4.5 V for all ranges.
- Response time is 60 samples/second.

Make the connection as shown below.



Keysight Measurement Manager operation

Select the **Diode**  function. The reading is displayed and updated continuously.

SCPI commands

The following example shows how to make a Diode Test measurement using SCPI commands.

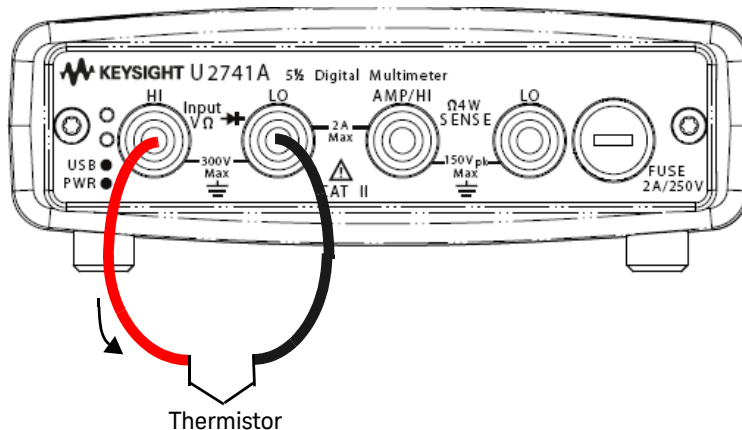
MEASure:DIODE?

Measuring temperature

The temperature measurement function has the following features:

- The measurement range is dependant on the type of temperature sensor used. For the specification details of the temperature sensors, please refer to [Chapter 4, “Characteristics and Specifications”](#).
- Measurements are in auto-range for 5 k Ω thermistor probe.
- Supports the thermistor.

Make the connection as shown below.



Keysight Measurement Manager operation

Select the **Temp** function and the type of thermistor used. The reading is displayed and updated continuously.

SCPI commands

The following example shows how to make a temperature measurement using SCPI commands.

MEASure:TEMPerature? THER //Used for thermistor measurement

Restoring Instrument State

The U2741A automatically saves the last configuration whenever a power-down event occurs and restores to the last power-down state when you turn on the instrument.

Autozero

When autozero is *enabled*, the digital multimeter internally disconnects the input signal following each measurement, and takes a *zero reading*. It then subtracts the zero reading from the preceding reading. This prevents offset voltages present on the digital multimeter's input circuitry from affecting measurement accuracy.

This is applicable to DC voltage, DC current, two-wire ohms and temperature measurements only.

SCPI Commands

The following commands are used to set the autozero:

VOLTage:ZERO:AUTO {OFF|ON}

CURRent:ZERO:AUTO {OFF|ON}

RESistance:ZERO:AUTO {OFF|ON}

TEMPerature:ZERO:AUTO {OFF|ON}

Ranging

You can let the digital multimeter automatically select the range using *auto range* or you can select a fixed range using *manual range*. Autoranging is convenient because the digital multimeter automatically selects the appropriate range for each measurement. However, you can use manual range for faster measurements since the digital multimeter does not have to determine which range to use for each measurement.

- Autorange thresholds:

Down range at: <10% of range

Up range at: >120% of range

- For manual range, if the input signal is greater than the present range can measure, the digital multimeter gives an overload indication: “9.9E+37” from the remote interface. For auto range, the digital multimeter will give an overload indication “9.9E+37” if the input signal is greater than the highest measurement range.
- The range is fixed for continuity tests (1 k Ω range) and diode tests (1 VDC range with 1 mA current source output).

SCPI Commands

You can set the range using any of the following commands.

```

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}

```

Default Settings

The table below summarizes the U2741A's settings as received from the factory, at power-on or following the ***RST** command received over the USB remote interface.

Table 2-1 Default settings summary

Parameter	Factory Setting	Power-on/Reset State
Measurement Configuration		
Function	DCV	DCV
Range	AUTO	AUTO
Resolution	5.5 digits	5.5 digits
Temperature Unit	°C	User setting
Trigger Operation		
Trigger Source	Auto Trigger	Auto Trigger
System-Related Operation		
Power-Down Recall	Disabled	User Setting
Stored States	0-10 Cleared	No Change
Reading Output Buffer	Cleared	Cleared
Error Queue	Cleared	Cleared
Power-on Status Clear	Enabled	User Setting
Status Registers, Masks & Transition Filter	Cleared	Cleared in power-on status clear enabled
Calibration		
Calibration State	Secured	User Setting
Calibration Value	0	No Change
Calibration String	Cleared	No Change

Triggering the U2741A

At power-up, the default trigger source is immediate. To make a measurement, the following steps are to be followed:

- Configure the U2741A by selecting the function, range, resolution, and so on.
- Specify the digital multimeter's trigger source. You can select software bus trigger or an immediate internal trigger (default trigger source).
- Ensure that the U2741A is in wait-for-trigger state to accept a trigger from the specified source.

Immediate triggering

In the immediate trigger mode, the trigger signal is always present. When you place the U2741A in the wait-for-trigger state, the trigger is issued immediately. This is the default trigger source.

SCPI command

The following command sets the trigger source to immediate:

TRIGger:SOURce IMMediate

Software bus triggering

The bus trigger mode is initiated by sending a bus trigger command, after selecting BUS as the trigger source.

SCPI command

The following command sets the trigger source to bus:

TRIGger:SOURce BUS

The **MEASure?** and **READ?** command overwrites the BUS trigger and triggers the digital multimeter and returns a measurement.

The **INITiate** command changes the state of the triggering to wait-for-trigger state. Measurements will begin when the specified trigger conditions are satisfied.

Star Triggering

The star trigger can only be applied when the U2741A is connected into the U2781A modular instrument chassis. It is used to trigger multiple modular units in the chassis.

SCPI command

TRIGger:SOURce STRG

Synchronization Status

This is to configure the synchronization of multiple units of U2741A (slave only) when used in the U2781A modular instrument chassis. Only one master can be assigned at a time.

SCPI command

CONFigure:SSI {NONE|SLAVE}

Refer to the *Keysight U2741A Programmer's Reference* for complete description and syntax for these commands.

System-Related Operation

This section provides information on system-related topics such as performing a self-calibration routine and reading error conditions.

Error conditions

A record of up to 20 errors can be stored in the U2741A's error queue. Refer to the programming guide for more information on the error messages.

Keysight Measurement Manager Operation

A message box will appear once an error occurs while operating the U2741A using the KMM.

THIS PAGE HAS BEEN INTENTIONALLY LEFT BLANK.

3 Measurement Tutorial

DC Measurement Considerations	48
Noise Rejection	49
Resistance Measurement Considerations	52
AC Measurements	55
Other Primary Measurement Functions	57
Other Sources of Measurement Error	59

The Keysight U2741A is capable of making accurate measurements but in order to achieve the best accuracy, you must take the necessary steps to eliminate potential measurement errors. This chapter describes common errors found in measurements and gives suggestions to help you avoid or minimize these errors.

DC Measurement Considerations

Thermal EMF errors

Thermoelectric voltages are the most common source of error in low-level DC voltage measurements. Thermoelectric voltages are generated when you make circuit connections using dissimilar metals at different temperatures.

Each metal-to-metal junction forms a thermocouple, which generates a voltage proportional to the junction temperature. You should take the necessary precautions to minimize thermocouple voltages and temperature variations in low-level voltage measurements. The best connections are formed using copper-to-copper crimped connections, as the digital multimeter's input terminals are copper alloy. The table below shows common thermoelectric voltages for connections between dissimilar metals.

Table 3-1 Thermoelectric voltage for dissimilar metals connections

Copper to -	Approx. mV / °C	Copper to -	Approx. mV / °C
Cadmium-Tin Solder	0.2	Aluminum	5
Copper	<0.3	Tin-Lead Solder	5
Gold	0.5	Kovar or Alloy 42	40
Silver	0.5	Silicon	500
Brass	3	Copper-Oxide	1000
Beryllium	5		

Noise Rejection

Rejecting power-line noise voltages

An important property of integrating analog-to-digital (A/D) converters is their ability to reject power-line related noise that is present on the DC input signals. This is called normal mode noise rejection, or NMR. The digital multimeter achieves NMR by measuring the average DC input by “integrating” it over an integral number of power line cycles.

Common mode rejection (CMR)

Ideally, a digital multimeter is completely isolated from earth-referenced circuits. However, there is a finite resistance between the digital multimeter's input LO terminal and earth ground, as shown below. This can cause errors when measuring low voltages that are floating in relative to earth ground.

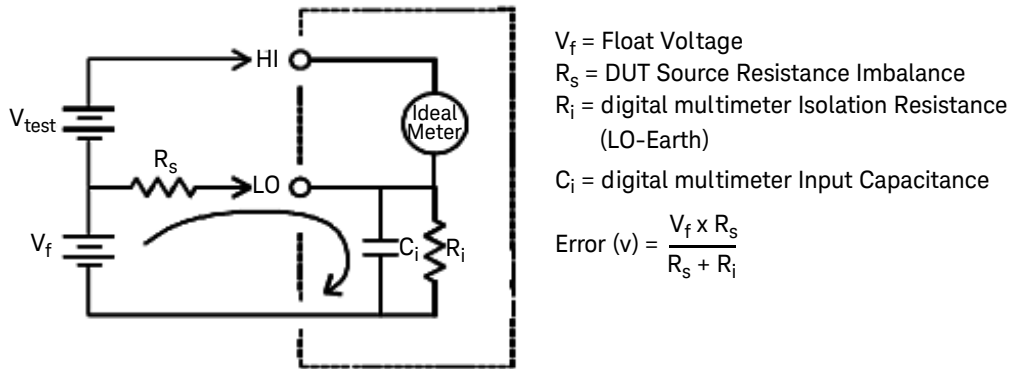


Figure 3-1 Common mode source error

Noise caused by magnetic loops

If you are making measurements near magnetic fields, it is a good practice to avoid inducing voltages in the measurement connections. Conductor carrying high current is one common source of magnetic field. You can use twisted-pair cable connections to the digital multimeter to reduce the noise pickup loop area, or place the test leads as close together as possible. Loose or vibrating test leads will also induce error voltages. Tie test leads securely when operating near magnetic fields. Whenever possible, use magnetic shielding materials or increase the distance from magnetic sources to minimize this error.

Noise caused by ground loops

When measuring voltages in circuits where the digital multimeter and the device under test are both referenced to a common earth ground, a ground loop is formed. As shown in [Figure 3-2](#), any voltage difference between the two ground reference points (V_{ground}) will cause a current to flow through the measurement leads. This gives rise to noise and offset voltage (usually power-line related), which are added to the measured voltage.

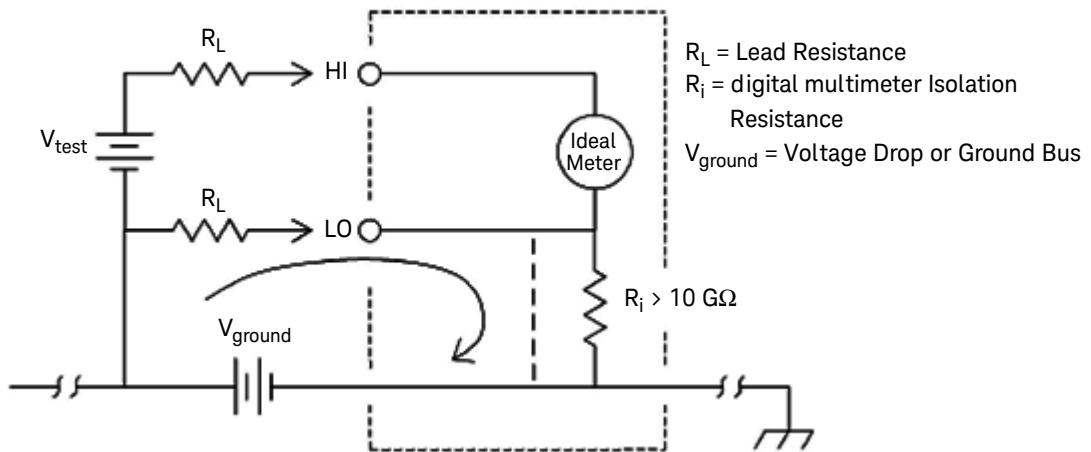


Figure 3-2 Ground loop induced error

The best way to eliminate ground loops is to isolate the digital multimeter from earth by not grounding the input terminals. If the digital multimeter must be earth-referenced, connect it and the device under test to the same common ground point. Also connect the digital multimeter and device under test to the same electrical outlet whenever possible.

Resistance Measurement Considerations

When measuring resistance, the test current flows from the input HI terminal through the resistor being measured. The voltage drop across the resistor being measured is sensed internally in the digital multimeter. Therefore, the test lead resistance is also measured.

The errors mentioned earlier in this chapter for DC voltage measurements also apply to resistance measurements. Additional error sources unique to resistance measurements are discussed here.

Resistance measurements

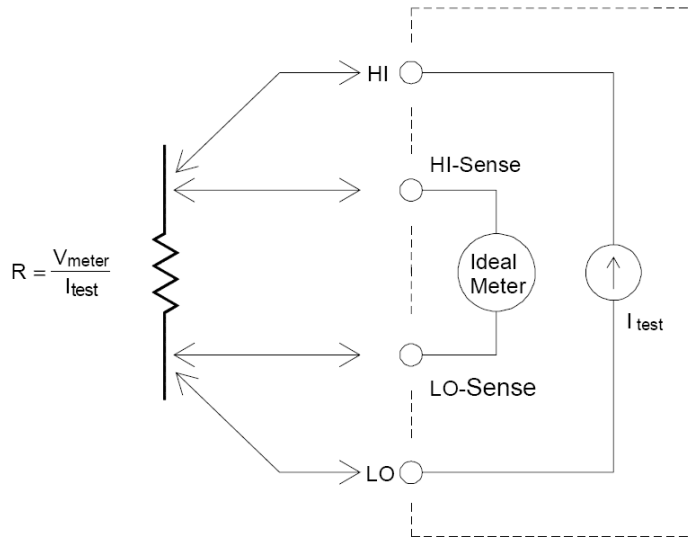
The Keysight U2741A offers two methods for measuring resistance:

2-wire and *4-wire* ohms. For both methods, the test current flows from the input HI terminal and then through the resistor being measured. For 2-wire ohms, the voltage drop across the resistor being measured is sensed internal to the digital multimeter. Therefore, test lead resistance is also measured. For 4-wire ohms, separate “sense” connections are required. Since no current flows in the sense leads, the resistance in these leads does not give a measurement error.

The errors mentioned earlier in this chapter for DC voltage measurements also apply to resistance measurements. Additional error sources unique to resistance measurements are discussed on the following pages.

4-wire ohms measurements

The 4-wire ohms method provides the most accurate way to measure small resistances. Test lead resistances and contact resistances are automatically reduced using this method. Four-wire ohms is often used in automated test applications where long cable lengths, numerous connections, or switches exist between the digital multimeter and the device-under-test. The recommended connections for 4-wire ohms measurements are shown below.



Removing test lead resistance errors

To eliminate offset errors associated with the test lead resistance in 2-wire ohms measurements, follow the steps below.

- 1 Short the tips of the test leads. The reading is the test lead resistance.
- 2 Click Null. The digital multimeter stores the test lead resistance as the 2-wire resistance null value and the digital multimeter will subtract this value from the value of subsequent measurements.

Minimizing power dissipation effects

When measuring resistors designed for temperature measurements (or other resistive devices with large temperature coefficients), be aware that the digital multimeter will dissipate some power in the device under test.

If power dissipation is a problem, you should select the digital multimeter's next higher measurement range to reduce the errors to acceptable levels. The following table shows several examples:

Table 3-2 Power dissipation for various resistance ranges

Range	Test current	DUT power at full scale
100 Ω	1 mA	100 mW
1 k Ω	0.83 mA	689 mW
10 k Ω	100 mA	100 mW
100 k Ω	10 mA	10 mW
1 M Ω	900 nA	810 nW
10 M Ω	205 nA	420 nW
100 M Ω	205 nA 10 M Ω	35 nW

Errors in high resistance measurements

When you are measuring large resistances, significant errors can occur due to insulation resistance and surface cleanliness. You should take the necessary precautions to maintain a “clean” high-resistance system. Test leads and fixtures are susceptible to leakage due to moisture absorption in insulating materials and “dirty” surface films. Nylon and PVC are relatively poor insulators ($10^9 \Omega$) when compared to Polytetrafluoroethylene (PTFE) insulators ($10^{13} \Omega$). Leakage from nylon or PVC insulators can easily contribute a 0.1% error when measuring a 1 M Ω resistance in humid conditions.

AC Measurements




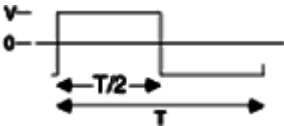
True RMS AC measurements

True RMS responding digital multimeter, like the U2741A, measure the “heating” potential of an applied voltage. Power dissipated in a resistor is proportional to the square of the voltage waveform. This digital multimeter accurately measures true RMS voltage or current, as long as the wave shape contains negligible energy above the instrument's effective bandwidth.

NOTE

The U2741A uses the same techniques to measure true RMS voltage and true RMS current.

Table 3-3 Waveform shapes and their parameters

Waveform shape	Crest factor (CF)	AC RMS	AC+DC RMS
	$\sqrt{2}$	$\frac{V}{\sqrt{2}}$	$\frac{V}{\sqrt{2}}$
	$\sqrt{3}$	$\frac{V}{\sqrt{3}}$	$\frac{V}{\sqrt{3}}$
	$\frac{T}{\sqrt{t_p}}$	$\frac{V}{CF} \times \sqrt{1 - \left(\frac{1}{CF}\right)^2}$	$\frac{V}{CF}$
	1	V	V

The digital multimeter's AC voltage and AC current functions measure the AC-coupled true RMS value, where only the “heating value” of only the AC components of the input waveform is measured while the DC component is rejected. As seen in the figure above; for sine waves, triangular waves, and square waves, the AC-coupled and AC+DC values are equal, since these waveforms do not contain a DC offset. However, for non-symmetrical waveforms, such as pulse trains, there is a DC voltage content, which is rejected by Keysight's AC-coupled true RMS measurements. This can provide a significant benefit. An AC-coupled true RMS measurement is desirable when you are measuring small AC signals in the presence of large DC offsets.

A good example is measuring AC ripples that are present in DC power supplies. There are situations, however, where you might want to know the AC+DC true RMS value. You can determine this value by combining results from DC and AC measurements, as shown below ([Equation 1](#)):

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

For the best AC noise rejection, you should perform the DC measurement at 20 NPLC.

True RMS accuracy and high-frequency signal content

A common misconception is that “since an AC digital multimeter is true RMS, its sine wave accuracy specifications apply to all waveforms.” Actually, the shape of the input signal can dramatically affect the measurement accuracy especially when that input signal contains high-frequency components which exceed the instrument's bandwidth.

Other Primary Measurement Functions

Frequency measurement errors

The U2741A uses a reciprocal counting technique to measure frequency. This method generates a constant measurement resolution for any input frequency. All frequency counters are susceptible to errors when measuring low-voltage, low-frequency signals. The effects of both internal noise and external noise pickup are critical when measuring “slow” signals. The error is inversely proportional to frequency. Measurement errors also occur if you attempt to measure the frequency of an input following a DC offset voltage change and therefore, you must allow the digital multimeter’s input to fully settle before making frequency measurements.

DC current measurements

When you connect the digital multimeter in series with a test circuit to measure current, a measurement error is introduced. The error is caused by the digital multimeter's series burden voltage. A voltage is developed across the wiring resistance and current shunt resistance of the digital multimeter, as shown below.

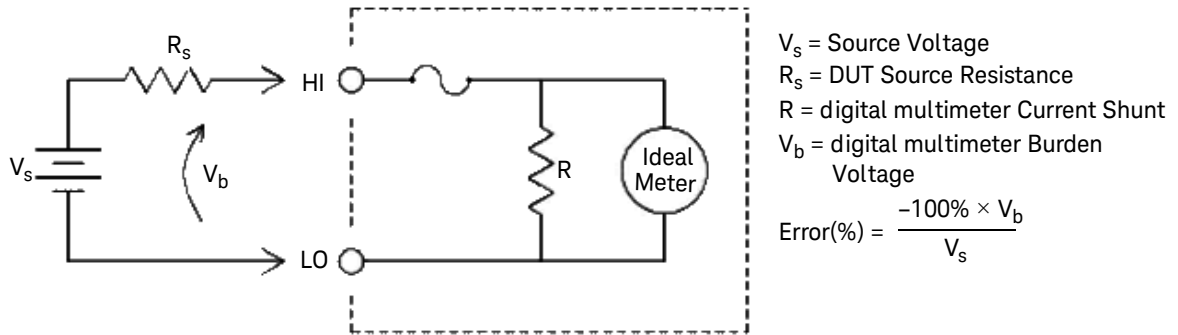


Figure 3-3 Burden voltage in current measurement

Other Sources of Measurement Error

Loading errors (AC volts)

In the AC voltage function, the input of the digital multimeter appears as a 1 M Ω resistance in parallel with 100 pF of capacitance. The cabling that you use to connect signals to the digital multimeter also adds capacitance and loading.

For low frequencies, the loading error is (Equation 2):

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

At high frequencies, the additional loading error is (Equation 3):

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

R_s = Source resistance

F = Input frequency

C_{in} = Input capacitance (100 pF) plus cable capacitance

Measurements below full scale

You can make the most accurate AC measurements when the digital multimeter is at or near the full scale of the selected range. Autoranging occurs at 10% (down-range) and 120% (up-range) of full scale. This enables you to measure some inputs at full scale on one range and 10% of full scale on the next higher range. In general, the accuracy is better on the lower range; for the highest accuracy, select the lowest manual range possible for the measurement.

High-voltage self-heating errors

If you apply more than 300 Vrms, self-heating occurs in the digital multimeter's internal signal-conditioning components. These errors are included in the digital multimeter's specifications.

Temperature changes inside the digital multimeter due to self-heating may cause additional error on other AC voltage ranges.

AC current measurement errors (burden voltage)

Burden voltage errors, which apply to DC current, also apply to AC current measurements. However, the burden voltage for AC current is larger due to the digital multimeter's series inductance and your measurement connections. The burden voltage increases as the input frequency increases. Some circuits may oscillate when performing current measurements due to the digital multimeter's series inductance and your measurement connections.

Low-level measurement errors

When measuring AC voltages less than 100 mV, be aware that these measurements are especially susceptible to errors introduced by extraneous noise sources. An exposed test lead acts as an antenna and a properly functioning digital multimeter will measure the signals received. The entire measurement path, including the power line, acts as a loop antenna. Circulating currents in the loop create error voltages across any impedance in series with the digital multimeter's input. For this reason, you should apply low-level AC voltages to the digital multimeter through shielded cables. You should connect the shield to the input LO terminal.

Make sure the digital multimeter and the AC source are connected to the same electrical outlet whenever possible. You should also minimize the area of any ground loops that cannot be avoided. A high-impedance source is more susceptible to noise pickup than a low-impedance source. You can reduce the high-frequency impedance of a source by placing a capacitor in parallel with the digital multimeter's input terminals. You may have to experiment to determine the correct capacitor value for your application.

Most extraneous noise is not correlated with the input signal. You can determine the error as shown below (Equation 4):

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

Correlated noise, while rare, is especially detrimental. Correlated noise always adds directly to the input signal. Measuring a low-level signal with the same frequency as the local power line is a common situation that is prone to this error.

4 Characteristics and Specifications

For the characteristics and specifications of the U2741A USB Modular 5.5 Digits Digital Multimeter, refer to the datasheet at
<http://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/5991-0042EN.pdf>.

THIS PAGE HAS BEEN INTENTIONALLY LEFT BLANK.

This information is subject to change without notice. Always refer to the Keysight website for the latest revision.

© Keysight Technologies 2008 – 2021
Edition 11, February 2021

Printed in Malaysia



U2741-90001

www.keysight.com

Keysight U2741A Multimètre numérique modulaire USB

Avertissements

Copyright Notice

© Keysight Technologies 2008-2021
Conformément aux lois internationales relatives à la propriété intellectuelle, toute reproduction, tout stockage électronique et toute traduction de ce manuel, totaux ou partiels, sous quelque forme et par quelque moyen que ce soit, sont interdits sauf consentement écrit préalable de la société Keysight Technologies.

Référence du manuel

U2741-90010

Édition

Édition 11, février 2021

Imprimé en:

Imprimé en Malaisie

Published by:

Keysight Technologies
Bayan Lepas Free Industrial Zone,
11900 Penang, Malaysia

Licences technologiques

Le matériel et les logiciels décrits dans ce document sont protégés par un accord de licence et leur utilisation ou reproduction est soumise aux termes et conditions de ladite licence.

Déclaration de conformité

Il est possible de télécharger la déclaration de conformité pour ces produits et d'autres produits Keysight sur le Web. Allez à <http://www.keysight.com/go/conformity>. Pour pouvez alors exécuter une recherche par numéro de produit pour trouver la dernière déclaration de conformité.

Droit gouvernementaux des Etats-Unis

Le logiciel fait l'objet d'une licence en tant que « logiciel informatique commercial » tel que défini dans la réglementation FAR (Federal Acquisition Regulation) 2.101. Conformément à la réglementation FAR 12.212 et 27.405-3 et à l'addenda FAR du Ministère de la Défense (« SDFARS ») 227.7202, le gouvernement des États-Unis acquiert le logiciel informatique commercial selon les mêmes conditions habituellement utilisées pour la livraison du logiciel au public. De ce fait, Keysight fournit le Logiciel aux clients du gouvernement des États-Unis sous la licence commerciale standard, incluse dans son contrat de licence d'utilisateur final (EULA). Vous trouverez une copie de ce contrat sur le site <http://www.keysight.com/find/sweula>. La licence exposée dans l'EULA représente le pouvoir exclusif par lequel le gouvernement des États-Unis peut utiliser, modifier, distribuer ou divulguer le Logiciel. L'EULA et la licence mentionnées dans les présentes, n'imposent ni n'autorisent, entre autres, que Keysight : (1) fournisse des informations techniques relatives au logiciel informatique commercial ni à la documentation du logiciel informatique commercial non habituellement fournies au public ; ou (2) Abandonne, ou fournit, des droits gouvernementaux dépassant les droits habituellement fournis au public pour utiliser, reproduire, communiquer, exécuter, afficher ou divulguer le logiciel informatique commercial ou la documentation du logiciel informatique commercial. Aucune exigence gouvernementale autres que celles établies dans l'EULA ne s'applique, sauf dans la mesure où ces conditions, droits ou licences sont explicitement requis de la part de tous les prestataires de logiciels informatiques commerciaux conformément au FAR et au DFARS et sont spécifiquement établis par écrit quelque part dans l'EULA. Keysight n'est tenu par aucune obligation de mettre à jour, réviser ou modifier de quelque manière que ce soit le Logiciel. En ce qui concerne toute donnée technique, tel que défini par la réglementation FAR 2.101, conformément à FAR 12.211 et 27.404.2 et à DFARS 227.7102, le gouvernement des États-Unis recevra des droits limités tels que définis dans la réglementation FAR 27.401 ou DFARS 227.7103-5 (c), applicables à toutes les données techniques.

Garantie

Les informations contenues dans ce document sont fournies « en l'état » et pourront faire l'objet de modifications sans préavis dans les éditions ultérieures. Dans les limites de la législation en vigueur, Agilent exclut en outre toute garantie, expresse ou implicite, concernant ce manuel et les informations qu'il contient, y compris, mais non exclusivement, les garanties de qualité marchande et d'adéquation à un usage particulier. Agilent ne saurait en aucun cas être tenu pour responsable des erreurs ou des dommages incidents ou consécutifs, liés à la fourniture, à l'utilisation ou à l'exactitude de ce document ou aux performances de tout produit Agilent auquel il se rapporte. Si Agilent et l'utilisateur ont passé un contrat écrit distinct, stipulant, pour le produit couvert par ce document, des conditions de garantie qui entrent en conflit avec les présentes conditions, les conditions de garantie du contrat distinct remplacent les conditions énoncées dans le présent document.

Avertissements de sécurité

ATTENTION




La mention ATTENTION signale un danger pour le matériel. Si la manœuvre ou la procédure correspondante n'est pas exécutée correctement, il peut y avoir un risque d'endommagement de l'appareil ou de perte de données importantes. En présence de la mention ATTENTION, il convient de s'interrompre tant que les conditions indiquées n'ont pas été parfaitement comprises et satisfaites.

AVERTISSEMENT

La mention AVERTISSEMENT signale un danger pour la sécurité de l'opérateur. Si la manœuvre ou la procédure correspondante n'est pas exécutée correctement, il peut y avoir un risque grave, voire mortel pour les personnes. En présence d'une mention AVERTISSEMENT, il convient de s'interrompre tant que les conditions indiquées n'ont pas été parfaitement comprises et satisfaites.

Symboles de sécurité

Les symboles suivants portés sur l'instrument et contenus dans sa documentation indiquent les précautions à prendre afin de garantir son utilisation en toute sécurité.

	Courant continu (CC)		Attention, risque de danger (reportez-vous à ce manuel pour des informations détaillées sur les avertissements et les mises en garde)
	Borne de prise de terre		

Consignes de sécurité générales

AVERTISSEMENT

- N'utilisez pas l'appareil s'il paraît endommagé. Vérifiez l'état du boîtier avant d'utiliser l'appareil. Recherchez des fissures ou des trous. N'utilisez pas l'appareil à proximité de vapeurs, de gaz explosifs ou dans des environnements humides.
 - Utilisez toujours l'appareil avec les câbles fournis.
 - Respectez tous les repères figurant sur l'appareil avant de réaliser un branchement.
 - Éteignez l'appareil et l'alimentation du système d'application avant de brancher les bornes d'E-S.
 - Lors de l'entretien de l'appareil, utilisez exclusivement les pièces de rechange indiquées.
 - Ne faites pas fonctionner l'appareil avec son capot démonté ou détaché.
 - Afin d'éviter tout danger, utilisez uniquement l'adaptateur de puissance fourni par le fabricant.
 - La gamme de tension d'entrée pour l'instrument est de +12 Vcc. Les fluctuations de la tension d'alimentation du réseau principal ne doivent pas dépasser $\pm 10\%$ de la principale tension nominale.
-

ATTENTION

- Si l'appareil est utilisé d'une manière non préconisée par le fabricant, il se peut que la protection de l'appareil ne soit plus efficace.
 - Nettoyez le boîtier à l'aide d'un chiffon doux non pelucheux légèrement humidifié. N'utilisez pas de détergent, de liquides volatiles ou de solvants chimiques.
 - Ne bloquez aucun des orifices d'aération de l'appareil.
-

Conditions d'environnement

Cet appareil est conçu pour être utilisé dans des locaux fermés où la condensation est faible. Le tableau ci-dessous illustre les conditions ambiantes générales requises pour cet instrument.

Condition ambiantes	Exigences
Température	Conditions de fonctionnement
	0 °C à 55 °C
	Conditions de stockage
Humidité	Entre -40 et 70 °C
	Conditions de fonctionnement
	95 % HR jusqu'à 40°C, diminue de façon linéaire jusqu'à 45 % HR à 55°C (sans condensation) ^[a]
Altitude	Conditions de stockage
	Jusqu'à 95% d'humidité relative à 40 °C (sans condensation)
	Jusqu'à 2000 m
Degré de pollution	Degré 2 de pollution
Catégorie de surtension	II

[a] De 40°C à 55°C, le pourcentage maximal d'humidité relative suit la ligne de point de rosée constant.





Conformité et réglementation des produits

Le Multimètre numérique modulaire USB U2741A est conforme aux exigences de sécurité et CEM suivantes :

- CEI 61010-1/EN61010-1, CEI 61010-2-030/EN61010-2-030
- Canada : CAN/CSA-C22.2 N° 61010-1, CAN/CSA-C22.2 N° 61010-2-030
- États-Unis : ANSI/UL Std. N° 61010-1, ANSI/UL Std. N° 61010-2-030
- CEI 61326-1/EN 61326-1
- Canada : ICES/NMB-001
- Australie/Nouvelle Zélande : AS/NZS CISPR11

Reportez-vous à la Déclaration de conformité pour connaître les révisions actuelles. Accédez à <http://www.keysight.com/go/conformity> pour plus d'informations.

Marquages réglementaires

	Le marquage CE est une marque déposée de la Communauté Européenne. Ce marquage CE indique que le produit est conforme à toutes les directives légales européennes le concernant.		Le marquage RCM est une marque déposée de l'agence australienne de gestion du spectre (Spectrum Management Agency). Elle indique la conformité aux règles de l'Australian EMC Framework selon les termes de la loi Radio Communications Act de 1992.
ICES/NMB-001	ICES/NMB-001 indique que cet appareil ISM est conforme à la norme canadienne ICES-001. Cet appareil ISM est conforme à la norme NMB-001 du Canada.		Cet instrument est conforme aux exigences de marquage de la directive relative aux DEEE (2002/96/CE). L'étiquette apposée indique que vous ne devez pas le jeter avec les ordures ménagères.
	La mention CSA est une marque déposée de l'Association canadienne de normalisation (Canadian Standards Association).		

DDirective européenne 2002/96/CE relative aux déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE)

Cet instrument est conforme aux exigences de marquage de la directive relative aux DEEE (2002/96/CE). L'étiquette apposée sur le produit indique que vous ne devez pas le jeter avec les ordures ménagères.

Catégorie du produit :

en référence aux types d'équipement définis à l'Annexe 1 de la directive DEEE, cet instrument est classé comme « instrument de surveillance et de contrôle ».

L'étiquette apposée sur l'appareil est celle représentée ci-dessous.



Ne le jetez pas avec les ordures ménagères.

Si vous souhaitez retourner votre instrument, contactez le Centre de services Keysight le plus proche ou consultez le site Web <http://about.keysight.com/en/companyinfo/environment/takeback.shtml> pour de plus amples informations.

Support technique et commercial

Pour contacter Keysight afin d'obtenir un support technique et commercial, consultez les liens d'assistance des sites Web Keysight suivants :

- www.keysight.com/find/U2741A
(informations et support spécifiques au produit, mises à jour logicielles et documentation)
- www.keysight.com/find/assist
(informations de contact dans le monde entier pour les réparations et le support)

Table des matières

	Symboles de sécurité	3
	Consignes de sécurité générales	4
	Conditions d'environnement	5
	Conformité et réglementation des produits	6
	Marquages réglementaires	7
	DDirective européenne 2002/96/CE relative aux déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE)	8
	Catégorie du produit :	8
	Support technique et commercial	8
1	Mise en route	
	Présentation	16
	Brève présentation du produit	17
	Présentation du produit	17
	Dimensions du produit	19
	Dimensions sans pare-chocs	19
	Dimensions avec pare-chocs	20
	Articles standard	21
	Inspection et maintenance	22
	Inspection initiale	22
	Contrôle électrique	22
	Maintenance générale	23
	Installation et configuration	24
	Configuration de l'instrument	25
	Configuration des broches du connecteur de fond de panier 55 broches	25
	Montage en châssis	26
2	Fonctionnement et caractéristiques	
	Mise sous tension	28

Réalisation de mesures	29
Mesure de la tension en courant continu	29
Mesure de la tension en courant alternatif	31
Mesure du courant continu	32
Mesure du courant alternatif	33
Mesure de la résistance	34
Mesure de la fréquence	36
Test de la continuité	37
Test des diodes	38
Mesure de la température	39
Rétablissement de l'état de l'appareil	40
Fonction Autozero	40
Réglage des plages	41
Réglages par défaut	42
Déclenchement du U2741A	43
Fonctionnement lié au système	45
Situations d'erreur	45
3 Didacticiel pour la réalisation de mesures	
Points à prendre en compte pour réaliser des mesures de courant continu	48
Réjection du bruit	49
Points à prendre en compte pour réaliser des mesures de résistance	52
Mesures de courant alternatif	55
Autres fonctions de mesure principales	58
Erreurs de mesure de fréquence	58
Mesure du courant alternatif	58
Autres origines d'erreur de mesure	60
4 Caractéristiques et spécifications	

Liste des figures

Figure 1-1	Configuration des broches du connecteur de fond de panier 55 broches	25
Figure 3-1	Erreur liée à la source de mode commun	49
Figure 3-2	Erreur induite par une boucle de terre	51
Figure 3-3	Chute de tension dans la mesure du courant	59

CETTE PAGE EST BLANCHE INTENTIONNELLEMENT.

Liste des tableaux

Tableau 1-1	Description des broches du connecteur SSI	25
Tableau 2-1	Résumé des réglages par défaut	42
Tableau 3-1	Tension thermoélectrique pour des raccordements avec différents métaux	48
Tableau 3-2	Dissipation de la puissance à différentes plages de résistance	54
Tableau 3-3	Formes des signaux et leurs paramètres	55

CETTE PAGE EST BLANCHE INTENTIONNELLEMENT.

1 Mise en route

Présentation	16
Brève présentation du produit	17
Dimensions du produit	19
Articles standard	21
Inspection et maintenance	22
Installation et configuration	24
Configuration de l'instrument	25

Présentation

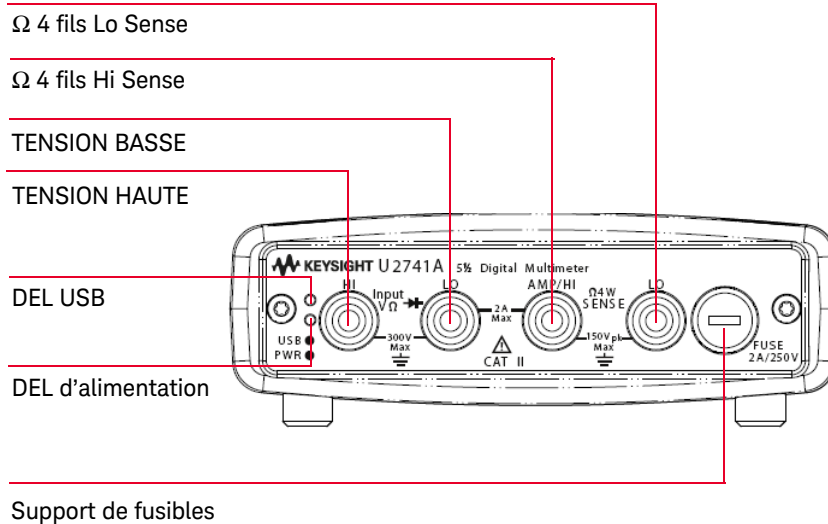
Le Multimètre numérique modulaire USB U2741A Keysight est un multimètre numérique modulaire à 5 chiffres qui peut fonctionner de manière autonome ou peut servir d'unité modulaire lorsqu'il est monté sur un châssis.

L'appareil U2741A permet d'effectuer les mesures suivantes :

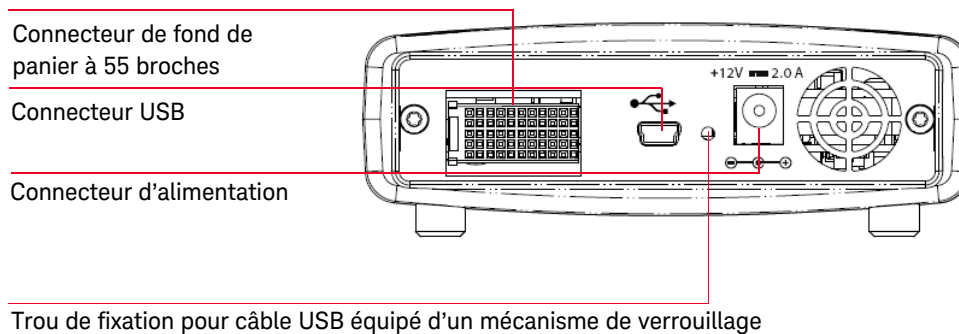
- Tension continue
- Tension alternative
- Courant continu
- Courant alternatif
- Résistance
- Test de diodes
- Test de continuité
- Température

L'appareil U2741A est commandé à distance sur une interface USB par le logiciel Keysight Measurement Manager. De plus, vous pouvez programmer l'appareil U2741A à l'aide des pilotes fournis ou par l'intermédiaire des commandes SCPI de votre application personnalisée.

Vue de l'avant



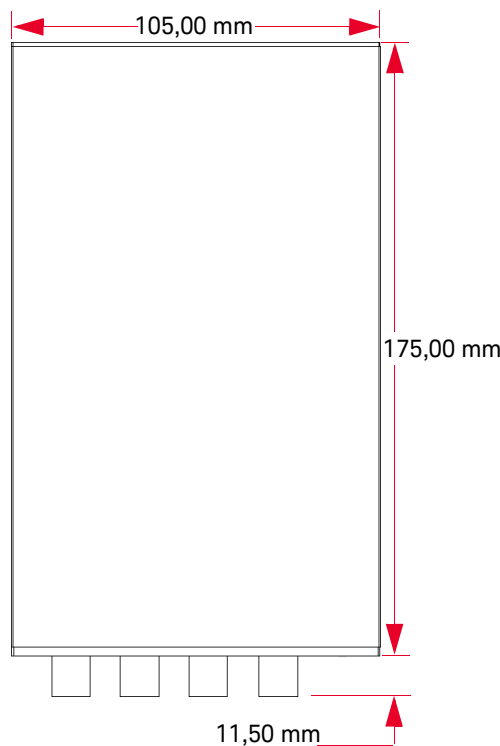
Vue de l'arrière



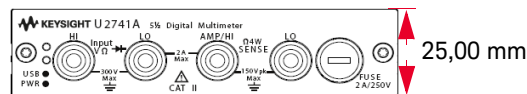
Dimensions du produit

Dimensions sans pare-chocs

Vue de dessus

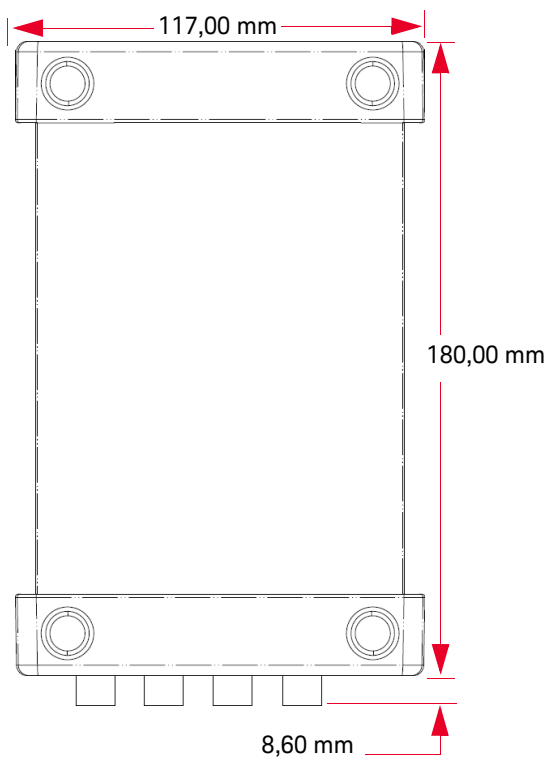


Vue de dessus

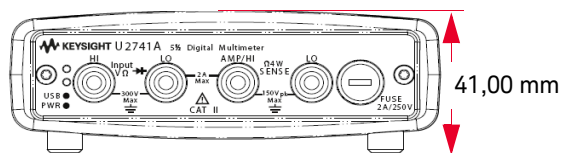


Dimensions avec pare-chocs

Vue de dessus



Vue de dessus



Articles standard

Vérifiez que l'appareil est accompagné des éléments suivants. Si un composant est absent ou endommagé, contactez votre distributeur Keysight le plus proche.

- ✓ Adaptateur secteur
- ✓ Cordon d'alimentation
- ✓ Cordon de test standard
- ✓ Câble d'interface USB standard-A / Mini-B
- ✓ Kit de montage en L (utilisé avec le châssis d'instrument modulaire)
- ✓ Certificat d'étalonnage

Inspection et maintenance

Inspection initiale

Dès la réception de votre appareil U2741A, inspectez-le à la recherche d'éventuelles détériorations évidentes (bornes cassées, fissures, déformations, rayures, etc.) susceptibles de se produire pendant le transport.

En cas de détérioration, avisez immédiatement votre distributeur Keysight le plus proche. Des informations sur la garantie se trouvent au début de ce manuel.

Conservez l'emballage d'origine au cas où l'appareil U2741A doit être renvoyé ultérieurement à Keysight. Si vous renvoyez l'appareil U2741A pour réparation, attachez-y une étiquette mentionnant le propriétaire et la référence du modèle. Joignez également une courte description du problème.

Contrôle électrique

Pour connaître les procédures de vérification, reportez-vous au guide *Keysight U2741A USB Modular DMM Service Guide*. Les procédures permettent de vérifier, avec un niveau de confiance élevé, que l'appareil U2741A fonctionne conformément à ses spécifications.

Maintenance générale

Maintenance générale

REMARQUE

Les réparations non décrites dans les manuels de votre produit modulaire ne doivent être effectuées que par un personnel qualifié.

- 1 Mettez le module hors tension, puis débranchez le cordon d'alimentation et le câble d'E/S du module.
- 2 Sortez le module de son boîtier caoutchouc.
- 3 Éliminez la poussière éventuelle accumulée sur le module.
- 4 Essuyez le module avec un chiffon propre et remplacez le pare-chocs.

Installation et configuration

Suivez étape par étape les instructions figurant dans le *Guide de mise en route Produits et systèmes modulaires USB Keysight* pour commencer la configuration et l'installation de votre U2741A.

REMARQUE

Vous devez installer le pilote IVI-COM si vous utilisez l'appareil U2741A avec Keysight VEE Pro, LabVIEW ou Microsoft® Visual Studio®.

Configuration de l'instrument

Configuration des broches du connecteur de fond de panier 55 broches

Le connecteur de fond de panier à 55 broches est utilisé lorsque le module U2741A est inséré dans le châssis d'instrument modulaire USB U2781A. Pour de plus amples informations, reportez-vous au guide *Keysight U2781A USB Modular Instrument Chassis User's Guide*.

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

Figure 1-1 Configuration des broches du connecteur de fond de panier 55 broches

Tableau 1-1 Description des broches du connecteur SSI

Signal de synchronisation SSI	Fonctionnalité
TERRE	Masse
NC	Non connecté
VBUS	Entrée de détection d'alimentation du bus USB
USB_D+, USB_D-	Paire différentielle USB
TRIG0~TRIG7	Bus de déclenchement

Tableau 1-1 Description des broches du connecteur SSI (suite)

Signal de synchronisation SSI	Fonctionnalité
+12 V	Tension +12 V avec courant de 4 A
nBPUB	Détection d'entrée de fond de panier USB
CLK10M	Source d'horloge 10 MHz
STAR_TRIG	Déclenchement en étoile
GA0,GA1,GA2	Broches d'adressage géographique

Montage en châssis

Le kit de montage en L doit être monté sur le module U2741A.

Les instructions suivantes décrivent la procédure de montage du kit de montage en L et du module dans le châssis.

- 1** Retirez le kit de montage en L de son emballage.
- 2** Sortez le module U2741A de son boîtier caoutchouc.
- 3** À l'aide d'un tournevis Phillips, fixez le kit de montage en L sur le module U2741A.
- 4** Insérez le module U2741A dans le châssis U2781A, connecteur de fond de panier à 55 broches vers le bas du module.
- 5** Une fois le module inséré dans le châssis, serrez les vis du kit de montage en L pour maintenir la fixation.

2 Fonctionnement et caractéristiques

Mise sous tension	28
Réalisation de mesures	29
Rétablissement de l'état de l'appareil	40
Réglages par défaut	42
Déclenchement du U2741A	43
Fonctionnement lié au système	45

Ce chapitre explique en détail comment configurer votre Multimètre numérique modulaire USB U2741A pour utiliser les différentes fonctions de mesure en vous servant du panneau avant logiciel ou en envoyant des commandes SCPI à distance depuis l'interface USB.

Mise sous tension

Tenez compte des points suivants lors de la mise sous tension de l'appareil U2741A.

- L'appareil U2741A peut être commandé par l'interface USB uniquement.
- Avant de pouvoir contrôler l'appareil U2741A, vous devez installer le pilote du matériel et la suite IO Libraries Suite 14.2 ou une version supérieure. Ces deux logiciels sont inclus lors de l'achat de l'appareil U2741A. Référez-vous au *Guide de mise en route Produits et systèmes modulaires USB Keysight* pour la procédure d'installation.
- Sur la façade de l'appareil U2741A se trouvent deux DEL. Reportez-vous au [Chapter 1](#), "[Présentation du produit](#)" à la page 17.
- La DEL d'alimentation s'allume à la mise sous tension de l'appareil U2741A. Elle clignote en cas d'erreur système.
- La DEL USB clignote uniquement en cas d'échange de données entre l'appareil U2741A et l'ordinateur.

Vous pouvez commander le U2741A avec le programme KMM pour U2741A ou à l'aide des commandes envoyées via l'interface USB depuis vos propres applications.

Le U2741A Keysight est conforme aux règles de syntaxe et aux conventions relatives aux commandes SCPI.

Vous pouvez déterminer la version de langue SCPI du U2741A en envoyant la commande **SYSTem:VERSion?**. Commande de l'interface distante.

Pour en savoir davantage sur la syntaxe SCPI du U2741A, reportez-vous à la documentation *Keysight U2741A Programmer's Reference*.

Réalisation de mesures

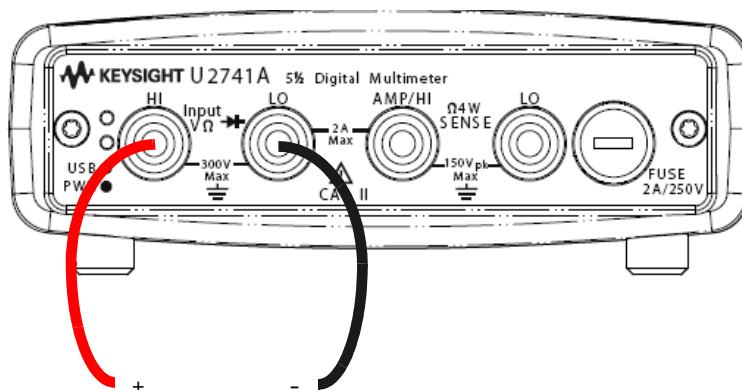
Les pages suivantes expliquent comment réaliser des raccordements de mesure et sélectionner des fonctions de mesure sur le panneau avant, pour chacun des types de mesure.

Mesure de la tension en courant continu

La fonction de mesure de la tension en courant continu présente les caractéristiques suivantes :

- Choix de cinq plages : 100 mV, 1 V, 10 V, 100 V et 300 V ou plage automatique.
- L'impédance d'entrée est de $10\text{ M}\Omega \pm\%$ pour toutes les plages (standard).
- La protection d'entrée est de 300 V pour toutes les plages (borne HI).

Réalisez le raccordement comme indiqué ci-dessous.



Source de la tension en courant continu

Utilisation du logiciel Keysight Measurement Manager

Sélectionnez la fonction **DCV** ainsi que la plage souhaitée. Il convient de sélectionner une plage qui soit adaptée afin d'obtenir la meilleure résolution de mesure. La mesure est affichée et actualisée en continu.

Commandes SCPI

L'exemple suivant montre comment réaliser une mesure de tension en courant continu à l'aide des commandes SCPI.

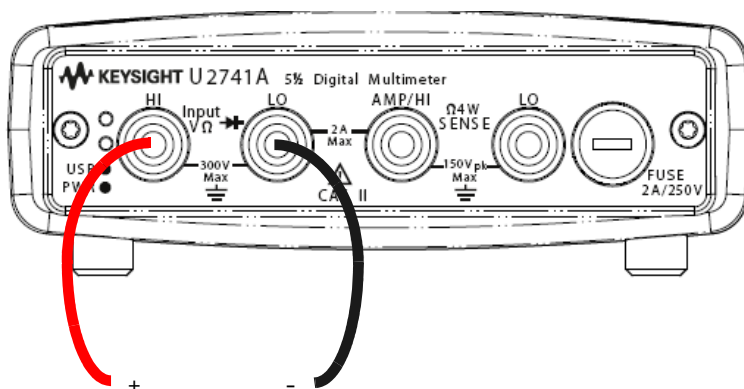
MEASure[:VOLTage]:DC?

Mesure de la tension en courant alternatif

La fonction de mesure de la tension en courant alternatif présente les caractéristiques suivantes :

- Choix de cinq plages : 100 mVeff., 1 Veff., 10 Veff., 100 Veff. et 250 Veff. ou plage automatique.
- Permet de mesurer la valeur efficace vraie couplée en courant alternatif.
- Permet une mesure à la précision indiquée, avec un facteur de crête maximal de 5:1 (puissance max.).
- L'impédance d'entrée est de $1\text{ M}\Omega \pm 2\%$ en parallèle avec une capacité inférieure à 120 pF sur toutes les plages.

Réalisez le raccordement comme indiqué ci-dessous.



Source de la tension en courant alternatif

Utilisation du logiciel Keysight Measurement Manager

Sélectionnez la fonction **ACV** ainsi que la plage souhaitée. Il convient de sélectionner une plage qui soit adaptée afin d'obtenir la meilleure résolution de mesure. La mesure est affichée et actualisée en continu.

Commandes SCPI

L'exemple suivant montre comment réaliser une mesure de tension en courant alternatif à l'aide des commandes SCPI.

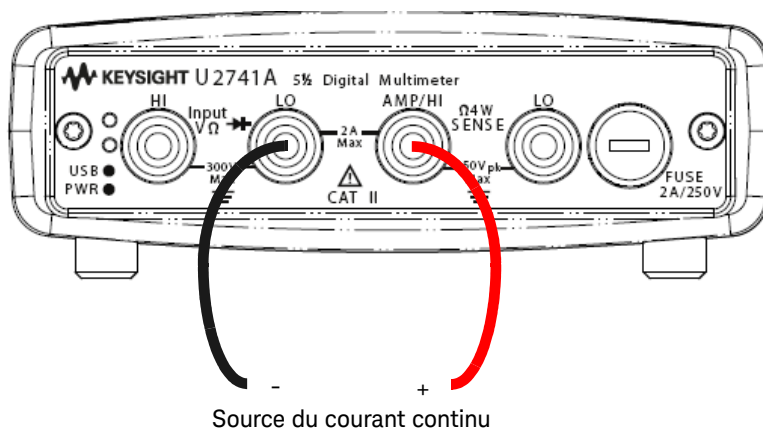
MEASure[:VOLTage]:AC?

Mesure du courant continu

La fonction de mesure du courant continu présente les caractéristiques suivantes :

- Choix de trois plages : 10 mA, 100 mA, 1 A et 2 A ou plage automatique.
- Le fusible de protection d'entrée est de 2A, avec une tension nominale de 250 V pour toutes les plages.

Réalisez le raccordement comme indiqué ci-dessous.



Utilisation du logiciel Keysight Measurement Manager

Sélectionnez la fonction **DCI** ainsi que la plage souhaitée. Il convient de sélectionner une plage qui soit adaptée afin d'obtenir la meilleure résolution de mesure. La mesure est affichée et actualisée en continu.

Commandes SCPI

L'exemple suivant montre comment réaliser une mesure du courant continu à l'aide des commandes SCPI.

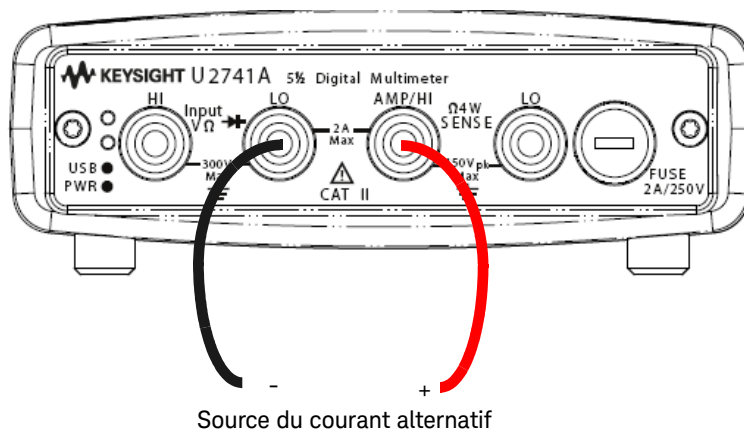
MEASure:CURRent[:DC]?

Mesure du courant alternatif

La fonction de mesure du courant alternatif présente les caractéristiques suivantes :

- Choix de trois plages : 10 mA, 100 mA, 1 A et 2 A ou plage automatique.
- Permet de mesurer la valeur efficace vraie.

Réalisez le raccordement comme indiqué ci-dessous.



Utilisation du logiciel Keysight Measurement Manager

Sélectionnez la fonction **ACI** ainsi que la plage souhaitée. Il convient de sélectionner une plage qui soit adaptée afin d'obtenir la meilleure résolution de mesure. La mesure est affichée et actualisée en continu.

Commandes SCPI

L'exemple suivant montre comment réaliser une mesure du courant alternatif à l'aide des commandes SCPI.

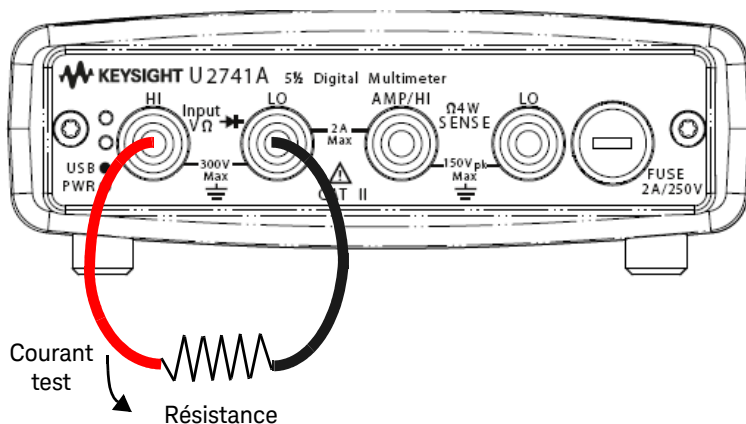
MEASure:CURRent:AC?

Mesure de la résistance

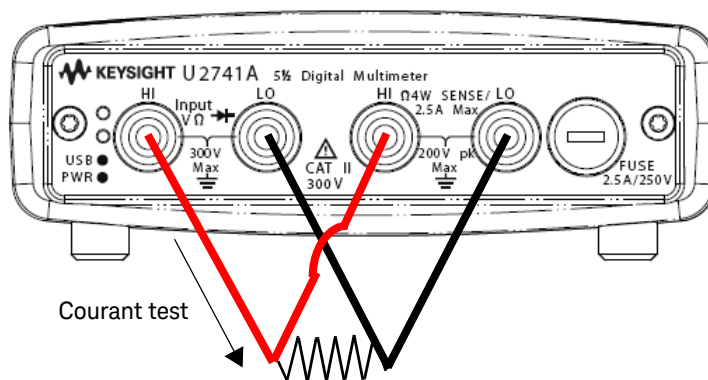
La fonction de mesure de la résistance présente les caractéristiques suivantes :

- Choix de sept plages : 100 Ω , 1 k Ω , 10 k Ω , 100 k Ω , 1 M Ω , 10 M Ω et 100 M Ω ou plage automatique.
- Accepte une mesure de résistance deux fils ou quatre fils.
- La tension de circuit ouvert ne peut pas dépasser 4,5 V pour toutes les plages.

La figure ci-dessous illustre un raccordement de mesure pour une résistance deux fils.



La figure ci-dessous illustre un raccordement de mesure pour une résistance quatre fils.



Utilisation du logiciel Keysight Measurement Manager

Sélectionnez la fonction **2-Wired Ω** ainsi que la plage souhaitée pour une mesure de résistance deux fils. Sélectionnez la fonction **4-Wired Ω** ainsi que la plage souhaitée pour une mesure de résistance quatre fils. Il convient de sélectionner une plage qui soit adaptée afin d'obtenir la meilleure résolution de mesure. La mesure est affichée et actualisée en continu.

Commandes SCPI

L'exemple suivant montre comment réaliser une mesure de résistance à l'aide des commandes SCPI.

Deux fils : **MEASure:RESistance?**

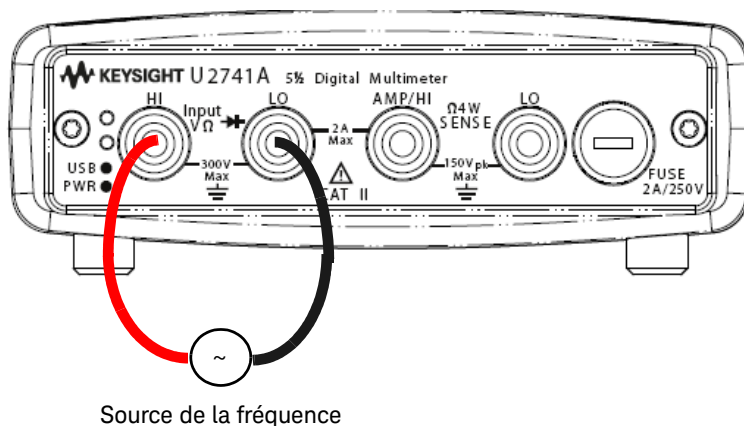
Quatre fils : **MEASure:FRESistance?**

Mesure de la fréquence

La fonction de mesure de la fréquence présente les caractéristiques suivantes :

- La plage dépend de l'amplitude du signal.
- Repose sur une technique de comptage réciproque pour les mesures.
- La porte peut être réglée sur 0,1 seconde ou 1 seconde du signal d'entrée.

Réalisez le raccordement comme indiqué ci-dessous.



Utilisation du logiciel Keysight Measurement Manager

Sélectionnez la fonction **Freq** ainsi que la plage souhaitée. La mesure est affichée et actualisée en continu.

Commandes SCPI

L'exemple suivant montre comment réaliser une mesure de la fréquence à l'aide des commandes SCPI.

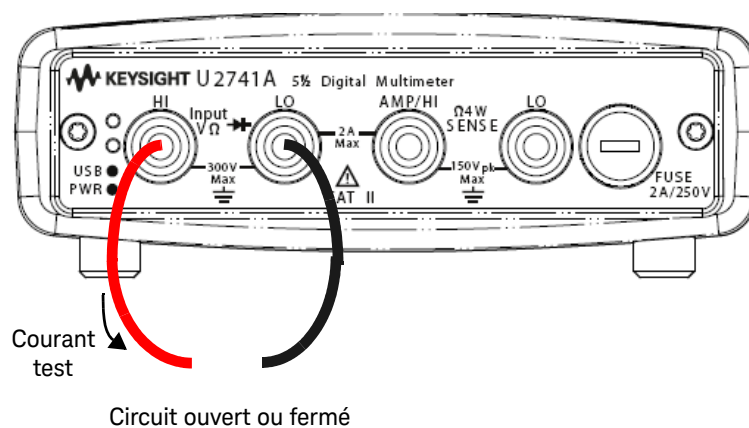
MEASure:FREQuency?

Test de la continuité

La fonction du test de la continuité présente les caractéristiques suivantes :

- Utilise une source de courant continu de $1\text{ mA} \pm 0,2\%$.
- La tension de circuit ouvert ne peut pas dépasser $4,5\text{ V}$ pour toutes les plages.
- Le seuil de continuité est réglé sur $10\ \Omega$.
- Le temps de réponse est de 60 échantillons par seconde.

Réalisez le raccordement comme indiqué ci-dessous.



Utilisation du logiciel Keysight Measurement Manager

Sélectionnez la fonction **Cont-))**. La mesure est affichée et actualisée en continu.

Commandes SCPI

L'exemple suivant montre comment réaliser une mesure de test de la continuité à l'aide des commandes SCPI.

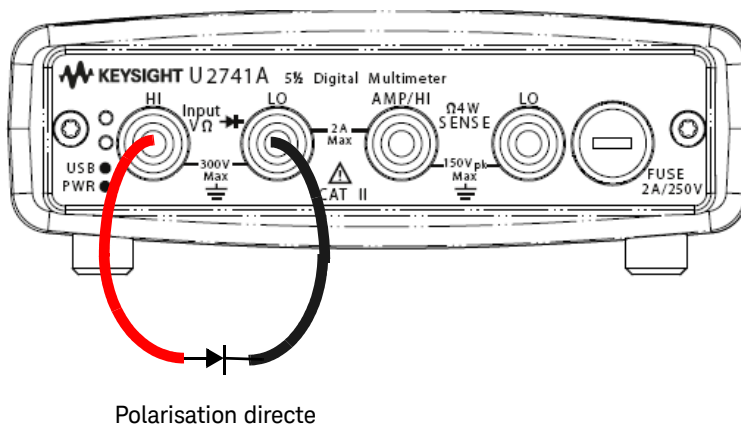
MEASure:CONTinuity?

Test des diodes


La fonction du test des diodes présente les caractéristiques suivantes :

- Utilise une source de courant continu de 1 mA \pm 0,2 %.
- La tension de circuit ouvert ne peut pas dépasser 4,5 V pour toutes les plages.
- Le temps de réponse est de 60 échantillons par seconde.

Réalisez le raccordement comme indiqué ci-dessous.



Utilisation du logiciel Keysight Measurement Manager

Sélectionnez la fonction **Diode** . La mesure est affichée et actualisée en continu.

Commandes SCPI

L'exemple suivant montre comment réaliser une mesure de test des diodes à l'aide des commandes SCPI.

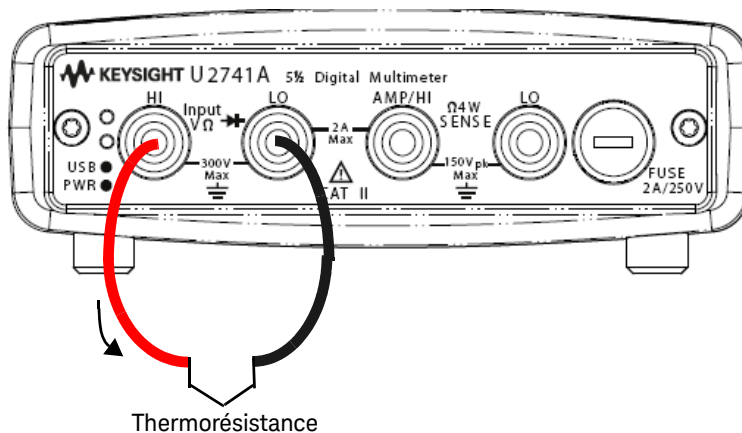
MEASure:DIODE?

Mesure de la température

La fonction de mesure de la température présente les caractéristiques suivantes :

- La plage de mesure dépend du type de capteur de température utilisé. Pour connaître toutes les spécifications des capteurs de température, reportez-vous au [Chapitre 4, « Caractéristiques et spécifications »](#).
- Les mesures sont réalisées avec réglage de plage automatique pour une sonde à thermistance de 5 k Ω .
- Supporte la thermorésistance.

Réalisez le raccordement comme indiqué ci-dessous.



Utilisation du logiciel Keysight Measurement Manager

Sélectionnez la fonction **Temp** et le type de thermocouple utilisé. La mesure est affichée et actualisée en continu.

Commandes SCPI

L'exemple suivant montre comment réaliser une mesure de la température à l'aide des commandes SCPI.

MEASure:TEMPerature? THER //Convient pour des mesures par thermistance

Rétablissement de l'état de l'appareil

Le multimètre numérique U2741A sauvegarde automatiquement la dernière configuration dès qu'une panne de courant se produit. L'appareil reprend l'état dans lequel il se trouvait immédiatement avant la panne de courant.

Fonction Autozero

Lorsque la mise à zéro automatique est *activée*, le multimètre déconnecte lui-même le signal d'entrée après chaque mesure et affiche une *lecture de zéro*. Il soustrait ensuite la lecture de zéro de la lecture précédente. Cela permet d'éviter que les décalages de tension présents sur les circuits d'entrée du multimètre ne détériorent la précision des mesures.

Cela s'applique à des mesures de tension en courant continu, de résistance deux fils et de température uniquement.

Commandes SCPI

Les commandes suivantes sont utilisées pour régler la fonction Autozero :

VOLTage:ZERO:AUTO {OFF|ON}

CURRent:ZERO:AUTO {OFF|ON}

RESistance:ZERO:AUTO {OFF|ON}

TEMPerature:ZERO:AUTO {OFF|ON}

Réglage des plages

Vous pouvez laisser le multimètre sélectionner automatiquement la plage à l'aide de la fonction de *réglage automatique de plage* ou vous pouvez sélectionner une plage fixe à l'aide de la fonction de *réglage manuel de plage*. La fonction de réglage automatique de plage est intéressante car elle permet au multimètre de sélectionner automatiquement la plage qui convient pour chaque mesure. Toutefois, vous pouvez utiliser le réglage manuel pour réaliser vos mesures plus rapidement puisque, dans ce cas, le multimètre ne doit pas déterminer la plage à utiliser pour chaque mesure.

- Seuils de plage automatique :

Plage la plus petite à : <10 % de la plage

Plage la plus grande à : >120 % de la plage

- Pour le réglage manuel de plage, si le signal d'entrée est supérieur à ce que la plage actuelle permet de mesurer, le multimètre affiche une indication de surcharge « 9.9E+37 » sur l'interface distante. Pour le réglage automatique, le multimètre affiche une indication de surcharge « 9.9E+37 » si le signal d'entrée est supérieur à la plage de mesure la plus grande.
- La plage est réglée pour des tests de continuité (plage 1 k Ω) et des tests de diode (plage 1 Vcc avec une sortie de source de courant de 1 mA).

Commandes SCPI

Vous pouvez régler la plage à l'aide de l'une des commandes suivantes :

```
CONFigure:<fonction>{<plage>|MIN|MAX|AUTO},
{<résolution>|MIN|MAX|DEF}
MEASure:<fonction>?{<plage>|MIN|MAX|AUTO},
{<résolution>|MIN|MAX|DEF}
<fonction>:RANGe {<plage>|MINimum|MAXimum|AUTO}
<fonction>:RANGe:AUTO {OFF|ON}
```


Réglages par défaut

Le tableau suivant résume les réglages du U2741A lorsque vous le recevez de l'usine, lors de sa mise sous tension ou après réception de la commande *RST sur l'interface USB distante.

Tableau 2-1 Résumé des réglages par défaut

Paramètre	Réglage usine	État Mise sous tension/Réinitialisation
Configuration de la mesure		
Fonction	V CC	V CC
Plage	AUTO	AUTO
Résolution	5 ½ chiffres	5 ½ chiffres
Unité de température	°C	Réglage utilisateur
Opération de déclenchement		
Source de déclenchement	Déclenchement automatique	Déclenchement automatique
Fonctionnement lié au système		
Fonction Power-Down Recall	Désactivé	Réglage utilisateur
États sauvegardés	0-10 effacés	Pas de changement
Lecture du tampon de sortie	Effacée	Effacée
File d'attente des erreurs	Effacée	Effacée
Effacement de l'état à la mise sous tension	Activé	Réglage utilisateur
Registres d'états, masques et filtre de transition	Effacés	Effacé avec activation de l'effacement de l'état à la mise sous tension
Étalonnage		
État lors de l'étalonnage	Sécurisé	Réglage utilisateur
Valeur d'étalonnage	0	Pas de changement
Chaîne d'étalonnage	Effacée	Pas de changement

Déclenchement du U2741A

À la mise sous tension, la source de déclenchement par défaut est immédiate. Pour réaliser une mesure, il convient de suivre les étapes ci-après.

- Configurer le U2741A en sélectionnant la fonction, la plage, la résolution, etc.
- Régler la source de déclenchement du multimètre. Vous pouvez sélectionner un déclenchement du bus logiciel ou un déclenchement interne immédiat (source par défaut).
- Assurez-vous que le U2741A est en attente d'un déclenchement (à l'état Wait-for-trigger) avant d'accepter un déclenchement de la source indiquée.

Déclenchement immédiat

En mode de déclenchement immédiat, le signal du déclenchement est toujours présent. Lorsque vous placez le U2741A à l'état Wait-for-trigger, le déclenchement se produit immédiatement. Il s'agit de la source de déclenchement par défaut.

Commande SCPI

La commande suivante permet de régler la source du déclenchement de sorte qu'il soit immédiat :

TRIGger:SOURce IMMEDIATE

Déclenchement du bus logiciel

Le mode de déclenchement du bus est actif lorsque vous envoyez une commande de déclenchement de bus, après avoir sélectionné BUS comme source de déclenchement.

Commande SCPI

La commande suivante permet de régler la source du déclenchement sur le bus :

TRIGger:SOURce BUS

La commande **MEASure?** et **READ?** permet de remplacer le déclenchement de type BUS, de déclencher le multimètre et de renvoyer une mesure.

La commande **INITiate** fait passer l'état du déclenchement sur Wait-for-trigger. Les mesures commencent lorsque les conditions de déclenchement spécifiées sont satisfaites.

Déclenchement en étoile

Le déclenchement en étoile s'applique uniquement lorsque le multimètre U2741A est connecté au châssis d'instrument modulaire U2781A. Il permet de déclencher plusieurs unités modulaires montées dans le châssis.

Commande SCPI

TRIGger:SOURce STRG

État de la synchronisation

Permet de configurer la synchronisation de plusieurs unités du module U2741A (esclave uniquement) montées dans le châssis d'instrument modulaire U2781A. Seul un module principal peut être attribué à la fois.

Commande SCPI

CONFigure:SSI {NONE|SLAVE}

Reportez-vous à la documentation *Keysight U2741A Programmer's Reference* pour obtenir une description complète de ces commandes et connaître la syntaxe associée.

Fonctionnement lié au système

Cette section aborde des sujets qui se rapportent au système proprement dit et décrit notamment la procédure d'auto-étalonnage, ainsi que des situations d'erreur de mesure.

Situations d'erreur

Un journal contenant jusqu'à 20 erreurs peut être stocké dans la file d'attente des erreurs de l'appareil U2741A. Reportez-vous au guide de programmation pour de plus amples informations sur les messages d'erreur.

Utilisation du logiciel Keysight Measurement Manager

Un message apparaît lorsqu'une erreur se produit si le module U2741A fonctionne avec le programme KMM.

CETTE PAGE EST BLANCHE INTENTIONNELLEMENT.

3

Didacticiel pour la réalisation de mesures

Points à prendre en compte pour réaliser des mesures de courant continu	48
Réjection du bruit	49
Points à prendre en compte pour réaliser des mesures de résistance	52
Mesures de courant alternatif	55
Autres fonctions de mesure principales	58
Autres origines d'erreur de mesure	60

Le modèle U2741A Keysight a la capacité de réaliser des mesures précises, mais pour cela, vous devez suivre les procédures nécessaires permettant d'éliminer les erreurs de mesure susceptibles de se produire. Ce chapitre décrit les erreurs les plus fréquentes et propose des solutions possibles pour les éviter ou les minimiser.

Points à prendre en compte pour réaliser des mesures de courant continu

Erreurs EMF thermiques

Les tensions thermoélectriques sont souvent à l'origine d'erreurs dans les mesures de basse tension continue. Les tensions thermoélectriques sont générées lorsque vous réalisez des raccordements de circuit à l'aide de métaux différents et à des températures différentes.

Chaque tronçon métal à métal forme un thermocouple, ce qui génère une tension proportionnelle à la température du tronçon. Veillez à prendre toutes les précautions nécessaires pour minimiser les tensions de thermocouple et les variations de température lors de vos mesures de basse tension. Dans la mesure où les bornes d'entrée du multimètre sont faites d'un alliage de cuivre, vous réaliserez des raccordements plus fiables en utilisant des raccords cuivre à cuivre poinçonnés. Le tableau ci-dessous présente les différentes tensions thermoélectriques pour des raccordements créés avec différents métaux.

Tableau 3-1 Tension thermoélectrique pour des raccordements avec différents métaux

Cuivre à -	Environ mV / °C	Cuivre à -	Environ mV / °C
Brasure cadmium/étain	0,2	Aluminium	5
Cuivre	< 0,3	Brasure étain/plomb	5
Or	0,5	Kovar ou alliage 42	40
Argent	0,5	Silicone	500
Bronze	3	Cuproxyde	1000
Béryllium	5		

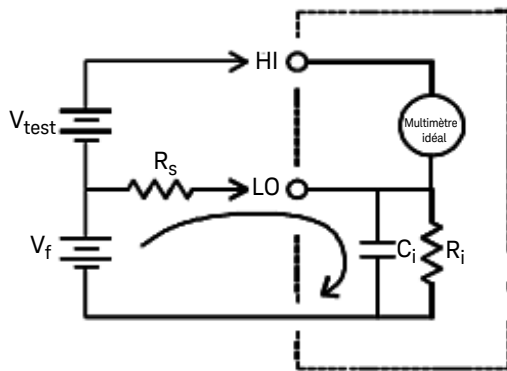
Réjection du bruit

Réjection des tensions bruyantes dans les lignes électriques

Les convertisseurs analogiques/numériques ont comme principale caractéristique de rejeter le bruit lié aux lignes électriques présent dans les signaux d'entrée du courant continu. C'est ce que l'on appelle la réjection de bruit de mode normal. Le multimètre réalise cette réjection en mesurant l'entrée c.c. moyenne par « intégration » de l'entrée sur un nombre entier de cycles de ligne électrique.

Taux de réjection de mode commun (TRMC)

L'idéal est que le multimètre soit complètement isolé des circuits référencés à la terre. Toutefois, il existe une résistance finie entre la borne LO d'entrée du multimètre et la terre, comme indiqué ci-dessous. Cela peut entraîner des erreurs dans la mesure de basses tensions qui flottent par rapport à la terre.



V_f = Tension flottante

R_s = Déséquilibre de la résistance à la source du circuit à tester

R_i = Résistance de l'isolation du multimètre (borne LO-Terre)

C_i = Capacité d'entrée du multimètre

$$\text{Erreur (v)} = \frac{V_f \times R_s}{R_s + R_i}$$

Figure 3-1 Erreur liée à la source de mode commun

Bruit causé par des boucles magnétiques

Si vous réalisez des mesures à proximité de champs magnétiques, il convient en pratique d'éviter les tensions inductives dans les raccordements de mesure. Les conducteurs porteurs de forts niveaux de courant sont souvent à l'origine d'un champ magnétique. Vous pouvez utiliser des raccordements de câble à paires torsadées sur le multimètre afin de réduire la zone de collecte du bruit ou rapprochez les cordons de test le plus possible. Des cordons de test qui ne sont pas attachés ou qui vibrent produisent des tensions incorrectes. Attachez fermement les cordons de test lorsque le multimètre fonctionne à proximité de champs magnétiques. Dans la mesure du possible, utilisez du matériel protégeant des champs magnétiques ou éloignez l'appareil des sources magnétiques pour minimiser ce type d'erreur.

Bruit causé par des boucles de terre

Lorsque vous mesurez des tensions dans des circuits où le multimètre et le circuit à tester sont tous les deux référencés à une masse commune, une boucle de terre se forme. Comme le montre la **Figure 3-2**, tout écart de tension entre les deux points de référence à la terre (T_{terre}) fait passer le courant à travers les cordons de mesure. Ce phénomène génère du bruit et une tension de décalage (habituellement liés à une ligne électrique) qui viennent s'ajouter à la tension mesurée.

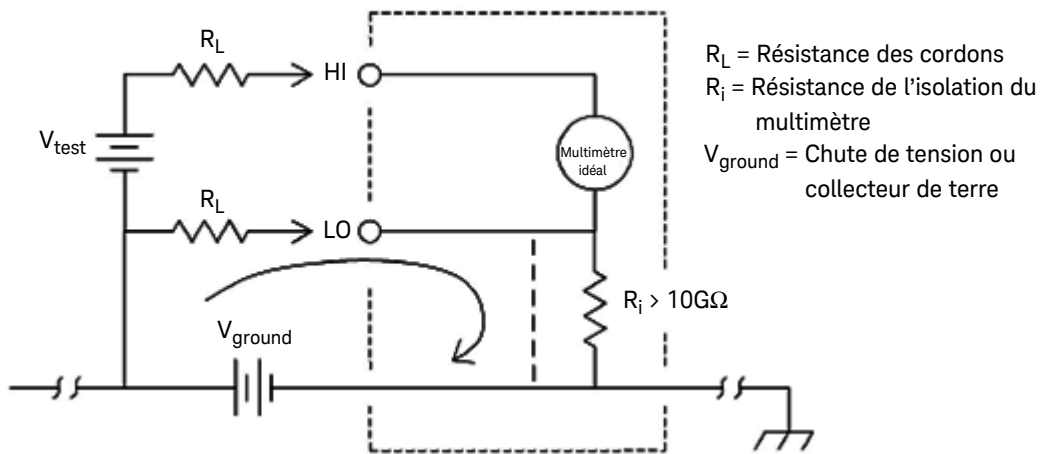


Figure 3-2 Erreur induite par une boucle de terre

La meilleure façon d'éliminer les boucles de terre consiste à isoler le multimètre numérique de la terre en ne mettant pas à la masse les bornes d'entrée. Si le multimètre doit être référencé à la terre, raccordez-le, ainsi que le circuit à tester, au même point de masse commune. De plus et dans la mesure du possible, branchez le multimètre et le circuit à tester à la même prise de courant.

Points à prendre en compte pour réaliser des mesures de résistance

Lorsque vous réalisez des mesures de résistance, le courant test passe par la borne HI d'entrée pour traverser la résistance qui fait l'objet de la mesure. Le multimètre numérique capte lui-même la chute de tension rencontrée au niveau de la résistance que vous mesurez. De ce fait, la résistance des cordons de test est également mesurée.

Les erreurs liées aux mesures de tension en courant continu qui ont été abordées dans ce chapitre sont également rencontrées dans les mesures de résistance. Intéressons-nous à présent aux autres sources d'erreur qui sont propres aux mesures de résistance.

Mesures de résistance

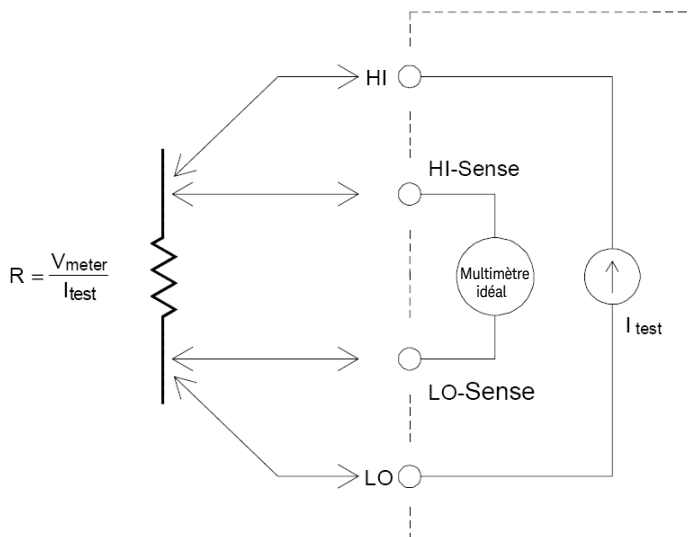
Le modèle Keysight U2741A offre deux méthodes de mesure de résistance :

2 fils et 4 fils. Avec ces deux méthodes, le courant test passe par la borne HI d'entrée pour traverser la résistance qui fait l'objet de la mesure. Pour une résistance 2 fils, le multimètre numérique capte lui-même la chute de tension rencontrée au niveau de la résistance. De ce fait, la résistance des cordons de test est également mesurée. Pour une résistance 4 fils, des raccordements de « captation » distincts sont nécessaires. Puisque le courant ne traverse pas les cordons capteurs, la résistance de ces cordons ne produit pas d'erreur de mesure.

Les erreurs liées aux mesures de tension en courant continu qui ont été abordées dans ce chapitre sont également rencontrées dans les mesures de résistance. Dans les pages suivantes, nous nous intéressons aux autres sources d'erreur qui sont propres aux mesures de résistance.

Mesures de résistance 4 fils

L'utilisation d'une résistance 4 fils est la méthode qui permet de mesurer de petites résistances avec le plus de précision. Avec cette méthode, les résistances des cordons de test et des contacts sont automatiquement réduites. Une résistance 4 fils est souvent utilisée dans les applications de test automatisées où de longs câbles, de nombreux raccordements ou commutateurs existent entre le multimètre numérique et le circuit à tester. Les raccordements recommandés pour des mesures de résistance 4 fils sont indiqués ci-après.



Élimination des erreurs liées à la résistance des cordons de test

Pour éliminer les erreurs de décalage liées à la résistance des cordons de test dans les mesures de résistance 2 fils, suivez les étapes ci-dessous.

- 1 Court-circuitez les bouts des cordons de test. La mesure est celle de la résistance des cordons de test.
- 2 Cliquez sur Null. Le multimètre numérique sauvegarde la valeur de résistance des cordons de test comme valeur nulle de résistance 2 fils, puis il soustrait cette valeur de celle des mesures suivantes.

Réduction des effets de dissipation de la puissance

Lorsque vous mesurez des résistances conçues pour des mesures de température (ou d'autres appareils résistifs avec des coefficients de température élevés), sachez que le multimètre numérique dissipe une partie de la puissance dans le circuit à tester.

Si la dissipation de la puissance pose un problème, il convient de sélectionner la plage de mesure suivante du multimètre afin de réduire les erreurs à un niveau acceptable. Le tableau suivant présente plusieurs exemples :

Tableau 3-2 Dissipation de la puissance à différentes plages de résistance

Plage	Courant test	Circuit à tester puissance maximale
100 Ω	1 mA	100 mW
1 k Ω	0,83 mA	689 mW
10 k Ω	100 mA	100 mW
100 k Ω	10 mA	10 mW
1 M Ω	900 nA	810 nW
10 M Ω	205 nA	420 nW
100 M Ω	205 nA 10 M Ω	35 nW

Erreurs rencontrées dans les mesures de haute résistance

Lorsque vous mesurez des résistances importantes, des erreurs conséquentes peuvent se produire en raison de la résistance de l'isolation et de la propreté des surfaces. Veillez à prendre toutes les précautions nécessaires pour maintenir propre le système haute résistance. Les cordons de test et les parties fixes sont susceptibles de fuir en raison de l'absorption d'humidité dans les matériaux d'isolation et les surfaces sales. Le nylon et le PVC sont de mauvais isolants ($10^9 \Omega$) en comparaison avec les matériaux en polytétrafluoroéthylène (PTFE) ($10^{13} \Omega$). Des fuites provenant d'isolants nylon ou PVC peuvent très vite contribuer à une erreur de 0,1 % dans la mesure d'une résistance de 1 M Ω si le milieu est humide.

Mesures de courant alternatif

Mesures de valeur efficace vraie du courant alternatif

Un multimètre numérique réagissant à la valeur efficace vraie, comme le modèle U2741A mesure le potentiel thermique d'une tension appliquée. La puissance dissipée dans une résistance est proportionnelle au carré du signal de tension. Ce multimètre numérique mesure la valeur efficace vraie de la tension ou du courant tant que la forme d'onde contient une énergie négligeable dépassant la bande passante effective de l'appareil.

REMARQUE

L'appareil U2741A fait appel aux les mêmes techniques pour mesurer la valeur efficace vraie de tension que pour mesurer celle du courant.

Tableau 3-3 Formes des signaux et leurs paramètres




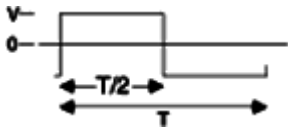
Forme du signal	Facteur de crête (CF)	Valeur efficace de courant alternatif	C.A.+ V eff. C.C.
	$\sqrt{2}$	$\frac{V}{\sqrt{2}}$	$\frac{V}{\sqrt{2}}$
	$\sqrt{3}$	$\frac{V}{\sqrt{3}}$	$\frac{V}{\sqrt{3}}$

Tableau 3-3 Formes des signaux et leurs paramètres (suite)

Forme du signal	Facteur de crête (CF)	Valeur efficace de courant alternatif	C.A.+ V eff. C.C.
	$\frac{T}{\sqrt{t_p}}$	$\frac{V}{CF} \neq \sqrt{1 - \left(\frac{1}{CF}\right)^2}$	$\frac{V}{CF}$
	1	V	V

Les fonctions de tension alternative et de courant alternatif du multimètre numérique mesurent la valeur efficace vraie couplée en courant alternatif où seule la « valeur calorifique » d'uniquement les composantes alternatives du signal d'entrée est mesurée tandis que la composante continue est rejetée. Comme le montre la figure ci-dessus, pour les ondes sinusoïdales, triangulaires et carrées, les valeurs de tension alternative couplée et les valeurs C.A. + C.C. sont égales puisque ces signaux ne contiennent pas de décalage continu. Toutefois, pour les signaux non symétriques, tels que les trains d'impulsions, une tension continue est présente, laquelle est rejetée par les mesures de valeur efficace vraie de tension alternative couplée d'Keysight. Cela peut présenter un énorme avantage. Une mesure de la valeur efficace vraie de la tension alternative couplée est souhaitable si vous mesurez de petits signaux alternatifs en présence d'importants décalages continus.

La mesure d'ondulations alternatives présentes dans les unités d'alimentation en courant continu en est un bon exemple. En revanche, dans certains cas, il est préférable de connaître la valeur efficace vraie C.A. + C.C. Vous pouvez déterminer cette valeur en combinant les résultats des mesures C.C. et C.A., comme indiqué ci-dessous (**Équation 1**).

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

Pour obtenir les meilleurs résultats de réjection de bruit des tensions alternatives, il convient de réaliser une mesure de courant alternatif à 20 NPLC.

Précision de la valeur efficace vraie et contenu du signal haute fréquence

À tort, il est souvent présumé que si un multimètre numérique C.A. peut mesurer la valeur efficace vraie, alors ses spécifications de précision d'onde sinusoïdale s'appliquent à tous les signaux. En fait, la forme du signal d'entrée peut avoir une incidence considérable sur la précision des mesures, en particulier si ce signal contient des composantes hautes fréquences qui dépassent la bande passante de l'appareil.

Autres fonctions de mesure principales

Erreurs de mesure de fréquence

L'appareil U2741A fait appel à une technique de comptage réciproque pour mesurer la fréquence. Cette méthode génère une résolution de mesure constante pour toute fréquence d'entrée. Tous les fréquencemètres sont sensibles aux erreurs lors de la mesure de signaux à basse tension et basse fréquence. Les effets du bruit interne et de la collecte de bruit externe constituent un facteur déterminant dans la mesure de signaux dits « lents ». L'erreur est inversement proportionnelle à la fréquence. Des erreurs de tension se produisent également si vous essayez de mesurer la fréquence d'une entrée après un changement de tension de décalage continu. Vous devez donc laisser l'entrée du multimètre numérique se stabiliser avant de réaliser des mesures de fréquence.

Mesure du courant alternatif

Lorsque vous connectez le multimètre numérique en série avec un circuit test pour mesurer le courant, une erreur de mesure est introduite. Une chute de tension série du multimètre est à l'origine de cette erreur. Une tension grandit dans la résistance des fils et la résistance du shunt électrique du multimètre, comme illustré ci-dessous.

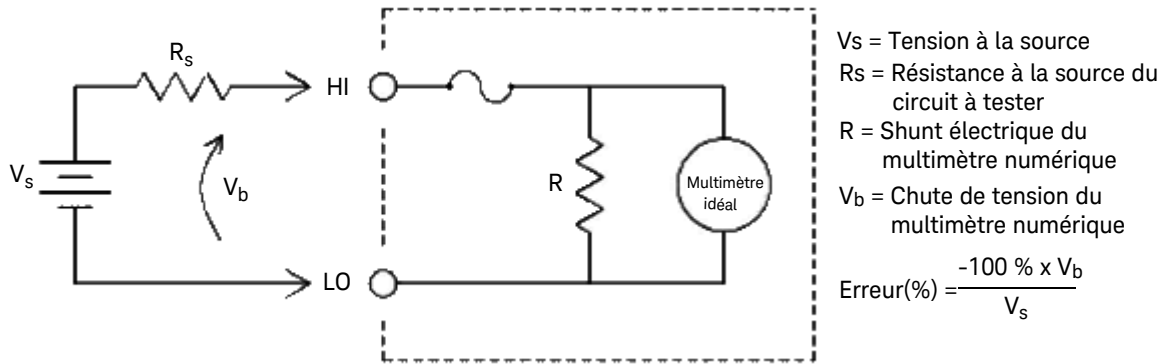


Figure 3-3 Chute de tension dans la mesure du courant

Autres origines d'erreur de mesure

REMARQUE

En cas d'utilisation dans le châssis d'instrument modulaire USB Keysight, il est recommandé d'utiliser la fonction Null du U2741A pour annuler tout décalage. Un temps de chauffe de 30 minutes est requis comme spécifié dans les spécifications CC.

Erreurs de chargement (tension alternative)

Dans la fonction de tension alternative, l'entrée du multimètre numérique apparaît sous la forme d'une résistance de 1 M Ω en parallèle avec une capacité de 100 pF. Les fils que vous utilisez pour raccorder les signaux au multimètre augmentent la capacité et le chargement.

Pour de basses fréquences, l'erreur de chargement est (Équation 2) :

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

Pour de hautes fréquences, l'erreur de chargement est (Équation 3) :

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

R_s = Résistance à la source

F = Fréquence d'entrée

C_{en} = Capacité d'entrée (100 pF) plus capacité des fils

Mesures en dessous de la puissance maximale

Vous obtiendrez une précision optimale des mesures de courant alternatif si le multimètre numérique atteint ou est proche de la puissance maximale de la plage sélectionnée. Le réglage automatique de plage a lieu à 10 % (échelle la plus petite) et à 120 % (échelle la plus grande) de la puissance maximale. Cela vous permet de mesurer certaines entrées à la puissance maximale pour une plage et à 10 % pour la plage suivante. De manière générale, la précision est meilleure à une plage moins grande. Pour une précision optimale, sélectionnez la plage manuelle la plus petite possible pour la mesure.

Erreurs liées à l'auto-échauffement dû à une haute tension

Si vous appliquez une tension supérieure à 300 V eff., un auto-échauffement se produit dans les composantes de conditionnement de signal internes. Ces erreurs sont mentionnées dans les spécifications du multimètre numérique.

Les variations de température à l'intérieur du multimètre dues à un auto-échauffement peuvent être à l'origine d'erreurs dans les plages de tension alternative.

Erreurs de mesure du courant alternatif (chute de tension)

Les erreurs de chute de tension s'appliquant au courant continu sont également valables pour les mesures de courant alternatif. Toutefois, les chutes de tension en courant alternatif sont principalement causées par l'inductance série du multimètre et par vos raccordements de mesure. Les chutes de tension augmentent à mesure que la fréquence d'entrée s'accroît. Certains circuits peuvent osciller lorsque vous réalisez des mesures de courant en raison de l'inductance série du multimètre et de vos raccordements de mesure.

Erreurs de mesure liées à des basses tensions

Si vous mesurez des tensions alternatives inférieures à 100 mV, sachez que ces mesures sont particulièrement vulnérables aux erreurs introduites par des sources de bruit externes. Un cordon de test exposé au bruit fait office d'antenne, et un multimètre numérique fonctionnant correctement mesurera les signaux reçus; Le chemin de mesure entier, y compris la ligne électrique, se comporte comme une antenne boucle. Les courants qui circulent dans la boucle créent des tensions incorrectes sur l'impédance en série avec l'entrée du multimètre. Pour cette raison, il convient d'appliquer de basses tensions alternatives au multimètre numérique à travers des câbles protégés. Vous devez raccorder cette protection à la borne LO d'entrée.

Dans la mesure du possible, branchez le multimètre et la source de courant alternatif à la même prise de courant. Il convient également de réduire au minimum la zone des boucles de terre qui ne peuvent pas être évitées. Une source de haute impédance est plus favorable à la collecte de bruit qu'une source de faible impédance. Vous pouvez réduire l'impédance haute fréquence d'une source en plaçant un condensateur en parallèle avec les bornes d'entrée du multimètre. Il vous faudra peut-être faire plusieurs essais pour déterminer la valeur correcte du condensateur pour votre application.

La majeure partie du bruit externe n'est pas corrélée au signal d'entrée. Vous pouvez déterminer l'erreur comme indiqué ci-dessous (Équation 4) :

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

Le bruit corrélé, bien que rare, a des effets négatifs. Le bruit corrélé vient toujours s'ajouter au signal d'entrée. La mesure d'un signal de bas niveau avec la même fréquence que la ligne électrique locale est un cas de figure courant à l'origine de cette erreur.

4 Caractéristiques et spécifications

Pour les caractéristiques et spécifications du U2741A Multimètre numérique modulaire USB, référez-vous à la fiche de données à l'adresse <http://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/5991-0042EN.pdf>.

CETTE PAGE EST BLANCHE INTENTIONNELLEMENT.

Ces informations peuvent faire
l'objet de modifications sans préavis.
Référez-vous toujours à la version
anglaise disponible sur le site Web
de Keysight pour obtenir la dernière
mise à jour.

© Keysight Technologies 2008-2021
Édition 11, février 2021

Imprimé en Malaisie



U2741-90010

www.keysight.com

Keysight U2741A Multimetro digitale modulare USB

Avvisi

Avviso sui diritti d'autore

© Keysight Technologies 2008 – 2021
Nessuna parte del presente manuale può essere riprodotta in qualsiasi forma o con qualsiasi mezzo, inclusa la memorizzazione in un sistema elettronico di reperimento delle informazioni o la traduzione in altra lingua, senza previo accordo e consenso scritto di Keysight Technologies come previsto dalle leggi sul diritto d'autore in vigore negli Stati Uniti e in altri Paesi.

Codice del manuale

U2741-90003

Edizione

Edizione 11, febbraio 2021

Stampato in:

Stampato in Malesia

Pubblicato da:

Keysight Technologies
1400 Fountaingrove Parkway
Santa Rosa, CA 95403

Licenze tecnologiche

I componenti hardware e/o software descritti nel presente documento sono forniti dietro licenza e possono essere utilizzati o copiati esclusivamente in accordo con i termini previsti dalla licenza.

Dichiarazione di conformità

Le Dichiarazioni di conformità di questo e altri prodotti Keysight possono essere scaricate online. Visitare il sito <http://www.keysight.com/go/conformity>. È possibile trovare la Dichiarazione di conformità più recente effettuando una ricerca per codice prodotto.

Diritti per il governo statunitense.

Come da definito dal Federal Acquisition Regulation ("FAR") 2.101, il Software è un "commercial computer software" (software per computer ad uso commerciale). Ai sensi del FAR 12.212 e 27.405-3 e del Department of Defense FAR Supplement ("DFARS") 227.7202, il governo statunitense acquisisce il software per computer ad uso commerciale alle stesse condizioni con cui il software viene di norma fornito al pubblico. Conformemente a ciò, Keysight concede ai clienti governativi statunitensi il Software con licenza commerciale standard (compresa nell'accordo di licenza con l'utente finale, EULA). Una copia è disponibile all'indirizzo <http://www.keysight.com/find/sweula>. La licenza nell'accordo EULA costituisce l'unica autorità alla quale il governo statunitense deve attenersi per poter usare, modificare, distribuire o divulgare il Software. L'EULA, e la licenza qui prevista, non richiede o permette, tra l'altro, che Keysight: (1) Fornisca informazioni tecniche riguardanti il software per computer ad uso commerciale o la relativa documentazione che non siano di norma concesse al pubblico; o (2) Ceda, o in altro modo fornisca, altri diritti governativi oltre a questi concessi di norma al pubblico, per utilizzare, modificare, riprodurre, rilasciare, eseguire, visualizzare o divulgare il software per computer ad uso commerciale o la relativa documentazione. Non saranno applicati ulteriori requisiti governativi oltre quelli previsti nell'EULA, salvo nella misura in cui questi termini, diritti o licenze siano esplicitamente richiesti da tutti i fornitori di software per computer ad uso commerciale in conformità con il FAR e il DFARS e che siano definiti specificatamente per scritto nell'EULA. Keysight non sarà tenuto ad aggiornare, rivedere o in altro modo modificare il Software. In conformità con i dati tecnici, come da FAR 2.101, FAR 12.211 e 27.404.2 e DFARS 227.7102, il governo statunitense non acquisisce ulteriori diritti oltre i Diritti limitati come definito nel FAR 27.401 o DFAR 227.7103-5 (c), per quanto applicabile in dati tecnici.

Garanzia

Le informazioni contenute nel presente documento vengono fornite "as is" (nel loro stato contingente) e, nelle edizioni successive, possono essere soggette a modifica senza alcun preavviso. Nella misura massima consentita dalla legge in vigore, Keysight non fornisce alcuna garanzia, espressa o implicita riguardante il presente manuale e le informazioni in esso contenute, ivi incluse, in via esemplificativa, le garanzie di commerciabilità e idoneità a un particolare scopo. In nessun caso Keysight sarà responsabile per errori o danni incidentali o conseguenti connessi alla fornitura, all'utilizzo o alle prestazioni del presente documento o delle informazioni in esso contenute. In caso di diverso accordo scritto, stipulato tra Keysight e l'utente, nel quale sono previsti termini di garanzia per il materiale descritto nel presente documento in contrasto con le condizioni della garanzia standard, si applicano le condizioni di garanzia previste dall'accordo separato.

Informazioni sulla sicurezza

ATTENZIONE




La dicitura ATTENZIONE indica la presenza di condizioni di rischio. L'avviso richiama l'attenzione su una procedura operativa, una prassi o comunque un'azione che, se non eseguita correttamente o attenendosi scrupolosamente alle indicazioni, potrebbe comportare danni al prodotto o la perdita di dati importanti. In presenza della dicitura ATTENZIONE interrompere l'attività finché le condizioni indicate non siano state perfettamente comprese e soddisfatte.

AVVERTENZA

La dicitura AVVERTENZA indica la presenza di condizioni di rischio. L'avviso richiama l'attenzione su una procedura operativa, una prassi o comunque un'azione che, se non eseguita correttamente o attenendosi scrupolosamente alle indicazioni, potrebbe causare lesioni personali anche mortali. In presenza della dicitura AVVERTENZA interrompere l'attività finché le condizioni indicate non siano state perfettamente comprese e soddisfatte.

Simboli di sicurezza

I seguenti simboli sullo strumento e nella documentazione indicano precauzioni che devono essere assunte per garantire un utilizzo sicuro dello strumento.

	Corrente continua (CC)		Attenzione, rischio di pericolo (per informazioni specifiche sui messaggi di Avvertenza o Attenzione consultare il presente manuale).
	Messa a terra		

Informazioni generali sulla sicurezza

AVVERTENZA

- Non utilizzare il dispositivo se è danneggiato. Prima di utilizzare il dispositivo, ispezionare le parti esterne. Verificare che non vi siano incrinature o parti in plastica mancanti. Non utilizzare il dispositivo in presenza di gas esplosivo, vapore, polvere o in un ambiente umido.
 - Utilizzare sempre il dispositivo con i cavi in dotazione.
 - Osservare tutti i marchi sul dispositivo prima di collegarlo.
 - Spegnerne il dispositivo e l'alimentazione del sistema applicativo prima di connettere i terminali di I/O.
 - Durante le operazioni di manutenzione, utilizzare solo le parti di ricambio specificate.
 - Non utilizzare il dispositivo quando il coperchio è stato rimosso o allentato.
 - Per evitare rischi imprevisti utilizzare solo l'adattatore di corrente fornito dal produttore.
 - L'intervallo tensione in ingresso dello strumento è +12 V CC. Le fluttuazioni di tensione della rete non devono superare $\pm 10\%$ della tensione di alimentazione nominale.
-

ATTENZIONE

- Se il dispositivo viene utilizzato in modo non corrispondente alle indicazioni del produttore, la protezione può risultare danneggiata.
 - Pulire il telaio con un panno morbido, privo di lanugine e leggermente umido. Non usare detergenti, liquidi soggetti a evaporazione o solventi chimici.
 - Evitare qualunque otturazione dei fori di ventilazione del dispositivo.
-

Condizioni ambientali

Questo strumento è stato progettato per essere utilizzato in interni e in una zona con bassa condensa. Nella tabella seguente sono riportati i requisiti ambientali generali per lo strumento.

Condizioni ambientali	Requisiti
Temperatura	Condizioni di esercizio da 0°C a 55°C Condizioni di immagazzinamento da -40°C a 70°C
Umidità	Condizioni di esercizio 95% di umidità relativa fino a 40 °C, con diminuzione lineare fino al 45% di umidità a 55 °C (senza condensa) ^[a] Condizioni di immagazzinamento Fino al 95% di umidità relativa a 40 °C (senza condensa)
Altitudine	Fino a 2000 m
Livello di inquinamento	Livello di inquinamento 2
Categoria sovratensione	II

[a] Da 40 °C a 55 °C, la massima percentuale di umidità relativa segue la linea del punto di rugiada costante.





Conformità normativa

Il Multimetro digitale modulare USB U2741A soddisfa i seguenti requisiti di sicurezza e di compatibilità elettromagnetica (EMC).

- IEC 61010-1/EN61010-1, IEC 61010-2-030/EN61010-2-030
- Canada: CAN/CSA-C22.2 No. 61010-1, CAN/CSA-C22.2 No. 61010-2-030
- USA: ANSI/UL Std. No. 61010-1, ANSI/UL Std. No. 61010-2-030
- IEC 61326-1/EN61326-1
- Canada: ICES/NMB-001
- Australia/Nuova Zelanda: AS/NZS CISPR11

Fare riferimento alla Dichiarazione di conformità per le revisioni correnti. Per ulteriori informazioni, visitare <http://www.keysight.com/go/conformity>.

Marchi relativi alle normative

 <p>Il marchio CE è un marchio registrato della Comunità europea. Il marchio CE indica che il prodotto è conforme a tutte le direttive legali europee pertinenti.</p>	 <p>Il marchio RCM è un marchio registrato di Spectrum Management Agency of Australia. Questo significa compatibilità con le normative dell'Australia EMC Framework in base al Radio Communications Act del 1992.</p>
<p>ICES/NMB-001</p> <p>ICES/NMB-001 indica che questo dispositivo ISM è conforme allo standard ICES-001 canadese. Cet appareil ISM est conforme a la norme NMB-001 du Canada.</p>	 <p>Questo strumento è conforme ai requisiti di marcatura della direttiva WEEE (2002/96/CE). Questa etichetta affissa sul prodotto indica che l'apparecchiatura elettrica/elettronica non deve essere smaltita insieme ai rifiuti domestici.</p>
 <p>Il marchio CSA è un marchio registrato della Canadian Standards Association.</p>	

Direttiva WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment) n. 2002/96/CE

Questo strumento è conforme ai requisiti di marcatura della direttiva WEEE (2002/96/CE). Questa etichetta affissa sul prodotto indica che l'apparecchiatura elettrica/elettronica non deve essere smaltita insieme ai rifiuti domestici.

Categoria di prodotto:

Con riferimento ai tipi di apparecchiature incluse nell'Allegato 1 della direttiva WEEE, questo prodotto è classificato tra gli "Strumenti di monitoraggio e di controllo".

L'etichetta affissa al prodotto è riportata di seguito.



Non smaltire con i normali rifiuti domestici.

Per restituire questo strumento indesiderato, contattare l'ufficio Keysight Technologies più vicino o visitare il sito: <http://about.keysight.com/en/companyinfo/environment/takeback.shtml> per maggiori informazioni.

Supporto vendite e tecnico

Per contattare Keysight e richiedere supporto vendite e tecnico, selezionare uno dei seguenti collegamenti e siti Web Keysight:

- www.keysight.com/find/U2741A
(informazioni e supporto specifici per un prodotto, aggiornamenti software e documentazione)
- www.keysight.com/find/assist
(contatti di tutto il mondo per informazioni su riparazione e assistenza)

Sommario

Simboli di sicurezza	3
Informazioni generali sulla sicurezza	4
Condizioni ambientali	5
Conformità normativa	6
Marchi relativi alle normative	7
Direttiva WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment) n. 2002/96/CE	8
Categoria di prodotto:	8
Supporto vendite e tecnico	8
1 Operazioni preliminari	
Introduzione	16
Panoramica del prodotto	17
Panoramica del prodotto	17
Dimensioni del prodotto	19
Dimensioni senza protezioni in gomma	19
Dimensioni con protezioni in gomma	20
Componenti forniti in dotazione	21
Ispezione e manutenzione	22
Ispezione iniziale	22
Controllo elettrico	22
Manutenzione generale	23
Installazione e configurazione	24
Configurazione dello strumento	25
Configurazione dei pin del connettore backplane a 55 pin	25
Installazione dello chassis	26
2 Funzionamento e caratteristiche	
Accensione	28
Misurazioni	29

Misurazione della tensione CC	29
Misurazione della tensione CA	31
Misurazione della corrente CC	32
Misurazione della corrente CA	33
Misurazione della resistenza	34
Misurazione della frequenza	36
Test della continuità	37
Test dei diodi	38
Misurazione della temperatura	39
Ripristino dello stato dello strumento	40
Azzeramento automatico	40
Intervalli	41
Impostazioni predefinite	42
Trigger dell'unità U2741A	43
Funzionamento collegato al sistema	45
Condizioni di errore	45
3 Esercitazione sulle misurazioni	
Considerazioni sulle misurazioni CC	48
Reiezione del disturbo	49
Considerazioni sulle misurazioni delle resistenze	52
Misurazioni CA	55
Altre funzioni primarie di misurazione	57
Errori di misurazione della frequenza	57
Misurazioni della corrente CC	57
Altre sorgenti di errori di misurazione	59
4 Caratteristiche e specifiche	

Elenco delle figure

Figura 1-1	Configurazione dei pin del connettore backplane a 55 pin	25
Figura 3-1	Errore sorgente di modo comune	49
Figura 3-2	Errore indotto dal ritorno di massa	51
Figura 3-3	Calo di tensione nella misurazione corrente	58

QUESTA PAGINA È STATA LASCIATA VOLUTAMENTE BIANCA.

Elenco delle tabelle

Tabella 1-1	Descrizione dei pin del connettore SSI	25
Tabella 2-1	Sintesi delle impostazioni predefinite	42
Tabella 3-1	Tensione termoelettrica per il collegamento di metalli diversi	48
Tabella 3-2	Dispersione di potenza per diversi intervalli di resistenza	54
Tabella 3-3	Forme delle forme d'onda e loro parametri	55

QUESTA PAGINA È STATA LASCIATA VOLUTAMENTE BIANCA.

1 Operazioni preliminari

Introduzione	16
Panoramica del prodotto	17
Dimensioni del prodotto	19
Componenti forniti in dotazione	21
Ispezione e manutenzione	22
Installazione e configurazione	24
Configurazione dello strumento	25

Introduzione

Keysight Multimetro digitale modulare USB U2741A è un multimetro digitale modulare a 5½ cifre in grado di funzionare come unità indipendente o modulare se utilizzato in uno chassis.

U2741A è in grado di eseguire le seguenti misure:

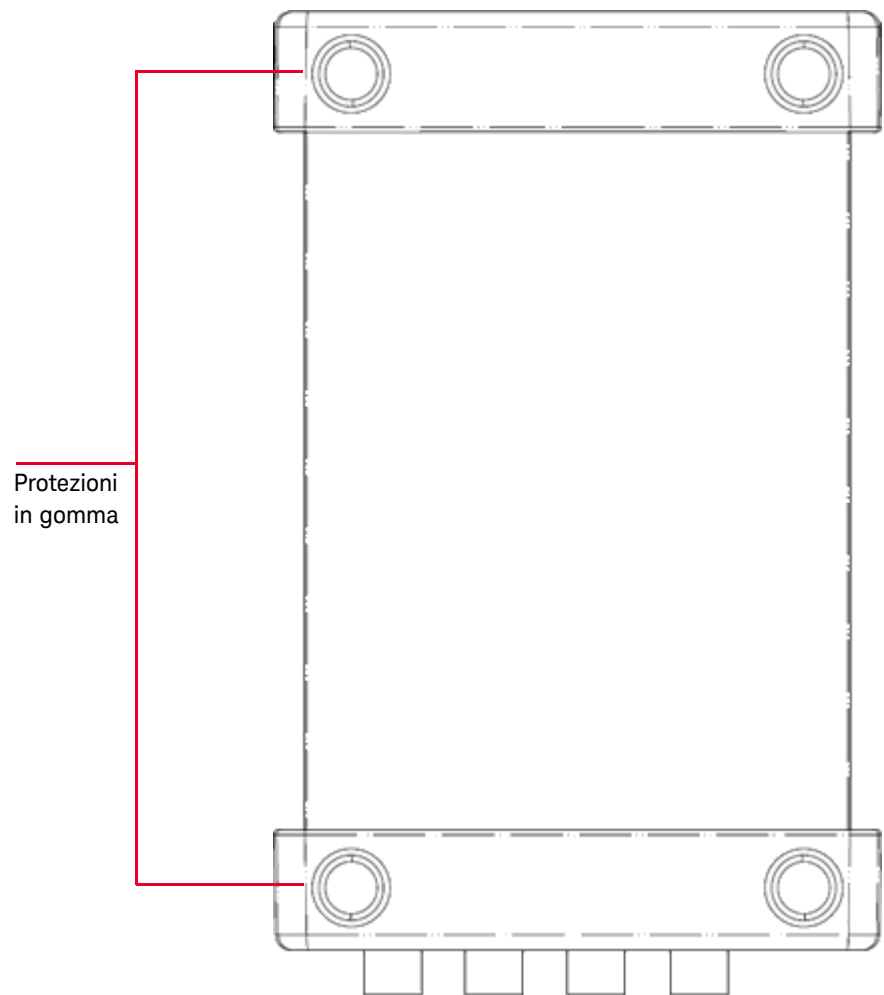
- Volt CC
- Volt CA
- Corrente CC
- Corrente CA
- Resistenza
- Test diodi
- Continuity Test
- Temperatura

Il dispositivo U2741A è controllato a distanza tramite un'interfaccia USB dal software Keysight Measurement Manager (KMM). Inoltre, il dispositivo U2741A può essere programmato tramite i driver forniti di serie o i comandi SCPI dell'applicazione personalizzata.

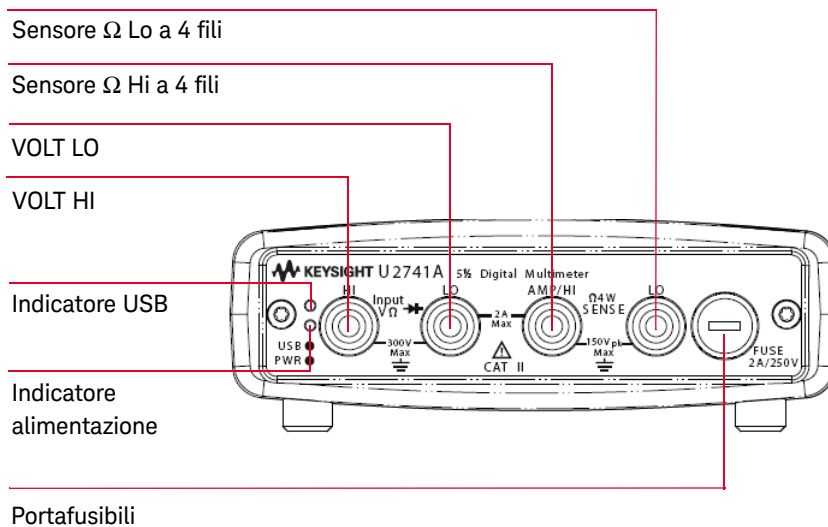
Panoramica del prodotto

Panoramica del prodotto

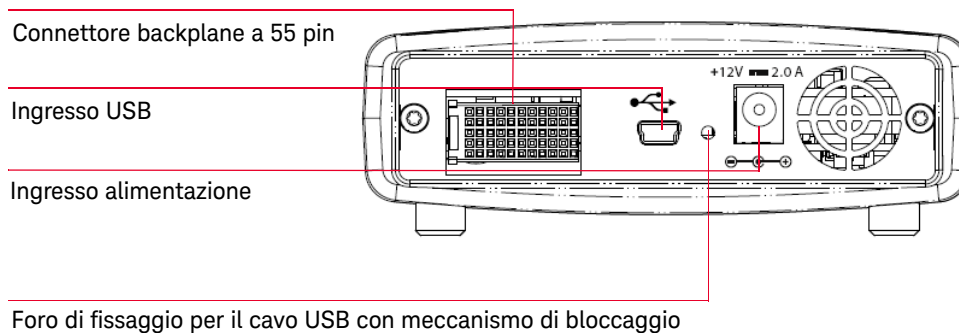
Vista dall'alto



Vista anteriore



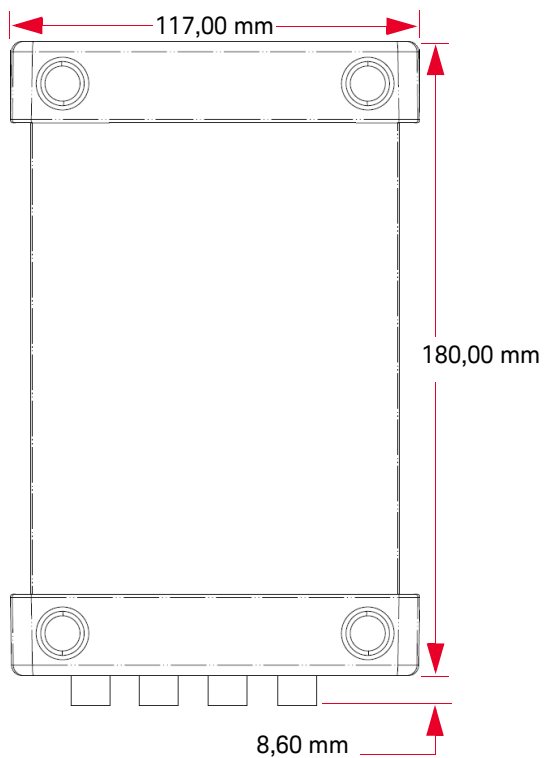
Vista posteriore



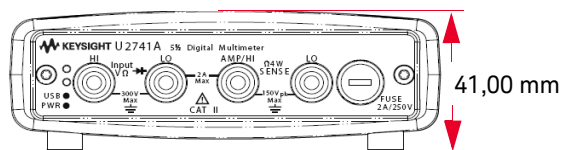
1 Operazioni preliminari

Dimensioni con protezioni in gomma

Vista dall'alto



Vista anteriore



Componenti forniti in dotazione

Controllare di aver ricevuto, insieme al multimetro, i seguenti componenti. In caso di componenti mancanti o danneggiati, contattare il reparto vendite Keysight più vicino.

- ✓ Adattatore di corrente CA/CC
- ✓ Cavo di alimentazione
- ✓ Puntali di misura standard
- ✓ Cavo per interfaccia USB da standard-A a mini-B
- ✓ Kit L-Mount (utilizzato con chassis dello strumento modulare)
- ✓ Certificato di calibrazione

Ispezione e manutenzione

Ispezione iniziale

Quando si riceve l'unità U2741A, ispezionarla per identificare eventuali danni evidenti che potrebbero essersi verificati durante la spedizione, quali, ad esempio, rottura di terminali, crepe, venature e graffi sulla custodia.

Qualora vengano rilevati dei danni, contattare immediatamente il reparto vendite Keysight più vicino. Le informazioni relative alla garanzia sono riportate nella parte anteriore del presente manuale.

Mantenere l'imballaggio originale nel caso in cui il modello U2741A debba essere restituito ad Keysight in futuro. Se si restituisce il modello U2741A per interventi di riparazione, attaccare all'unità una targhetta che identifichi il proprietario e il numero di modello. Inoltre, includere una breve descrizione del problema.

Controllo elettrico

Per le procedure di verifica, consultare il manuale *Keysight U2741A USB Modular DMM Service Guide*. La procedura verificherà con un elevato livello di precisione che il funzionamento dell'unità U2741A sia conforme alle specifiche.

Manutenzione generale

Manutenzione generale

NOTA

Gli interventi di riparazione o di manutenzione che non sono descritti nei manuali del prodotto modulare devono essere effettuati esclusivamente da personale qualificato.

- 1** Spegnerne il modulo e rimuovere il cavo di alimentazione e il cavo I/O dal dispositivo.
- 2** Rimuovere il modulo dalla custodia di protezione.
- 3** Scuotere l'eventuale sporcizia che potrebbe essersi accumulata sul modulo.
- 4** Pulire il modulo con un panno asciutto e reinstallare la protezione in gomma in posizione.

Installazione e configurazione

Per iniziare la preparazione e l'installazione del dispositivo U2741A, seguire le istruzioni passo a passo contenute nella *Guida rapida ai prodotti e sistemi modulari USB Keysight*.

NOTA

Se si intende utilizzare il prodotto U2741A con Keysight VEE Pro, LabVIEW o Microsoft® Visual Studio®, è necessario installare il driver IVI-COM.

Configurazione dello strumento

Configurazione dei pin del connettore backplane a 55 pin

Il connettore backplane a 55 pin viene utilizzato quando il modulo U2741A viene inserito nello slot dello chassis dello strumento modulare USB U2781A. Per maggiori dettagli, consultare la guida all'uso *Keysight U2781A USB Modular Instrument Chassis User's Guide*.

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	+12 V	+12 V	GND	C
nBPUB	CLK10M	GND	STAR_TRIG	GA2	GA1	GA0	NC	+12 V	+12 V	+12 V	B
NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	+12 V	+12 V	+12 V	A
11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	

Figura 1-1 Configurazione dei pin del connettore backplane a 55 pin

Tabella 1-1 Descrizione dei pin del connettore SSI

Segnale di sincronizzazione SSI	Funzionalità
GND	Terra
NC	Non collegato
VBUS	Ingresso sensore potenza del bus USB
USB_D+, USB_D-	Coppia differenziale USB
TRIG0~TRIG7	Trigger bus
+12 V	Alimentazione a +12 V con corrente 4 A

Tabella 1-1 Descrizione dei pin del connettore SSI (continuazione)

Segnale di sincronizzazione SSI	Funzionalità
nBPUB	Rilevamento tensione ingresso backplane USB
CLK10M	Sorgente clock da 10 MHz
STAR_TRIG	Star trigger
GA0,GA1,GA2	Pin indirizzo geografico

Installazione dello chassis

Sul modulo U2741A deve essere installato il kit L-Mount.

Le istruzioni seguenti descrivono la semplice procedura di installazione del kit L-mount e del modulo nello chassis.

- 1** Togliere il kit di montaggio a L dall'imballaggio.
- 2** Rimuovere il modulo U2741A dalla custodia di protezione.
- 3** Fissare il kit L-mount al modulo U2741A utilizzando un cacciavite Phillips.
- 4** Inserire il modulo U2741A nello chassis U2781A con il connettore backplane a 55-pin posizionato alla base del modulo.
- 5** Dopo avere inserito il modulo nello chassis, serrare le viti del kit L-mount per assicurare il collegamento.

2 Funzionamento e caratteristiche

Accensione	28
Misurazioni	29
Ripristino dello stato dello strumento	40
Impostazioni predefinite	42
Trigger dell'unità U2741A	43
Funzionamento collegato al sistema	45

Questo capitolo contiene informazioni dettagliate su come configurare l'unità Multimetro digitale modulare USB U2741A per eseguire le varie funzioni di misurazione attraverso il pannello frontale del software o inviando dei comandi SCPI a distanza tramite l'interfaccia USB.

Accensione

Quando si accende l'unità U2741A annotare quanto segue.

- L'unità U2741A può essere attivata solo tramite l'interfaccia USB.
- Prima di poter controllare l'unità U2741A, è necessario installare il driver hardware e IO Libraries Suite 14.2 o una versione superiore. Entrambi vengono forniti di serie all'acquisto di U2741A. Per conoscere la procedura di installazione consultare la *Guida rapida ai prodotti e sistemi modulari USB Keysight*.
- Sul pannello frontale dell'unità U2741A sono presenti due indicatori LED. Consultare la [Capitolo 1, "Panoramica del prodotto"](#) a pagina 17.
- L'indicatore di alimentazione si accende quando il dispositivo U2741A viene acceso. In caso di errore di sistema lampeggia.
- L'indicatore USB lampeggia solo quando c'è un'attività di scambio dei dati tra l'unità U2741A e il PC.

Il dispositivo U2741A può essere controllato tramite KMM per U2741A o i comandi SCPI inviati attraverso l'interfaccia USB dei programmi applicativi.

Keysight U2741A è conforme alle regole di sintassi e alle convenzioni dei comandi SCPI.

La versione della lingua di SCPI dell'unità U2741A può essere stabilita inviando il comando **SYSTem:VERSion?** dall'interfaccia remota.

Per una trattazione completa della sintassi SCPI di U2741A, consultare la guida *Keysight U2741A Programmer's Reference*.

Misurazioni

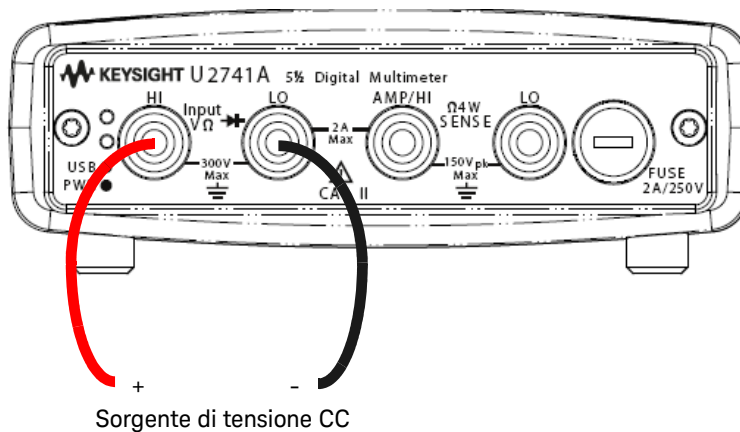
Le pagine seguenti mostrano come effettuare i collegamenti per le misure e come selezionare le funzioni di misurazione dal pannello frontale per ognuna delle funzioni di misurazione.

Misurazione della tensione CC

La funzione di misurazione della tensione CC ha le seguenti caratteristiche:

- Cinque intervalli selezionabili: 100 mV, 1 V, 10 V, 100 V e 300 V o auto-range.
- L'impedenza in ingresso è 10 M Ω per tutti gli intervalli (tipica).
- La protezione dell'ingresso è 300 V su tutti gli intervalli (terminale HI).

Effettuare il collegamento nel modo indicato di seguito.



Funzionamento di Keysight Measurement Manager

Selezionare la funzione **DCV** come intervallo desiderato. È necessario selezionare un intervallo adatto per fornire la risoluzione di misurazione migliore. La lettura viene visualizzata e aggiornata continuamente.

Comandi SCPI

L'esempio seguente mostra come effettuare una misurazione della tensione CC tramite i comandi SCPI.

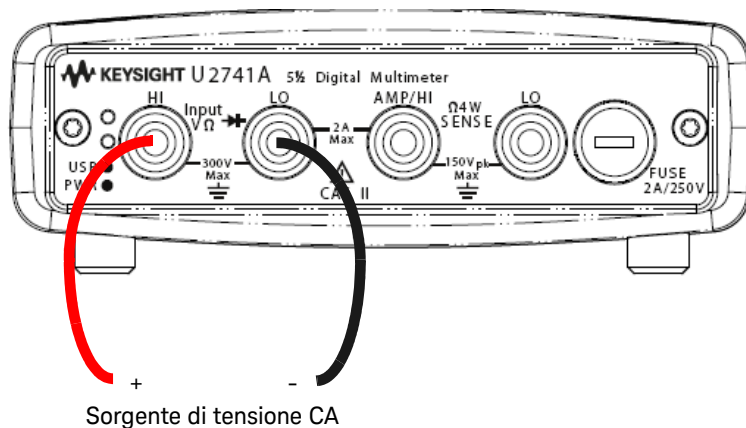
```
MEASure[:VOLTage]:DC?
```

Misurazione della tensione CA

La funzione di misurazione della tensione CA ha le seguenti caratteristiche:

- Cinque intervalli selezionabili: 100 mVrms, 1 Vrms, 10 Vrms, 100 Vrms e 250 Vrms o auto-range.
- Misurazione degli rms reali CA accoppiati.
- Misurazione nell'ambito della precisione stabilita a un fattore di cresta di 5:1 al massimo (scala completa).
- L'impedenza in ingresso è $1\text{ M}\Omega \pm 2\%$ in parallelo con meno di 120 pF di capacitanza su tutti gli intervalli.

Effettuare il collegamento nel modo indicato di seguito.



Funzionamento di Keysight Measurement Manager

Selezionare la funzione **ACV** e l'intervallo desiderato. È necessario selezionare un intervallo adatto per fornire la risoluzione di misurazione migliore. La lettura viene visualizzata e aggiornata continuamente.

Comandi SCPI

L'esempio seguente mostra come effettuare una misurazione della tensione CA tramite i comandi SCPI.

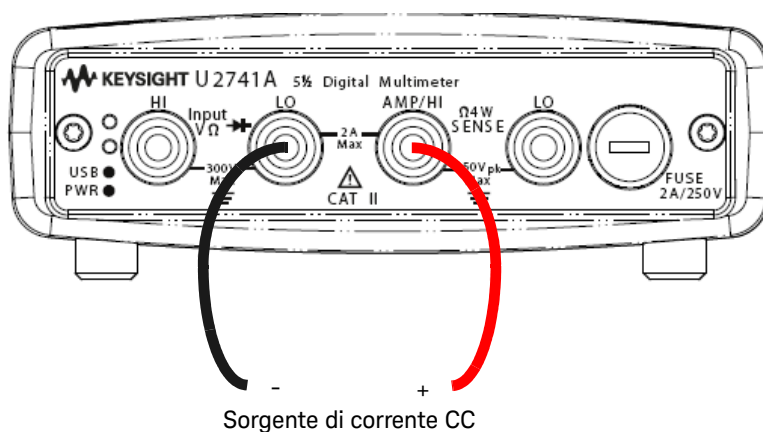
MEASure[:VOLTage]:AC?

Misurazione della corrente CC

La funzione di misurazione della corrente CC ha le seguenti caratteristiche:

- Tre intervalli selezionabili: 10 mA, 100 mA, 1 A e 2 A o auto-range.
- Il fusibile di protezione dell'ingresso è 2 A, tensione nominale di 250 V su tutti gli intervalli.

Effettuare il collegamento nel modo indicato di seguito.



Funzionamento di Keysight Measurement Manager

Selezionare la funzione **DCI** e l'intervallo desiderato. È necessario selezionare un intervallo adatto per fornire la risoluzione di misurazione migliore. La lettura viene visualizzata e aggiornata continuamente.

Comandi SCPI

L'esempio seguente mostra come effettuare una misurazione della tensione CC tramite i comandi SCPI.

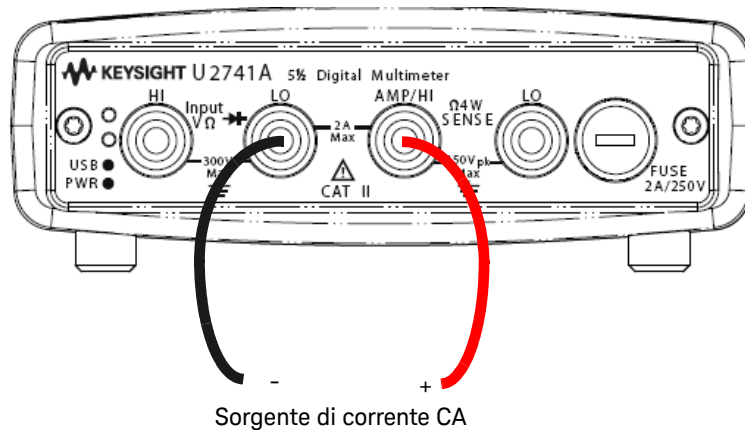
```
MEASure:CURRent[:DC]?
```


Misurazione della corrente CA

La funzione di misurazione della corrente CA ha le seguenti caratteristiche:

- Tre intervalli selezionabili: 10 mA, 100 mA, 1 A e 2 A o auto-range.
- Misurazione del valore rms reale.

Effettuare il collegamento nel modo indicato di seguito.



Funzionamento di Keysight Measurement Manager

Selezionare la funzione **ACI** e l'intervallo desiderato. È necessario selezionare un intervallo adatto per fornire la risoluzione di misurazione migliore. La lettura viene visualizzata e aggiornata continuamente.

Comandi SCPI

L'esempio seguente mostra come effettuare una misurazione della tensione CA tramite i comandi SCPI.

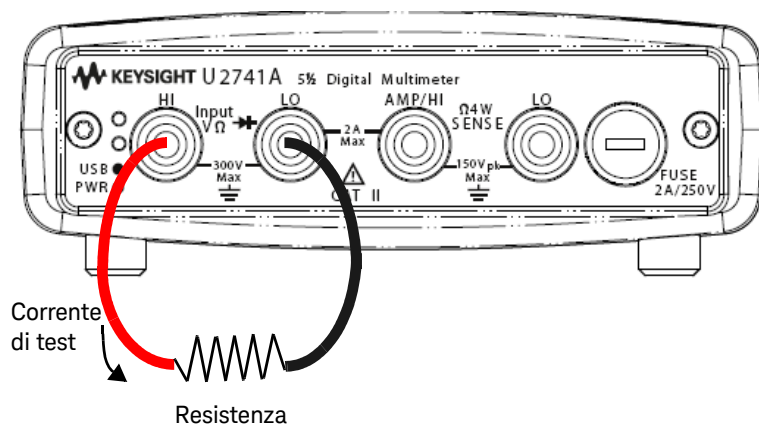
MEASure:CURRent:AC?

Misurazione della resistenza

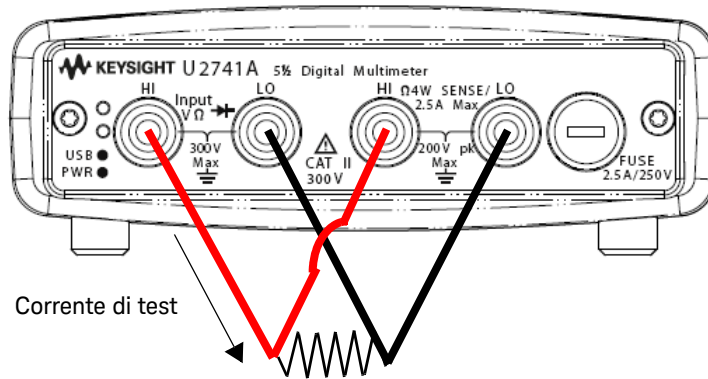
La funzione di misurazione della resistenza ha le seguenti caratteristiche:

- Sette intervalli da selezionare: 100 Ω , 1 k Ω , 10 k Ω , 100 k Ω , 1 M Ω , 10 M Ω e 100 M Ω o auto-range.
- Supporta la misurazione della resistenza a due e a quattro fili.
- La tensione sui circuiti aperti è limitata a meno di 4,5 V su tutti gli intervalli.

Nella figura seguente è riportato il collegamento di misurazione della resistenza a due fili.



Nella figura seguente è riportato il collegamento di misurazione della resistenza a quattro fili.



Funzionamento di Keysight Measurement Manager

Selezionare la funzione **2-Wired Ω** e l'intervallo desiderato per la misurazione delle resistenze a due fili. Selezionare la funzione **4-Wired Ω** e l'intervallo desiderato per la misurazione delle resistenze a quattro fili. È necessario selezionare un intervallo adatto per fornire la risoluzione di misurazione migliore. La lettura viene visualizzata e aggiornata continuamente.

Comandi SCPI

L'esempio seguente mostra come effettuare una misurazione della resistenza tramite i comandi SCPI.

Due fili: **MEASure:RESistance?**

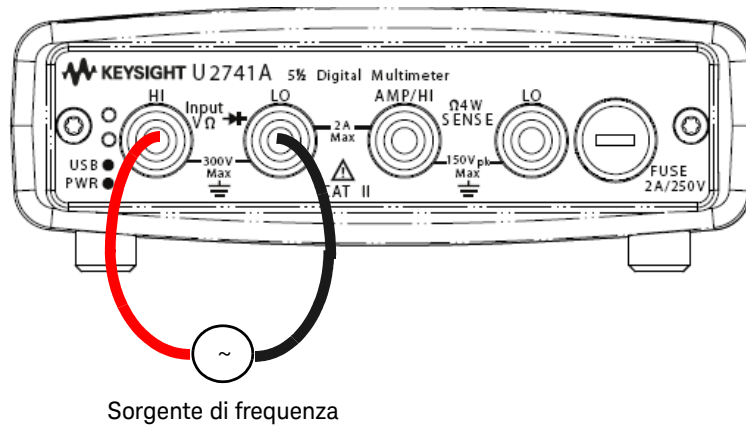
Quattro fili: **MEASure:FRESistance?**

Misurazione della frequenza

La funzione di misurazione della resistenza ha le seguenti caratteristiche:

- Intervallo basato sull'ampiezza del segnale.
- Utilizza una tecnica di conteggio reciproco come metodo di misurazione.
- Il tempo del gate può essere impostato a 0,1 secondo o 1 secondo del segnale di ingresso.

Effettuare il collegamento nel modo indicato di seguito.



Funzionamento di Keysight Measurement Manager

Selezionare la funzione **Freq** e l'intervallo desiderato. La lettura viene visualizzata e aggiornata continuamente.

Comandi SCPI

L'esempio seguente mostra come effettuare una misurazione della frequenza tramite i comandi SCPI.

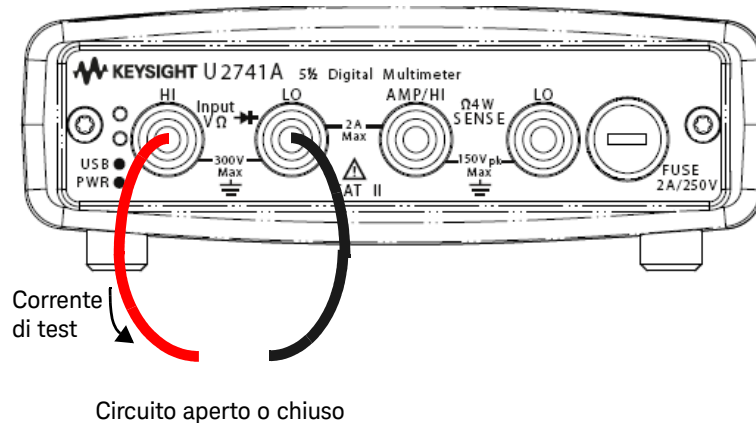
MEASure:FREQuency?

Test della continuità

La funzione di test della continuità ha le seguenti caratteristiche:

- Utilizza una sorgente di corrente costante a $1\text{ mA} \pm 0,2\%$.
- La tensione sui circuiti aperti è limitata a meno di 4,5 V su tutti gli intervalli.
- La soglia di continuità è fissata a $10\ \Omega$.
- Il tempo di risposta è di 60 campioni/secondo.

Effettuare il collegamento nel modo indicato di seguito.



Funzionamento di Keysight Measurement Manager

Selezionare la funzione **Cont-))**. La lettura viene visualizzata e aggiornata continuamente.

Comandi SCPI

L'esempio seguente mostra come effettuare una misurazione del test di continuità tramite i comandi SCPI.

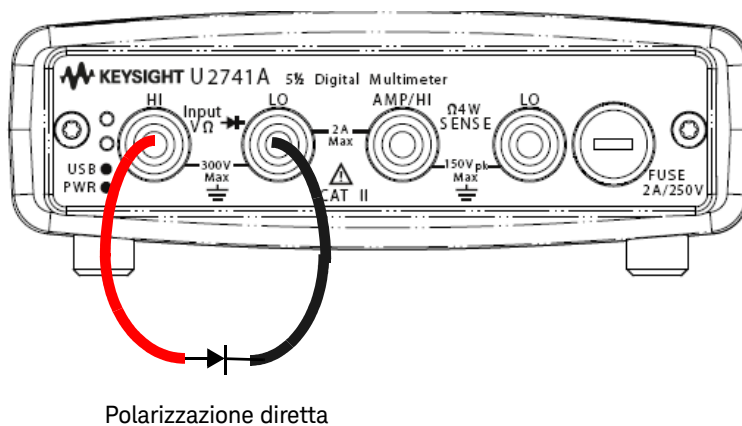
MEASure:CONTinuity?

Test dei diodi

La funzione di test dei diodi ha le seguenti caratteristiche:

- Utilizza una sorgente di corrente costante a $1\text{ mA} \pm 0,2\%$.
- La tensione sui circuiti aperti è limitata a meno di 4,5 V su tutti gli intervalli.
- Il tempo di risposta è di 60 campioni/secondo.

Effettuare il collegamento nel modo indicato di seguito.



Funzionamento di Keysight Measurement Manager

Selezionare la funzione **Diode** ➔ . La lettura viene visualizzata e aggiornata continuamente.

Comandi SCPI

L'esempio seguente mostra come effettuare una misurazione del test dei diodi tramite i comandi SCPI.

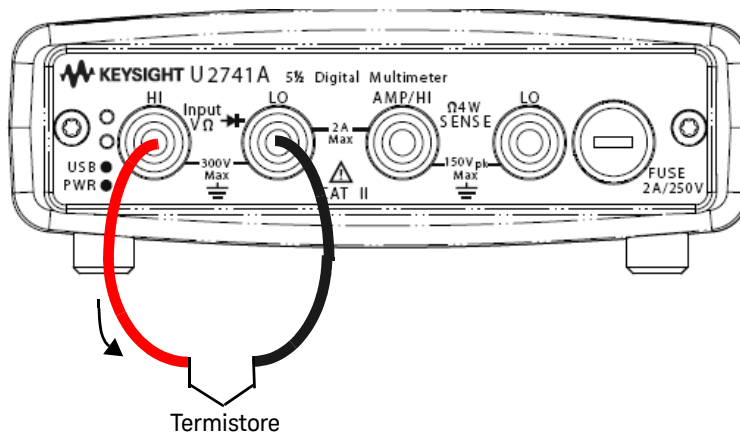
MEASure:DIODE?

Misurazione della temperatura

La funzione di misurazione della temperatura ha le seguenti caratteristiche:

- L'intervallo di misurazione dipende dal tipo di sensore della temperatura utilizzato. Per le specifiche dei sensori della temperatura, consultare [Capitolo 4, "Caratteristiche e specifiche"](#).
- Le misurazioni sono in auto-range per la sonda del termistore a 5 k Ω .
- Supporta il termistore.

Effettuare il collegamento nel modo indicato di seguito.



Funzionamento di Keysight Measurement Manager

Selezionare la funzione **Temp** e il tipo di termocoppia utilizzata. La lettura viene visualizzata e aggiornata continuamente.

Comandi SCPI

L'esempio seguente mostra come effettuare una misurazione della temperatura tramite i comandi SCPI.

MEASure:TEMPerature? THER //Utilizzato per la misurazione di termistori

Ripristino dello stato dello strumento

L'unità U2741A salva automaticamente l'ultima configurazione ogni volta che si verifica un evento di spegnimento e ripristina l'ultimo stato di spegnimento quando lo strumento viene acceso.

Azzeramento automatico

Quando l'azzeramento automatico è *abilitato*, il multimetro digitale scollega internamente il segnale in ingresso dopo ogni misurazione e carica una lettura zero. Quindi sottrae la lettura zero dalla lettura precedente. In questo modo si impedisce che le tensioni di offset presenti nel circuito di ingresso del multimetro digitale influiscano sulla precisione della misura.

Ciò vale unicamente per le misurazioni della tensione cc, della corrente cc, degli ohm a due fili e della temperatura.

Comandi SCPI

Per impostare l'azzeramento automatico vengono utilizzati i seguenti comandi:

VOLTage:ZERO:AUTO {OFF|ON}

CURRent:ZERO:AUTO {OFF|ON}

RESistance:ZERO:AUTO {OFF|ON}

TEMPerature:ZERO:AUTO {OFF|ON}

Intervalli

È possibile lasciare che il multimetro digitale selezioni automaticamente l'intervallo tramite la funzione *auto range* oppure si può selezionare un intervallo fisso tramite *manual range*. La selezione automatica dell'intervallo è utile perché il multimetro digitale seleziona automaticamente l'intervallo adeguato per ogni misurazione. Tuttavia, per eseguire misurazioni più rapide è possibile utilizzare l'intervallo manuale, perché il multimetro digitale non deve stabilire quale intervallo utilizzare per ogni misurazione.

- Soglie dell'intervallo automatico:

Intervallo discendente a: <10% dell'intervallo

Intervallo ascendente a: >120% dell'intervallo

- Per l'intervallo manuale, se il segnale in ingresso è superiore all'intervallo impostato che può essere misurato dal multimetro, quest'ultimo segnala un sovraccarico: "9.9E+37" dall'interfaccia remota. Per l'intervallo automatico, il multimetro digitale fornisce l'indicazione di sovraccarico "9.9E+37" se il segnale in ingresso è superiore all'intervallo di misurazione più alto.
- Per i test di continuità (intervallo 1 k Ω) e dei diodi (intervallo 1 Vcc con sorgente di corrente in uscita di 1 mA).

Comandi SCPI

L'intervallo può essere impostato tramite uno dei seguenti comandi.

```
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}
```

Impostazioni predefinite

La tabella riportata di seguito riporta le impostazioni di fabbrica dell'unità U2741A, all'accensione o in seguito alla ricezione del comando *RST attraverso l'interfaccia remota USB.

Tabella 2-1 Sintesi delle impostazioni predefinite

Parametro	Impostazioni di fabbrica	Stato di Accensione/Ripristino
Configurazione delle misurazioni		
Funzione	DCV	DCV
Intervallo	AUTO	AUTO
Risoluzione	5½ cifre	5½ cifre
Unità di temperatura	°C	Impostazioni utente
Funzionamento del trigger		
Sorgente di trigger	Auto Trigger	Auto Trigger
Funzionamento collegato al sistema		
Richiamo dello spegnimento	Disabilitato	Impostazioni utente
Stati memorizzati	0-10 Eliminati	Nessuna modifica
Lettura del buffer di uscita	Eliminato	Eliminato
Coda degli errori	Eliminato	Eliminato
Elimina stato accensione	Abilitato	Impostazioni utente
Registri di stato, maschere e filtro di transizione	Eliminato	Eliminato in eliminazione stato di accensione abilitato
Calibrazione		
Stato di calibrazione	Protetto	Impostazioni utente
Valore di calibrazione	0	Nessuna modifica
Stringa di calibrazione	Eliminato	Nessuna modifica

Trigger dell'unità U2741A

All'accensione, la sorgente di trigger predefinita è immediata. Per effettuare una misurazione è necessario seguire i seguenti passaggi:

- Configurare l'unità U2741A selezionando funzione, intervallo, risoluzione e altro ancora.
- Specificare la sorgente di trigger del multimetro digitale. È possibile selezionare il trigger bus del software o un trigger interno immediato (sorgente di trigger predefinita).
- Verificare che l'unità U2741A sia nello stato di attesa del trigger per accettare un trigger dalla sorgente specificata.

Trigger immediato

Nella modalità di trigger immediato, il segnale di trigger è sempre presente. Posizionando l'unità U2741A in stato di attesa del trigger, il trigger viene emesso immediatamente. Questa è la sorgente di trigger predefinito.

Comando SCPI

Il seguente comando imposta la sorgente di trigger su immediata:

TRIGger:SOURce IMMEDIATE

Trigger del bus software

La modalità di trigger del bus viene avviata inviando un comando di trigger del bus, dopo aver selezionato BUS come sorgente di trigger.

Comando SCPI

Il seguente comando imposta la sorgente di trigger su bus:

TRIGger:SOURce BUS

Il comando **MEASure?** e **READ?** sovrascrive il trigger del BUS, attiva il multimetro digitale e restituisce una misurazione.

Il comando **INITiate** cambia lo stato del trigger in stato di attesa del trigger. Le misurazioni inizieranno una volta soddisfatte le condizioni specificate per il trigger.

Star trigger

Lo star trigger può essere applicato solo quando l'unità U2741A è collegata allo chassis dello strumento modulare U2781A e viene utilizzata per attivare unità modulari multiple nello chassis.

Comando SCPI

TRIGger:SOURce STRG

Stato di sincronizzazione

Serve a configurare la sincronizzazione delle unità multiple di U2741A (solo slave) quando viene utilizzato nello chassis dello strumento modulare U2781A. È possibile assegnare un unico master alla volta.

Comando SCPI

CONFigure:SSI {NONE|SLAVE}

Per la descrizione completa e la sintassi di questi comandi consultare la guida *Keysight U2741A Programmer's Reference*.

Funzionamento collegato al sistema

Questa sezione fornisce informazioni su argomenti relativi al sistema come l'esecuzione di una routine di calibrazione e la lettura delle condizioni di errore.

Condizioni di errore

Nella coda degli errori dell'unità U2741A è possibile memorizzare un registro di un massimo di 20 errori. Per ulteriori informazioni sui messaggi di errore consultare la guida di programmazione.

Funzionamento di Keysight Measurement Manager

Quando si verifica un errore durante il funzionamento dell'unità U2741A con KMM viene visualizzata una casella con un messaggio.

QUESTA PAGINA È STATA LASCIATA VOLUTAMENTE BIANCA.

3

Esercitazione sulle misurazioni

Considerazioni sulle misurazioni CC	48
Reiezione del disturbo	49
Considerazioni sulle misurazioni delle resistenze	52
Misurazioni CA	55
Altre funzioni primarie di misurazione	57
Altre sorgenti di errori di misurazione	59

Keysight U2741A è in grado di eseguire misurazioni precise ma per ottenere la massima precisione è necessario eseguire i passaggi necessari per eliminare possibili errori di misurazione. Questo capitolo descrive gli errori più frequenti rilevati nelle misurazioni e offre suggerimenti per aiutare a evitare o a ridurre al minimo questi errori.

Considerazioni sulle misurazioni CC

Errori di EMF termico

Le tensioni termoelettriche sono la sorgente più frequente di errori nelle misurazioni della tensione CC a basso livello. Le tensioni termoelettriche vengono generate quando si effettuano connessioni ai circuiti tramite metalli diversi a varie temperature.

Ogni collegamento da metallo a metallo forma una termocoppia, che genera una tensione proporzionale alla temperatura di giunzione. È opportuno adottare le precauzioni necessarie per ridurre al minimo le tensioni delle termocoppie e le variazioni della temperatura nelle misurazioni della tensione a basso livello. I collegamenti migliori vengono effettuati tramite connettori ad aggirare rame-rame, poiché i terminali di ingresso del multimetro digitale sono in lega di rame. Nella tabella seguente sono riportate le tensioni termoelettriche più comuni per i collegamenti tra metalli diversi.

Tabella 3-1 Tensione termoelettrica per il collegamento di metalli diversi

Rame a -	Circa mV / °C	Rame a -	Circa mV / °C
Lega per saldatura cadmio-stagno	0,2	Alluminio	5
Rame	<0.3	Lega per saldatura stagno-piombo	5
Oro	0,5	Kovar o lega 42	40
Argento	0,5	Silicone	500
Ottone	3	Ossido di rame	1000
Berillio	5		

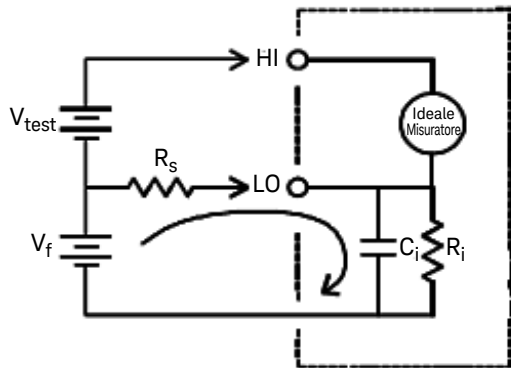
Reiezione del disturbo

Reiezione delle tensioni di disturbo sull'alimentazione

Una proprietà importante dell'integrazione dei convertitori analogico-digitale (A/D) è la loro capacità di respingere il disturbo collegato all'alimentazione e presente sui segnali di ingresso CC. Questa funzione viene chiamata reiezione del disturbo di modo normale o NMR. Il multimetro digitale raggiunge la NMR misurando l'ingresso CC medio "integrandolo" in un numero intero di cicli di alimentazione.

Reiezione di modo comune (CMR)

Idealmente, un multimetro digitale è completamente isolato dai circuiti con riferimento a terra. Tuttavia, c'è una resistenza finita tra il terminale LO di ingresso del multimetro digitale e il collegamento a massa, come indicato di seguito. Questa può produrre degli errori nella misurazione delle basse tensioni floating rispetto alla terra.



V_f = tensione floating

R_s = disequilibrio di resistenza della sorgente DUT

R_i = resistenza dell'isolamento DMM (LO-terra)

C_i = Capacitanza in ingresso del multimetro digitale

$$\text{Errore (v)} = \frac{V_f \times R_s}{R_s + R_i}$$

Figura 3-1 Errore sorgente di modo comune

Disturbo provocato dai circuiti loop magnetici

Se le misurazioni vengono eseguite vicino ai campi magnetici è buona prassi evitare di indurre le tensioni nei collegamenti delle misurazioni. Il conduttore che trasporta alta corrente è una sorgente comune di campo magnetico. È possibile utilizzare collegamenti con cavi a doppino ritorto sul multimetro digitale per ridurre l'area di acquisizione del rumore oppure collocare i puntali di test il più possibile vicini. Anche eventuali puntali di test allentati o vibranti potrebbero indurre tensioni errate. Legare saldamente i puntali di test durante il funzionamento vicino ai campi magnetici. Se possibile utilizzare materiali schermati dai campi magnetici o aumentare la distanza dalle sorgenti magnetiche per ridurre al minimo questo errore.

Disturbo provocato dai ritorni di massa

Nella misurazione delle tensioni nei circuiti in cui il multimetro digitale e il dispositivo sotto test sono entrambi collegati a una terra comune, si forma un ritorno di massa. Come visualizzato nella **Figura 3-2**, qualunque differenza di tensione tra i due punti di riferimento alla terra (V_{terra}) produrrà il flusso di corrente attraverso i puntali di misura. Ciò produce rumore e tensione di offset (generalmente legati all'alimentazione), che vengono aggiunti alla tensione misurata.

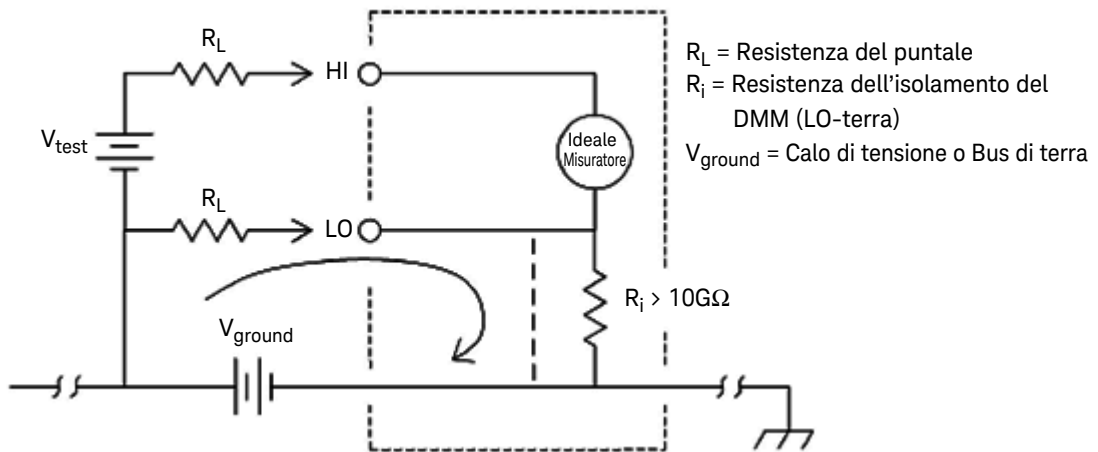


Figura 3-2 Errore indotto dal ritorno di massa

Il modo migliore per eliminare i ritorni di massa è isolare il multimetro digitale dalla terra ma non collegare a massa i terminali di ingresso. Se il multimetro digitale deve essere riferito alla terra, collegarlo, insieme al dispositivo sotto test, allo stesso punto di terra comune. Quando possibile, collegare il multimetro digitale e il dispositivo sotto test alla stessa presa elettrica.

Considerazioni sulle misurazioni delle resistenze

Nella misurazione della resistenza, la corrente di test scorre dal terminale HI di ingresso attraverso il resistore sottoposto a misurazione. Il calo di tensione attraverso il resistore misurato viene rilevato internamente al multimetro digitale. Di conseguenza, viene misurata anche la resistenza del puntale di test.

Gli errori citati precedentemente in questo capitolo per le misurazioni della tensione CC valgono anche per le misurazioni della resistenza. In questo capitolo vengono trattate anche ulteriori sorgenti di errore esclusive delle misurazioni della resistenza.

Misurazioni della resistenza

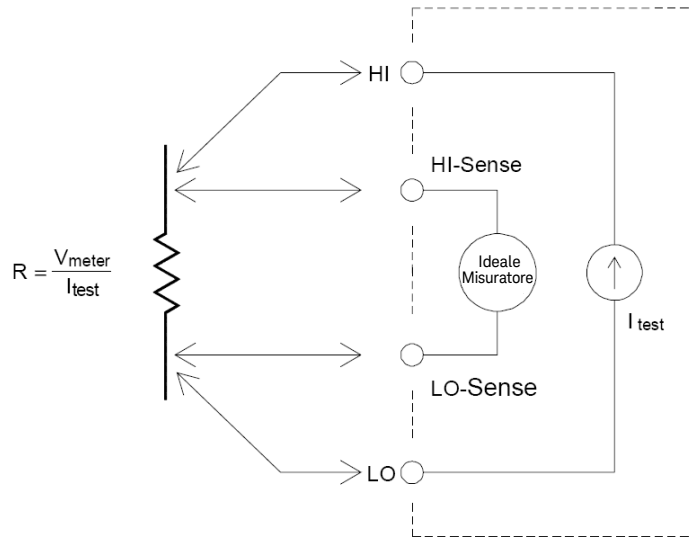
Keysight U2741A dispone di due metodi per la misurazione della resistenza:

Ohm a 2 filie a 4 fili. Per entrambi i metodi, la corrente di test scorre dal terminale HI di ingresso e successivamente attraverso il resistore sottoposto a misurazione. Per gli ohm a 2 fili, il calo di tensione sul resistore oggetto di misurazione viene rilevato internamente al multimetro digitale. Di conseguenza, viene misurata anche la resistenza del puntale di test. Per gli ohm a 4 fili, sono necessari collegamenti di "rilevazione" separati. Poiché nei puntali di rilevazione non scorre alcuna corrente, la resistenza in questi puntali non produce un errore di misurazione.

Gli errori citati precedentemente in questo capitolo per le misurazioni della tensione CC valgono anche per le misurazioni della resistenza. Nelle pagine seguenti vengono trattate ulteriori sorgenti di errore tipiche delle misurazioni della resistenza.

Misurazioni di ohm a 4 fili

Il metodo degli ohm a 4 fili fornisce il modo più preciso di misurazione delle piccole resistenze. Tramite questo metodo vengono ridotte automaticamente le resistenze dei puntali di test e le resistenze di contatto. Gli ohm a quattro fili vengono utilizzati spesso nelle applicazioni di test automatiche, in cui sono presenti cavi di grande lunghezza, numerosi collegamenti o interruttori tra il multimetro digitale e il dispositivo da testare. I collegamenti consigliati per le misurazioni degli ohm a 4 fili sono riportati di seguito.



Eliminazione degli errori di resistenza dei puntali di test

Per eliminare gli errori di offset associati alla resistenza dei puntali di test nelle misurazioni degli ohm a 2 fili seguire i passaggi riportati di seguito.

- 1 Collegare in cortocircuito le punte dei puntali di test. La lettura è la resistenza del puntale di test.
- 2 Fare clic su Null. Il multimetro digitale archivia la resistenza del puntale di test come valore nullo della resistenza a 2 fili e il multimetro digitale sottrae questo valore dal valore delle misurazioni successive.

Riduzione degli effetti di dispersione di potenza

Nelle misurazioni dei resistori destinati alle misurazioni della temperatura (o di altri dispositivi di resistenza con ampi coefficienti di temperatura), tenere presente che il multimetro digitale disperderà una leggera quantità di potenza nel dispositivo testato.

Se la dispersione di potenza rappresenta un problema, è necessario selezionare l'intervallo di misurazione più elevato successivo del multimetro digitale per riportare gli errori a livelli accettabili. La tabella seguente riporta diversi esempi:

Tabella 3-2 Dispersione di potenza per diversi intervalli di resistenza

Intervallo	Corrente di test	DUT potenza a fondoscala
100 Ω	1 mA	100 mW
1 k Ω	0,83 mA	689 mW
10 k Ω	100 mA	100 mW
100 k Ω	10 mA	10 mW
1 M Ω	900 nA	810 nW
10 M Ω	205 nA	420 nW
100 M Ω	205 nA 10 M Ω	35 nW

Errori nelle misurazioni di alte resistenze

Nelle misurazioni di grandi resistenze, possono verificarsi notevoli errori a causa della resistenza dell'isolamento e della pulizia delle superfici. È necessario adottare le precauzioni necessarie per mantenere un sistema di alta resistenza "pulito". I puntali di test e le apparecchiature sono soggette a perdite a causa dell'assorbimento dell'umidità nei materiali isolanti e alle pellicole superficiali "sporche". Il nylon e il PVC sono isolanti relativamente poco efficaci ($10^9 \Omega$) rispetto agli isolanti in politetrafluoroetilene (PTFE) ($10^{13} \Omega$). Eventuali perdite provenienti da isolanti in nylon o in PVC possono contribuire facilmente a un errore dello 0,1% nella misurazione di resistenze da 1 M Ω in condizioni di umidità.

Misurazioni CA



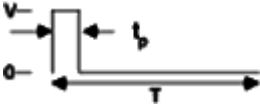
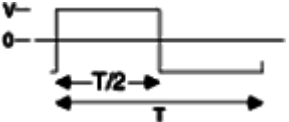
Misurazioni CA del livello RMS reale

I multimetri digitali che rilevano l'RMS reale, come l'unità U2741A, misurano il potenziale di "riscaldamento" di una tensione applicata. La potenza dispersa in una resistenza è proporzionale al quadrato della forma d'onda della tensione. Questo multimetro digitale misura con precisione la tensione o la corrente RMS reale, fintantoché la forma dell'onda contiene un'energia trascurabile oltre all'effettiva larghezza di banda dello strumento.

NOTA

L'unità U2741A utilizza le stesse tecniche per misurare la tensione RMS reale e la corrente RMS reale.

Tabella 3-3 Forme delle forme d'onda e loro parametri

Forma della forma d'onda	Fattore di cresta (CF)	RMS CA	RMS CA + CC
	$\sqrt{2}$	$\frac{V}{\sqrt{2}}$	$\frac{V}{\sqrt{2}}$
	$\sqrt{3}$	$\frac{V}{\sqrt{3}}$	$\frac{V}{\sqrt{3}}$
	$\frac{T}{\sqrt{t_p}}$	$\frac{V}{CF} \times \sqrt{1 - \left(\frac{1}{CF}\right)^2}$	$\frac{V}{CF}$
	1	V	V

Le funzioni della tensione CA e della corrente CA del multimetro digitale misurano il valore RMS reale accoppiato CA, dove viene misurato soltanto il “valore riscaldante” delle sole componenti CA della forma d'onda in ingresso, mentre la componente CC viene respinta. Come riportato nella figura precedente, per le onde sinusoidali, triangolari e quadre, i valori di CA accoppiato e di CA+CC sono uguali, poiché queste forme d'onda non contengono un offset CC. Tuttavia, per le forme d'onda non simmetriche, come le serie di impulsi, esiste un contenuto di tensione CC, che viene respinto dalle misurazioni RMS reali di CA accoppiato di Keysight. Ciò può costituire un notevole vantaggio. Una misurazione di RMS reale accoppiato CA è auspicabile nelle misurazioni di piccoli segnali CA in presenza di ampi offset CC.

Un buon esempio è la misurazione delle ondulazioni CA presenti negli alimentatori CC. In alcune situazioni, tuttavia, si potrebbe voler conoscere il valore RMS reale CA+CC. Questo valore può essere stabilito abbinando i risultati delle misurazioni CC e CA, come indicato di seguito (**Equazione 1**):

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

Per la migliore reiezione del disturbo CA la misurazione CC dovrebbe essere eseguita a 20 NPLC.

Precisione RMS reale e contenuto del segnale ad alta frequenza

Un errore comune è che “poiché un multimetro digitale CA è RMS reale, le specifiche di precisione della sua onda sinusoidale valgono per tutte le forme d'onda.” In effetti, la forma del segnale di ingresso può influire notevolmente sulla precisione della misura, soprattutto quando il segnale di ingresso contiene componenti ad alta frequenza che superano la larghezza di banda dello strumento.

Altre funzioni primarie di misurazione

Errori di misurazione della frequenza

L'unità U2741A utilizza una tecnica di conteggio reciproco per misurare la frequenza. Questo metodo genera una risoluzione di misurazione costante per qualunque frequenza in ingresso. Tutti i contatori di frequenze sono soggetti a errori durante la misurazione dei segnali di bassa tensione, bassa frequenza. Gli effetti della rilevazione del disturbo interno ed esterno sono critici nella misurazione dei segnali "lenti". L'errore è inversamente proporzionale alla frequenza. Gli errori di misurazione si verificano anche se si tenta di misurare la frequenza di un ingresso in seguito a un cambiamento della tensione di offset CC e di conseguenza, è necessario lasciare che l'ingresso del multimetro si stabilizzi completamente prima di eseguire delle misure di frequenza.

Misurazioni della corrente CC

Quando si collega il multimetro digitale in serie con un circuito di test per la misurazione della corrente, viene introdotto un errore di misura. Tale errore è prodotto dalla caduta di tensione in serie del multimetro digitale. Viene sviluppata una tensione attraverso la resistenza dei fili e la resistenza di shunt della corrente del multimetro digitale, come indicato di seguito.

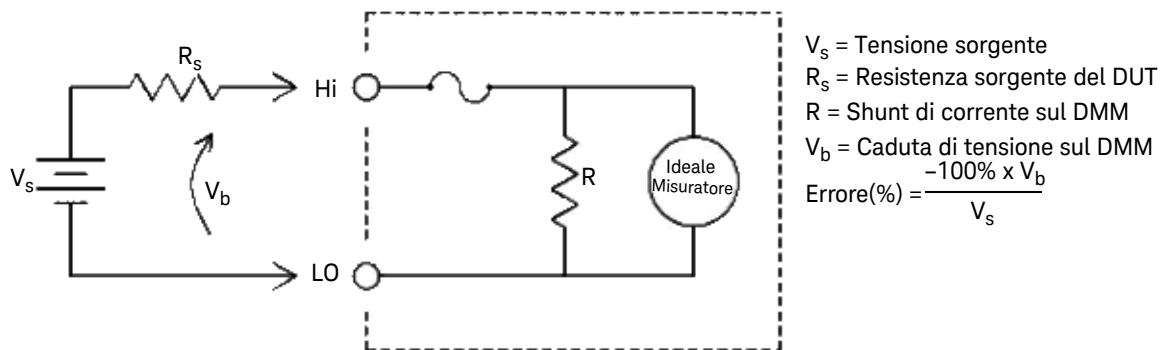


Figura 3-3 Calo di tensione nella misurazione corrente

Altre sorgenti di errori di misurazione

NOTA

Quando il modello U2741A viene utilizzato nello chassis dello strumento modulare USB Keysight, si consiglia di utilizzare la funzione Null per annullare eventuali deviazioni. Come indicato nelle specifiche CC, occorrono 30 minuti di riscaldamento.

Errori di caricamento (volt CA)

Nel funzionamento con tensione CA, l'ingresso del multimetro digitale appare come resistenza a $1\text{ M}\Omega$ in parallelo con 100 pF di capacitanza. Anche i cavi utilizzati per collegare i segnali al multimetro digitale aggiungono capacitanza e carico.

Per le basse frequenze, l'errore di carico è (Equazione 2):

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

Alle alte frequenze, l'ulteriore errore di carico è (Equazione 3):

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

R_s = Resistenza sorgente

F = Frequenza in ingresso

C_{in} = Capacitanza in ingresso (100 pF) più capacitanza del cavo

Misurazioni sotto al fondoscala

È possibile eseguire le misurazioni CA di massima precisione quando il multimetro digitale è in corrispondenza o in prossimità del fondoscala dell'intervallo selezionato. L'autorange si verifica al 10% (intervallo discendente) e al 120% (intervallo ascendente) del fondoscala. Ciò consente di misurare alcuni ingressi a fondoscala su un intervallo e il 10% del fondoscala sull'intervallo superiore successivo. Generalmente, la precisione è maggiore nell'intervallo più basso; per la massima precisione, selezionare l'intervallo manuale più basso possibile per la misura.

Errori di autoriscaldamento ad alta tensione

Se si applicano più di 300 Vrms, si verifica un autoriscaldamento nei componenti interni di condizionamento del segnale del multimetro digitale. Questi errori sono inclusi nelle specifiche del multimetro digitale.

I cambiamenti di temperatura all'interno del multimetro digitale dovuti all'autoriscaldamento possono produrre ulteriori errori su altri intervalli di tensione CA.

Errori di misura della corrente CA (calo di tensione)

Gli errori di calo della tensione, relativi alla corrente CC, valgono anche per le misurazioni della corrente CA. Tuttavia, il calo di tensione per la corrente CA è maggiore a causa dell'induttanza in serie del multimetro digitale e dei collegamenti di misura. Il calo di tensione aumenta parallelamente all'aumento della frequenza. Alcuni circuiti possono oscillare durante l'esecuzione di misure di corrente a causa dell'induttanza in serie del multimetro digitale e dei collegamenti di misura.

Errori di misura a bassi livelli

Nella misurazione di tensioni CA inferiori a 100 mV, tenere presente che queste misurazioni sono particolarmente soggette a errori introdotti da sorgenti di disturbo estranee. Un puntale di test esposto funge da antenna e un multimetro digitale correttamente funzionante misurerà i segnali ricevuti. L'intero percorso di misura, compresa la linea di alimentazione, funge da antenna loop. Le correnti che circolano nel loop creano errori di tensione su qualunque impedenza in serie con l'ingresso del multimetro digitale. Per questo motivo, le basse tensioni CA dovrebbero essere applicate al multimetro digitale tramite cavi schermati. Lo schermo deve essere collegato al terminale LO di ingresso.

Ogni qualvolta è possibile, verificare che il multimetro digitale e la sorgente CA siano collegati alla stessa presa elettrica. Inoltre, si dovrebbe ridurre al minimo l'area di qualunque loop di terra che non può essere evitato. Una sorgente ad alta impedenza è più soggetta a rilevare i disturbi rispetto a una sorgente a bassa impedenza. L'impedenza ad alta frequenza di una sorgente può essere ridotta collocando un condensatore in parallelo con i terminali di ingresso del multimetro digitale. Sarà necessario fare alcuni tentativi per stabilire il valore del condensatore adatto all'applicazione in uso.

I disturbi più estranei non sono correlati al segnale in ingresso. L'errore può essere stabilito nel modo indicato di seguito (**Equazione 4**):

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

Il disturbo correlato, ancorché raro, è particolarmente dannoso e viene sempre aggiunto direttamente al segnale in ingresso. La misurazione di un segnale di basso livello con la stessa frequenza della linea di alimentazione locale è una situazione comune soggetta a questo errore.

4 Caratteristiche e specifiche

Per le caratteristiche e le specifiche del U2741A Multimetro digitale modulare USB, consultare la scheda tecnica all'indirizzo
<http://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/5991-0042EN.pdf>.

QUESTA PAGINA È STATA LASCIATA VOLUTAMENTE BIANCA.

Queste informazioni sono soggette a
modifica senza preavviso.
Consultare sempre la versione
inglese sul sito Web di Keysight per
la revisione più aggiornata.

© Keysight Technologies 2008 – 2021
Edizione 11, febbraio 2021

Stampato in Malesia



U2741-90003

www.keysight.com

Keysight U2741A Multímetro digital modular USB

Notificaciones

Aviso de copyright

© Keysight Technologies 2008 – 2021
Queda prohibida la reproducción total o parcial de este manual por cualquier medio (incluyendo almacenamiento electrónico o traducción a un idioma extranjero) sin previo consentimiento por escrito de Keysight Technologies, de acuerdo con las leyes de copyright estadounidenses e internacionales.

Número de parte del manual

U2741-90004

Edición

11.ª edición, febrero de 2021

Impreso en:

Impreso en Malasia

Publicado por:

Keysight Technologies
1400 Fountaingrove Parkway
Santa Rosa, CA 95403

Licencias tecnológicas

El hardware y el software descritos en este documento se suministran con una licencia y sólo pueden utilizarse y copiarse de acuerdo con las condiciones de dicha licencia.

Declaración de conformidad

Las declaraciones de conformidad de este producto y otros productos Keysight se pueden descargar de Internet. Visite <http://www.keysight.com/go/conformity>. Puede buscar por número de producto la declaración de conformidad más reciente.

Derechos del gobierno estadounidense

El Software es "software informático comercial" según la definición de la Regulación de adquisiciones federales ("FAR") 2.101. De acuerdo con FAR 12.212 y 27.405-3 y el Suplemento FAR del Departamento de Defensa ("DFARS") 227.7202, el gobierno estadounidense adquiere software informático comercial bajo las mismas condiciones que lo suele adquirir el público. Por ende, Keysight suministra el Software al gobierno estadounidense con su licencia comercial estándar, plasmada en el Acuerdo de Licencia de usuario final (EULA), cuya copia se encuentra en <http://www.keysight.com/find/sweula>. La licencia establecida en el EULA representa la autoridad exclusiva por la cual el gobierno estadounidense puede usar, modificar, distribuir y divulgar el Software. El EULA y la licencia allí presentados no exigen ni permiten, entre otras cosas, que Keysight: (1) Suministre información técnica relacionada con software informático comercial o documentación de software informático comercial que no se suministre habitualmente al público; o (2) Ceda o brinde de algún otro modo al gobierno derechos superiores a los brindados habitualmente al público para usar, modificar, reproducir, lanzar, complimentar, mostrar o revelar software informático comercial o documentación de software informático comercial. No se aplica ningún requisito gubernamental adicional no estipulado en el EULA, excepto que las condiciones, los derechos o las licencias se exijan explícitamente a todos los proveedores de software informático comercial de acuerdo con FAR y DFARS, y se especifiquen por escrito en otra parte del EULA. Keysight no tiene ninguna obligación de actualizar, corregir ni modificar de manera alguna el Software. En cuanto a los datos técnicos tal como se definen en FAR 2.101, de acuerdo con FAR 12.211 y 27.404.2 y DFARS 227.7102, el gobierno estadounidense no tiene nada más que los derechos limitados definidos en FAR 27.401 o DFAR 227.7103-5 (c), como corresponde para cualquier dato técnico.

Garantía

El material incluido en este documento se proporciona en el estado actual y puede modificarse, sin previo aviso, en futuras ediciones. Keysight renuncia, tanto como permitan las leyes aplicables, a todas las garantías, expresas o implícitas, relativas a este manual y la información aquí presentada, incluyendo pero sin limitarse a las garantías implícitas de calidad e idoneidad para un fin concreto. Keysight no será responsable de errores ni daños accidentales o derivados relativos al suministro, uso o funcionamiento de este documento o la información aquí incluida. Si Keysight y el usuario tuvieran un acuerdo aparte por escrito con condiciones de garantía que cubran el material de este documento y contradigan estas condiciones, tendrán prioridad las condiciones de garantía del otro acuerdo.

Información de seguridad

PRECAUCIÓN




Un aviso de PRECAUCIÓN indica peligro. Informa sobre un procedimiento o práctica operativa que, si no se realiza o se cumple en forma correcta, puede resultar en daños al producto o pérdida de información importante. En caso de encontrar un aviso de PRECAUCIÓN no prosiga hasta que se hayan comprendido y cumplido totalmente las condiciones indicadas.

ADVERTENCIA

Un aviso de ADVERTENCIA indica peligro. Informa sobre un procedimiento o práctica operativa que, si no se realiza o cumple en forma correcta, podría causar lesiones o muerte. En caso de encontrar un aviso de ADVERTENCIA, interrumpa el procedimiento hasta que se hayan comprendido y cumplido las condiciones indicadas.

Símbolos de seguridad

Los siguientes símbolos del instrumento y de la documentación indican precauciones que deben tomarse para utilizar el instrumento en forma segura.

	Corriente Continua (CC)		Precaución, peligro (consulte este manual para obtener información específica respecto de cualquier Advertencia o Precaución).
	Terminal de conexión (a tierra)		

Información de seguridad general

ADVERTENCIA

- No utilice el dispositivo si está dañado. Antes de utilizar el dispositivo, inspeccione la carcasa. Busque rajaduras o plástico faltante. No utilice el dispositivo cerca de gases explosivos, vapores, polvo, o ambientes húmedos.
 - Siempre utilice el dispositivo con los cables suministrados.
 - Observe todas las leyendas en el dispositivo antes de establecer una conexión.
 - Apague el dispositivo y cierre la aplicación antes de conectar las terminales de Entrada/Salida.
 - Para las reparaciones del dispositivo, utilice únicamente los repuestos especificados.
 - No opere el dispositivo sin la cubierta o si la misma está floja.
 - Utilice sólo el adaptador de alimentación suministrado por el fabricante para evitar peligros inesperados.
 - El rango de tensión de entrada del instrumento es de +12 VDC. Las fluctuaciones de tensión de la alimentación eléctrica de la red no pueden exceder el $\pm 10\%$ de la tensión nominal de alimentación.
-

PRECAUCIÓN

- Si el dispositivo se utiliza de una forma no especificada por el fabricante, la protección del dispositivo puede dañarse.
 - Limpie la caja con un paño suave, apenas húmedo y que no suelte pelusa. No utilice detergentes, líquidos volátiles ni químicos disolventes.
 - No bloquee los orificios de ventilación del dispositivo.
-

Condiciones ambientales

Este instrumento está diseñado para uso en interiores y en un área con baja condensación. La tabla a continuación muestra los requisitos ambientales generales para este instrumento.

Condiciones ambientales	Requisitos
Temperatura	Condiciones de funcionamiento 0 °C a 55 °C
	Condiciones de almacenamiento -40 °C a 70 °C
Humedad	Condiciones de funcionamiento 95 % de HR hasta 40 °C, que disminuye linealmente al 45 % HR a 55 °C (sin condensación) ^[a]
	Condiciones de almacenamiento Hasta 95% HR a 40 °C (sin condensar)
Altitud	Hasta 2000 m
Grado de contaminación	Grado de contaminación 2
Categoría de sobretensión	II

[a] De 40 °C a 55 °C, el % máximo de humedad relativa sigue la línea del punto de rocío constante.





Reglamentación y cumplimiento de los productos

El Multímetro digital modular USB U2741A cumple con los siguientes requisitos de seguridad y de EMC:

- IEC 61010-1/EN61010-1, IEC 61010-2-030/EN61010-2-030
- Canadá: CAN/CSA-C22.2 N.º 61010-1, CAN/CSA-C22.2 N.º 61010-2-030
- Estados Unidos: ANSI/UL Std. N.º 61010-1, ANSI/UL Std. N.º 61010-2-030
- IEC 61326-1/EN61326-1
- Canadá: ICES/NMB-001
- Australia/Nueva Zelanda: AS/NZS CISPR11

Consulte la Declaración de Conformidad para ver las revisiones actuales. Vaya a <http://www.keysight.com/go/conformity> para obtener más información.

Marcas regulatorias

 <p>La marca CE es una marca registrada de la Comunidad Europea. Esta marca CE indica que el producto cumple con todas las Directivas legales europeas relevantes.</p>	 <p>La marca RCM es una marca registrada de la Agencia de Administración del Espectro de Australia. Representa cumplimiento de las regulaciones de EMC de Australia de acuerdo con las condiciones de la Ley de radiocomunicaciones de 1992.</p>
<p>ICES/NMB-001</p> <p>ICES/NMB-001 indica que este dispositivo ISM cumple con la norma canadiense ICES-001. Cet appareil ISM est conforme a la norme NMB-001 du Canada.</p>	 <p>Este instrumento cumple con el requisito de rotulado de la Directiva WEEE (2002/96/EC). Esta etiqueta adosada al producto indica que no se debe desechar este producto eléctrico/electrónico con los desperdicios del hogar.</p>
 <p>La marca CSA es una marca registrada de la Asociación Canadiense de Estándares.</p>	

Directiva 2002/96/EC de equipos electrónicos y eléctricos en los desperdicios (WEEE)

Este instrumento cumple con el requisito de rotulado de la Directiva WEEE (2002/96/EC). Esta etiqueta adosada al producto indica que no se debe desechar este producto eléctrico/electrónico con los desperdicios del hogar.

Categoría del producto:

En cuanto a los tipos de equipos del Anexo 1 de la directiva WEEE, este instrumento se clasifica como "Instrumento de control y supervisión".

A continuación se presenta la etiqueta adosada al producto.



No desechar con desperdicios del hogar

Para devolver este instrumento si no lo desea, comuníquese con la oficina de Keysight Technologies más cercana o visite: <http://about.keysight.com/en/companyinfo/environment/takeback.shtml> para recibir más información.

Soporte para ventas y soporte técnico

Para comunicarse con Keysight y solicitar soporte para ventas y soporte técnico, use los enlaces de soporte de estos sitios web de Keysight:

- www.keysight.com/find/U2741A
(información, soporte y actualizaciones de software y documentación del producto específico)
- www.keysight.com/find/assist
(información de contacto para reparación y servicio en todo el mundo)

Contenidos

	Símbolos de seguridad	3
	Información de seguridad general	4
	Condiciones ambientales	5
	Reglamentación y cumplimiento de los productos	6
	Marcas regulatorias	7
	Directiva 2002/96/EC de equipos electrónicos y eléctricos en los desperdicios (WEEE)	8
	Categoría del producto:	8
	Soporte para ventas y soporte técnico	8
1	Introducción	
	Introducción	16
	Breve descripción del producto	17
	Descripción general del diseño del producto	17
	Dimensiones del producto	19
	Dimensiones sin topes	19
	Dimensiones con topes	20
	Elementos incluidos en la compra estándar	21
	Inspección y mantenimiento	22
	Inspección inicial	22
	Verificación eléctrica	22
	Mantenimiento general	23
	Instalación y configuración	24
	Configuración de los instrumentos	25
	Configuración de las 55 clavijas del conector plano	25
	Instalación del chasis	26
2	Operación y funciones	
	Encendido	28
	Cómo realizar mediciones	29

Medición de Tensión en CC	29
Medición de Tensión en CA	31
Medición de Corriente en CC	32
Medición de Corriente en CA	33
Medición de Resistencia	34
Medición de Frecuencia	36
Prueba de continuidad	37
Comprobación de diodos	38
Medición de Temperatura	39
Restablecimiento del estado del instrumento	40
Cero automático	40
Rango	41
Ajustes predeterminados	42
Disparar el U2741A	43
Operación relacionada con el sistema	45
Condiciones de error	45
3 Tutorial de mediciones	
Consideraciones de Mediciones de CC	48
Rechazo de ruido	49
Consideraciones de las mediciones de resistencia	52
Mediciones CA	55
Otras funciones principales de medición	57
Errores de medición de frecuencia	57
Mediciones de Corriente en CC	57
Otras fuentes de errores de medición	59
4 Características y especificaciones	

Lista de figuras

Figura 1-1	Configuración de clavijas del conector plano de 55 clavijas	25
Figura 3-1	Error de fuente en modo común	49
Figura 3-2	Error inducido por bucle de tierra	51
Figura 3-3	Tensión de carga en mediciones de corriente	58

ESTA PÁGINA SE HA DEJADO EN BLANCO DELIBERADAMENTE.

Lista de tablas

Tabla 1-1	Descripción de las clavijas del conector SSI	25
Tabla 2-1	Resumen de los ajustes predeterminados	42
Tabla 3-1	Tensión termoeléctrica para conexiones de metales diferentes	48
Tabla 3-2	Disipación de alimentación para varios rangos de resistencia	54
Tabla 3-3	Formas de las formas de onda y sus parámetros	55

ESTA PÁGINA SE HA DEJADO EN BLANCO DELIBERADAMENTE.

1 Introducción

Introducción	16
Breve descripción del producto	17
Dimensiones del producto	19
Elementos incluidos en la compra estándar	21
Inspección y mantenimiento	22
Instalación y configuración	24
Configuración de los instrumentos	25

Introducción

El Multímetro digital modular USB U2741A de Keysight es un DMM de 5½ dígitos que puede operar en forma independiente o como una unidad modular cuando se utiliza en un chasis.

El U2741A puede realizar las siguientes mediciones:

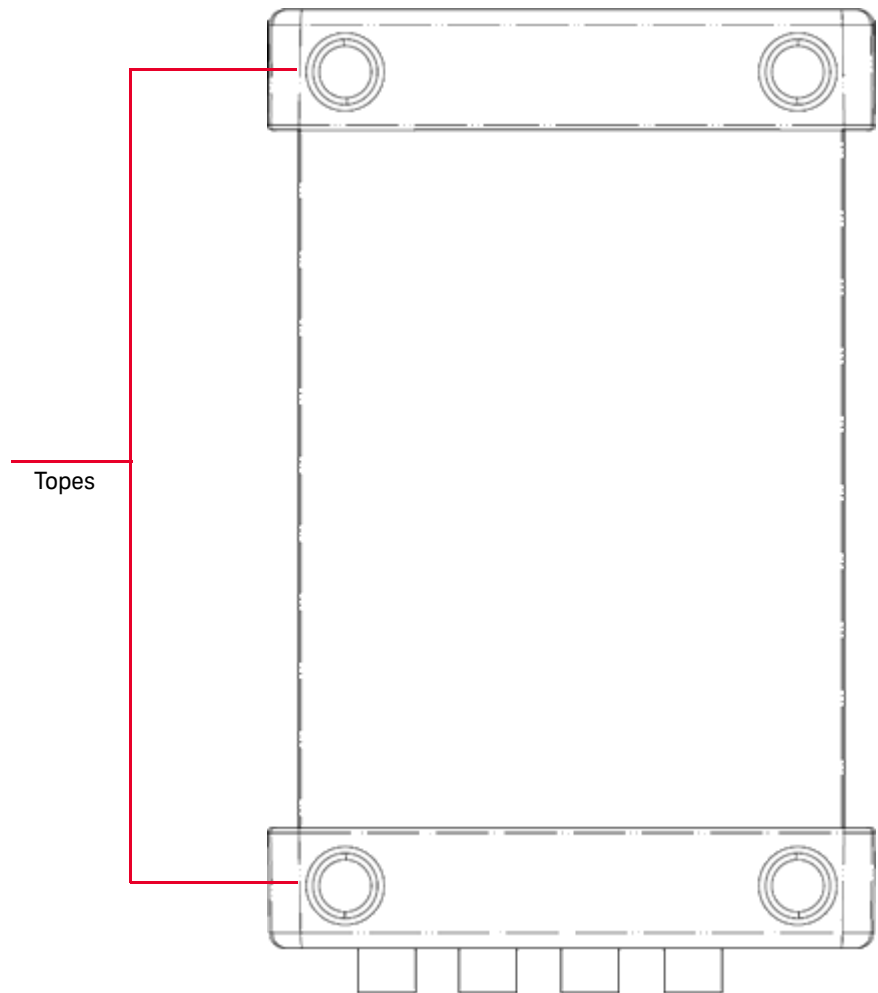
- DC Volt (Tensión continua)
- AC Volt (Tensión alterna)
- DC Current (Corriente continua)
- AC Current (Corriente alterna)
- Resistance (Resistencia)
- Diodo test (Comprobación de diodos)
- Continuity Test (Prueba de continuidad)
- Temperature (Temperatura)

El U2741A se controla en forma remota mediante una interfaz USB a través del software Keysight Measurement Manager. El U2741A también puede programarse mediante los controladores suministrados o a través de los comandos SCPI.

Breve descripción del producto

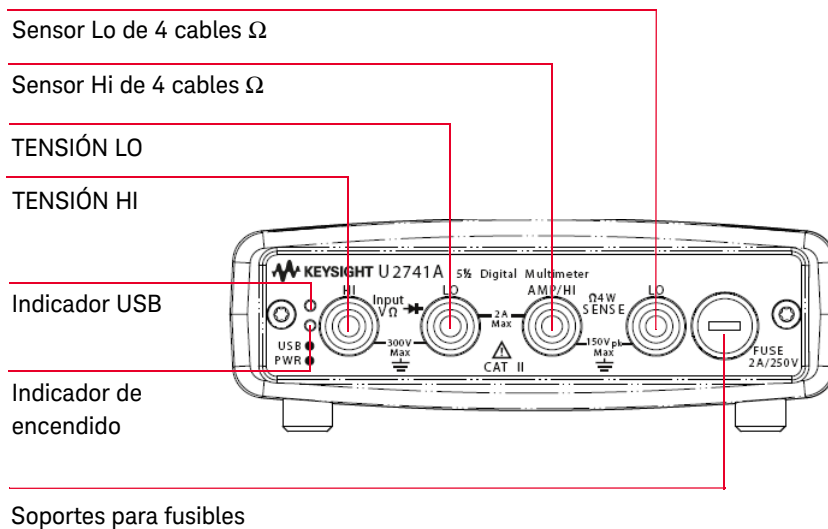
Descripción general del diseño del producto

Vista superior

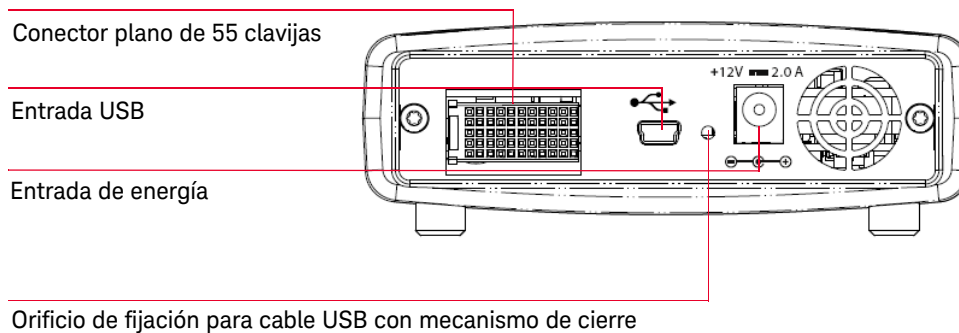


Introducción

Vista frontal



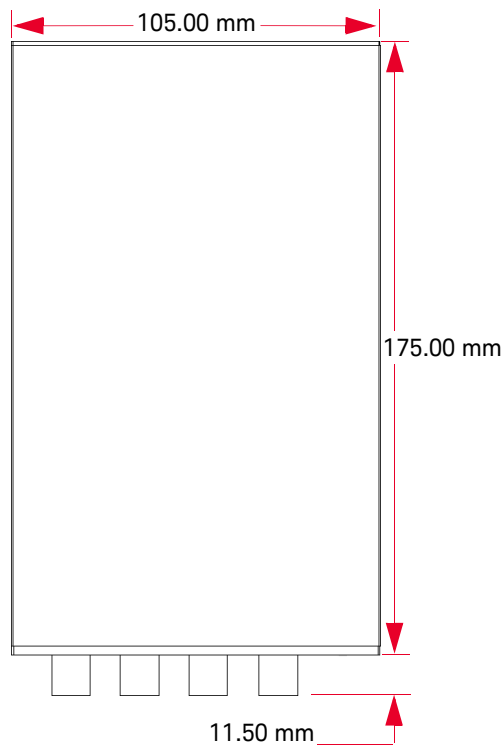
Vista posterior



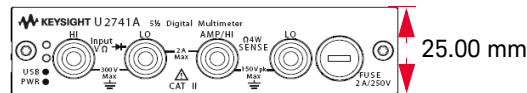
Dimensiones del producto

Dimensiones sin topes

Vista superior

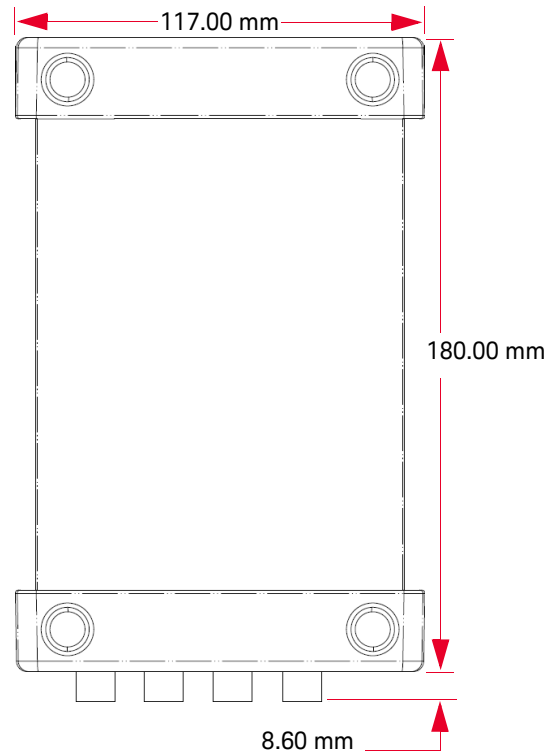


Vista frontal

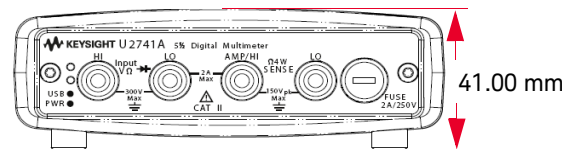


Dimensiones con topes

Vista superior



Vista frontal



Elementos incluidos en la compra estándar

Controle si recibió los siguientes elementos con la unidad. Si algo falta o está dañado, comuníquese con la oficina de ventas de Keysight más cercana.

- ✓ Adaptador de alimentación de CA/CC
- ✓ Cable de alimentación
- ✓ Cables de prueba estándar
- ✓ Cable para interfaz USB Standard-A a Mini-B
- ✓ Kit L-Mount (usado con chasis de instrumentos modulares)
- ✓ Certificado de calibración

Inspección y mantenimiento

Inspección inicial

Cuando reciba su U2741A, inspeccione la unidad para ver si hay algún daño evidente, como terminales rotas o rajaduras, abolladuras y rayones en la carcasa que pueden producirse durante el envío.

En caso de encontrar algún daño, comuníquese de inmediato con la oficina de ventas de Keysight más cercana. El frente de este manual contiene la información sobre la garantía.

Conserve el embalaje original en caso de que deba devolver el U2741A a Keysight en el futuro. Si lleva el U2741A a reparación, adjunte una etiqueta que identifique al dueño y el número de modelo. También incluya una breve descripción del problema.

Verificación eléctrica

Par los procedimientos de verificación, consulte *Keysight U2741A USB Modular DMM Service Guide*. Los procedimientos verificarán con un alto nivel de confianza que el U2741A funcione de acuerdo con las especificaciones.

Mantenimiento general

Mantenimiento general

NOTA

Las reparaciones no mencionadas en los manuales del producto modular sólo debe realizarlas personal calificado.

- 1** Apague el módulo y retire del dispositivo el cable de alimentación y el de E/S.
- 2** Retire el módulo de la carcasa de protección.
- 3** Sacuda cualquier tipo de suciedad que pudo haberse acumulado en el módulo.
- 4** Limpie el modulo con un trapo seco e instale la protección nuevamente en su lugar.

Instalación y configuración

Siga las instrucciones paso a paso que se muestran en la *Guía de inicio rápido de los sistemas y productos modulares USB de Keysight* para empezar con los preparativos y las instalaciones de su U2741A.

NOTA

Debe instalar el controlador IVI-COM si va a utilizar el U2741A con Keysight VEE Pro, LabVIEW, o Microsoft® Visual Studio®.

Configuración de los instrumentos

Configuración de las 55 clavijas del conector plano

El conector plano de 55 clavijas se utiliza cuando el módulo U2741A se coloca en el chasis de instrumentos modulares USB U2781A. Para obtener más detalles, consulte la *Keysight U2781A USB Modular Instrument Chassis User's Guide*.

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	+12 V	+12 V	GND	C
nBPUB	CLK10M	GND	STAR_TRIG	GA2	GA1	GA0	NC	+12 V	+12 V	+12 V	B
NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	+12 V	+12 V	+12 V	A
11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	

Figura 1-1 Configuración de clavijas del conector plano de 55 clavijas

Tabla 1-1 Descripción de las clavijas del conector SSI

Señal de temporización SSI	Función
GND	Tierra
NC	No conectada
VBUS	Regeneración de alimentación de bus USB
USB_D+, USB_D-	Par diferencial de USB
TRIG0~TRIG7	Bus de disparador
+12 V	Alimentación de +12 V con corriente de 4 A
nBPUB	Detección de entrada de USB plano

Tabla 1-1 Descripción de las clavijas del conector SSI (continúa)

Señal de temporización SSI	Función
CLK10M	Fuente de reloj de 10 MHz
STAR_TRIG	Disparador estrella
GA0, GA1, GA2	Clavija de dirección geográfica

Instalación del chasis

El kit L-Mount debe instalarse en su módulo U2741A.

A continuación se describen procedimientos sencillos para instalar el kit L-Mount y su módulo en el chasis.

- 1** Abra el paquete del kit L-Mount.
- 2** Retire el modulo U2741A de la carcasa de protección.
- 3** Con un destornillador Phillips, ajuste el kit L-Mount a su módulo U2741A.
- 4** Inserte su módulo U2741A en el chasis U2781A con el conector plano de 55 clavijas ubicado en la parte inferior del módulo.
- 5** Una vez colocado el módulo en el chasis, ajuste los tornillos del kit L-Mount para asegurar la conexión.

2 Operación y funciones

Encendido	28
Cómo realizar mediciones	29
Restablecimiento del estado del instrumento	40
Ajustes predeterminados	42
Disparar el U2741A	43
Operación relacionada con el sistema	45

Este capítulo contiene instrucciones acerca de cómo configurar el Multímetro digital modular USB U2741A para realizar operaciones de medición, utilizando el panel frontal del software o enviando comandos SCPI de manera remota mediante la interfaz USB.

Encendido

Tome nota de lo siguiente cuando encienda el U2741A.

- El U2741A sólo puede operarse a través de una interfaz USB.
- Antes de poder controlar el U2741A, debe instalar el controlador de hardware e IO Libraries Suite 14.2 o superior. Ambos se incluyen con la compra del U2741A. Consulte la *Guía de inicio rápido de los sistemas y productos modulares USB de Keysight* para el procedimiento de instalación.
- En el panel frontal del U2741A, hay dos indicadores LED. Consulte el [Capítulo 1, “Descripción general del diseño del producto”](#) en la página 17.
- El indicador de encendido se ilumina cuando se enciende el U2741A. Si hay un error del sistema, parpadeará.
- El indicador USB sólo parpadeará cuando haya intercambio de datos entre el U2741A y la PC.

Puede controlar su U2741A mediante el KMM para U2741A o mediante comandos SCPI enviados a través de la interfaz USB desde sus propios programas.

El dispositivo U2741A de Keysight cumple con las normas y convenciones de sintaxis de los comandos SCPI.

Puede determinar la versión del idioma SCPI del U2741A enviando el comando **SYSTem:VERSion?** desde la interfaz remota.

Para obtener una descripción completa de la sintaxis SCPI del U2741A, consulte *Keysight U2741A Programmer's Reference*.

Cómo realizar mediciones

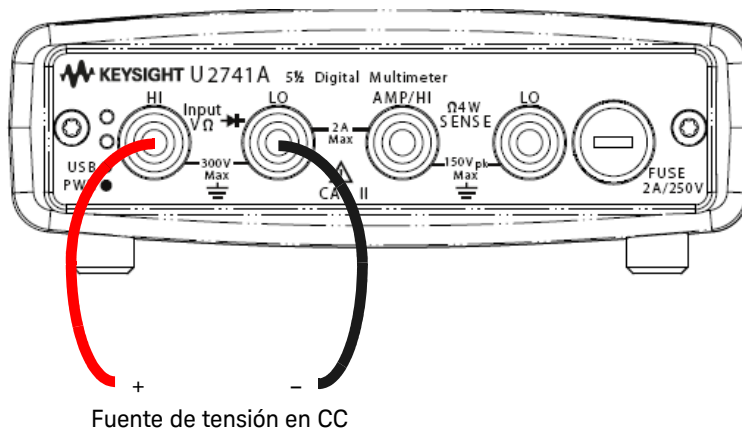
Las siguientes páginas muestran cómo realizar mediciones y cómo seleccionar las operaciones de medición desde el panel frontal para cada operación de medición.

Medición de Tensión en CC

La función de medición de Tensión en CC posee las siguientes características:

- Se puede seleccionar entre cinco rangos: 100 mV, 1 V, 10 V, 100 V y 300 V, o rango automático.
- La impedancia de entrada es 10 M Ω para todos los rangos (típico).
- La protección de entrada es 300 V en todos los rangos (terminal HI).

Realice la conexión como se muestra a continuación.



Operación de Keysight Measurement Manager

Seleccione la función **DCV** (tensión en CC) y el rango deseado. Se debe seleccionar un rango acorde para obtener la mejor resolución de la medición. La lectura se muestra y actualiza constantemente.

Comandos SCPI

Los siguientes ejemplos muestran cómo realizar una medición de tensión en CC utilizando comandos SCPI.

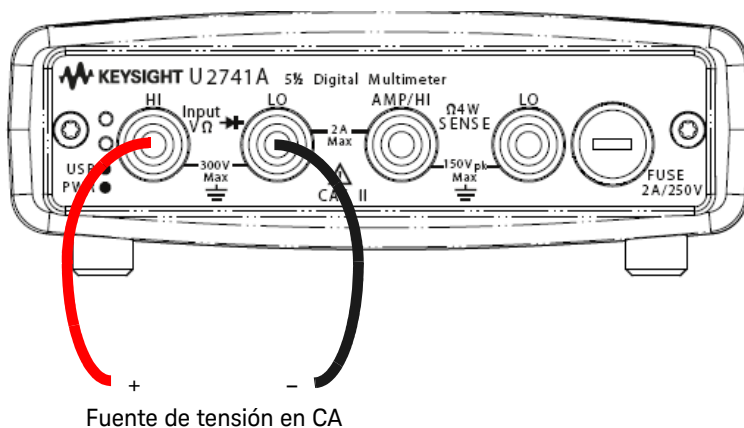
MEASure[:VOLTage]:DC?

Medición de Tensión en CA

La función de medición de tensión en CA posee las siguientes características:

- Se puede seleccionar entre cinco rangos: 100 mVrms, 1 Vrms, 10 Vrms, 100 Vrms, y 250 Vrms, o rango automático.
- Mide los rms reales acoplados a CA.
- Mide dentro de la precisión estipulada a un factor de cresta de 5:1 como máximo (en escala completa).
- La impedancia de entrada es de $1\text{ M}\Omega \pm 2\%$ en paralelo con menos de 120 pF de capacitancia en todos los rangos.

Realice la conexión como se muestra a continuación.



Operación de Keysight Measurement Manager

Seleccione la función **ACV** (tensión en CA) y el rango deseado. Se debe seleccionar un rango acorde para obtener la mejor resolución de la medición. La lectura se muestra y actualiza constantemente.

Comandos SCPI

Los siguientes ejemplos muestran cómo realizar una medición de tensión en CA utilizando comandos SCPI.

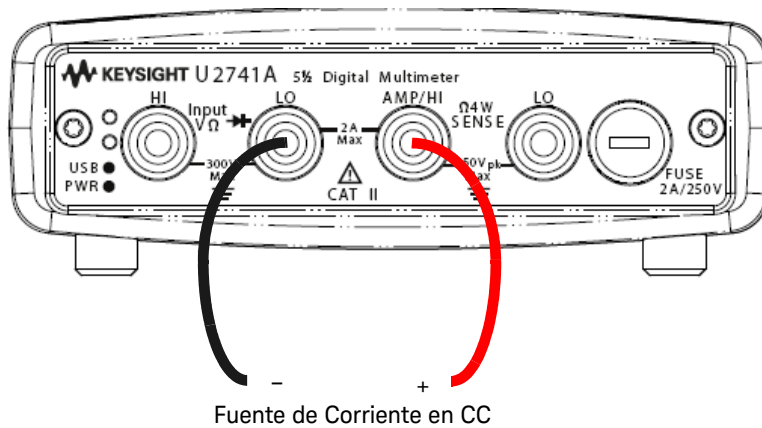
MEASure[:VOLTage]:AC?

Medición de Corriente en CC

La función de medición de corriente en CC posee las siguientes características:

- Se puede seleccionar entre tres rangos: 10 mA, 100 mA, 1 A y 2 A o, rango automático.
- El fusible de protección de entrada es de 2 A, y el rango de tensión es de 250 V en todos los rangos.

Realice la conexión como se muestra a continuación.



Operación de Keysight Measurement Manager

Seleccione la función **DCI** y el rango deseado. Se debe seleccionar un rango acorde para obtener la mejor resolución de la medición. La lectura se muestra y actualiza constantemente.

Comandos SCPI

Los siguientes ejemplos muestran cómo realizar una medición de corriente en CC utilizando comandos SCPI.

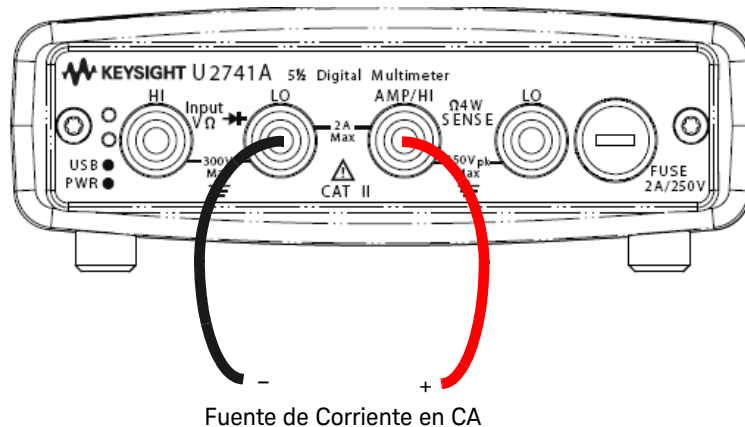
MEASure:CURRent[:DC]?

Medición de Corriente en CA

La función de medición de corriente en CA posee las siguientes características:

- Se puede seleccionar entre tres rangos: 10 mA, 100 mA, 1 A y 2 A o, rango automático.
- Mide el valor de los rms reales.

Realice la conexión como se muestra a continuación.



Operación de Keysight Measurement Manager

Seleccione la función **ACI** y el rango deseado. Se debe seleccionar un rango acorde para obtener la mejor resolución de la medición. La lectura se muestra y actualiza constantemente.

Comandos SCPI

Los siguientes ejemplos muestran cómo realizar una medición de corriente en CA utilizando comandos SCPI.

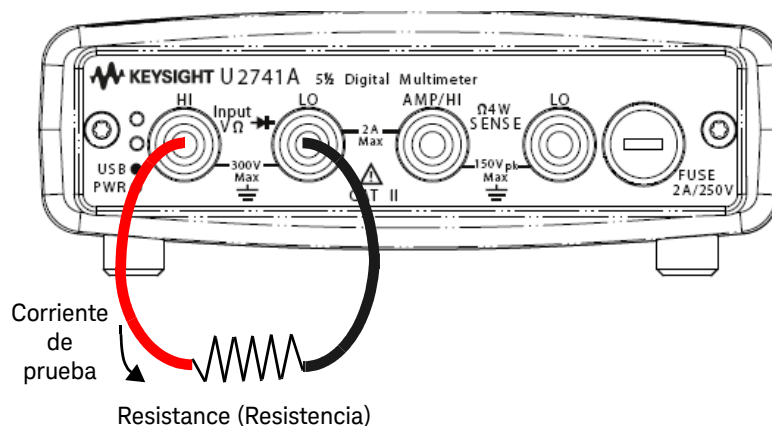
MEASure:CURRent:AC?

Medición de Resistencia

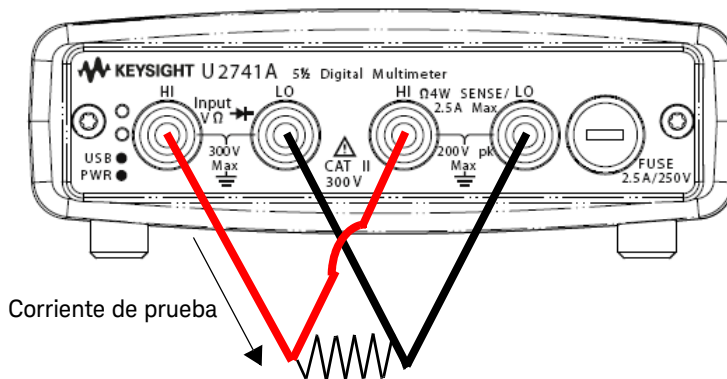
La función de medición de resistencia posee las siguientes características:

- Se puede seleccionar entre siete rangos: 100 Ω , 1 k Ω , 10 k Ω , 100 k Ω , 1 M Ω , 10 M Ω , y 100 M Ω o, rango automático.
- Admite mediciones de resistencia de dos y cuatro cables.
- La tensión de circuito abierto se limita a menos de 4.5 V en todos los rangos.

La imagen a continuación muestra una conexión de dos cables para la medición de resistencia.



La imagen a continuación muestra una conexión de cuatro cables para la medición de resistencia.



Operación de Keysight Measurement Manager

Seleccione la función de **2 cables Ω** y el rango deseado para la medición de resistencia con dos cables. Seleccione la función de **4 cables Ω** y el rango deseado para la medición de resistencia con cuatro cables. Se debe seleccionar un rango acorde para obtener la mejor resolución de la medición. La lectura se muestra y actualiza constantemente.

Comandos SCPI

Los siguientes ejemplos muestran cómo realizar una medición de resistencia utilizando comandos SCPI.

Dos cables: **MEASure:RESistance?**

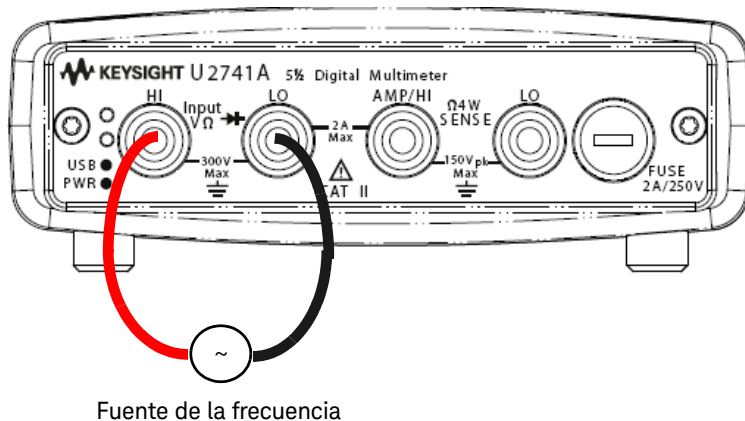
Cuatro cables: **MEASure:FRESistance?**

Medición de Frecuencia

La función de medición frecuencia posee las siguientes características:

- El rango se basa en la amplitud de la señal.
- Utiliza una técnica de conteo recíproco como método de medición.
- Puede establecerse el tiempo de control a 0.1 ó 1 segundo de la señal de entrada.

Realice la conexión como se muestra a continuación.



Operación de Keysight Measurement Manager

Seleccione la función **Freq** y el rango deseado. La lectura se muestra y actualiza constantemente.

Comandos SCPI

Los siguientes ejemplos muestran cómo realizar una medición de frecuencia utilizando comandos SCPI.

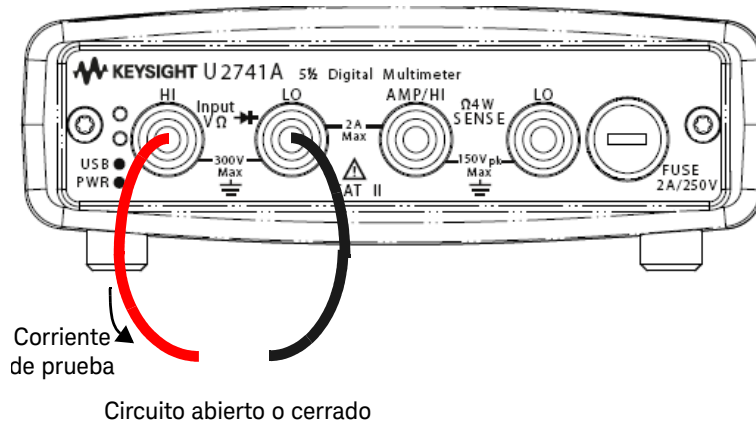
MEASure:FREQuency?

Prueba de continuidad

La función de prueba de continuidad posee las siguientes características:

- Utiliza una fuente de corriente constante de 1 mA \pm 0.2%.
- La tensión del circuito abierto se limita a menos de 4.5 V en todos los rangos.
- El umbral de Continuidad se fija en 10 Ω .
- El tiempo de respuesta es de 60 muestras por segundo.

Realice la conexión como se muestra a continuación.



Operación de Keysight Measurement Manager

Seleccione la función **Cont-))**. La lectura se muestra y actualiza constantemente.

Comandos SCPI

Los siguientes ejemplos muestran cómo realizar una medición de prueba de continuidad utilizando comandos SCPI.

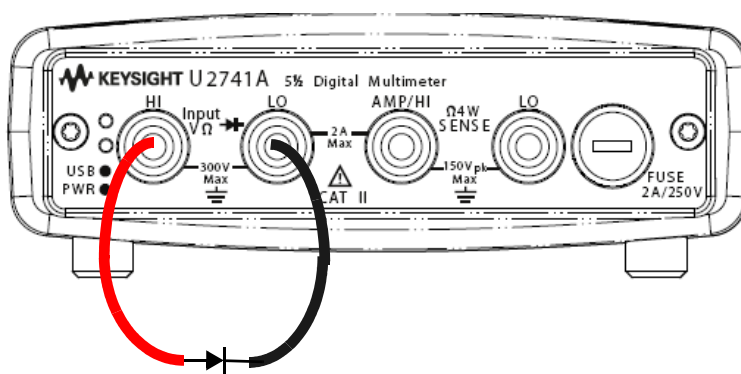
MEASure:CONTinuity?

Comprobación de diodos

La función de comprobación de diodos posee las siguientes características:

- Utiliza una fuente de corriente constante de $1\text{ mA} \pm 0.2\%$.
- La tensión del circuito abierto se limita a menos de 4.5 V en todos los rangos.
- El tiempo de respuesta es de 60 muestras por segundo.

Realice la conexión como se muestra a continuación.



Polarización directa

Operación de Keysight Measurement Manager

Seleccione la función **Diode** \rightarrow \rightarrow . La lectura se muestra y actualiza constantemente.

Comandos SCPI

Los siguientes ejemplos muestran cómo realizar una medición de comprobación de diodos utilizando comandos SCPI.

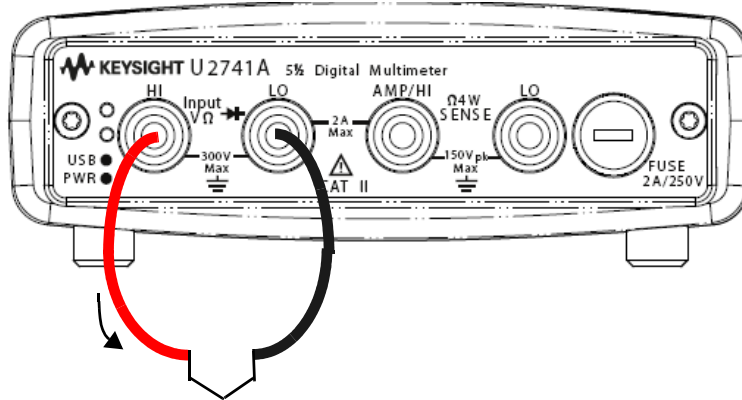
MEASure:DIODE?

Medición de Temperatura

La función de medición de temperatura posee las siguientes características:

- El rango de la medición depende del tipo de sensor de temperatura utilizado. Para obtener especificaciones detalladas de los sensores de temperatura consulte la [Capítulo 4, “Características y especificaciones”](#).
- Las mediciones se encuentran en rango automático para sondas de resistencia térmica de 5 k Ω .
- Admite el sensor de resistencia térmica.

Realice la conexión como se muestra a continuación.



Sensor de resistencia térmica

Operación de Keysight Measurement Manager

Seleccione la función **Temp** y el tipo de termopar que utilizará. La lectura se muestra y actualiza constantemente.

Comandos SCPI

Los siguientes ejemplos muestran cómo realizar una medición de temperatura utilizando comandos SCPI.

MEASure:TEMPerature? THER //Se utiliza para las mediciones de resistencia térmica

Restablecimiento del estado del instrumento

El U2741A guarda de manera automática la última configuración cada vez que se produce un corte de electricidad y cuando se lo vuelve a encender se reinicia en este último estado.

Cero automático

Cuando se *activa* la función cero automático, el DMM internamente desconecta la señal de entrada tras cada medición y vuelve a la *medición cero*. Luego sustrae la medición cero de la lectura que precede. Esto evita que la tensión de compensación presente en el circuito de entrada del DMM afecte la precisión de la medición.

Esto solamente se aplica a las mediciones de tensión en CC, corriente en CC, ohms de dos cables y de temperatura.

Comandos SCPI

Los siguientes comandos se utilizan para establecer la función cero automático:

VOLTage:CERO:AUTO {OFF|ON}

CURRent:CERO:AUTO {OFF|ON}

RESistance:CERO:AUTO {OFF|ON}

TEMPerature:CERO:AUTO {OFF|ON}

Rango

Puede permitir que el DMM automáticamente seleccione el rango usando *rango automático* o puede seleccionar un rango fijo usando *rango manual*. Es conveniente utilizar el rango automático ya que el DMM selecciona de manera automática el rango adecuado para cada medición. Sin embargo puede utilizar el rango manual para realizar mediciones más rápidas, ya que el DMM no debe determinar qué rango utilizar para cada medición.

- Umbrales del rango automático:

Rango menor a: <10% del rango

Rango mayor a: >120% del rango

- En el rango manual, si la señal de entrada es superior a lo que el rango presente puede medir, el DMM ofrece una indicación de sobrecarga: “9.9E+37” desde la interfaz remota. Para el rango automático, el DMM ofrece una indicación de sobrecarga “9.9E+37” si la señal de entrada es superior al rango de medición más alto.
- El rango para pruebas de continuidad (rango de 1 k Ω) y para comprobación de diodo (rango de 1 Vcc con una salida de fuente de corriente de 1 mA) es fijo.

Comandos SCPI

Puede configurar el rango utilizando cualquiera de los siguientes comandos:

```
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}
```

Ajustes predeterminados

La tabla a continuación resume los ajustes del U2741A tal como se los recibe de fábrica, al encenderse o tras recibir el comando *RST mediante la interfaz remota USB.

Tabla 2-1 Resumen de los ajustes predeterminados

Parámetro	Configuración de fábrica	Encendido/Restauración
Configuración de medición		
Función	DCV	DCV
Rango	AUTO	AUTO
Resolución	5½ dígitos	5½ dígitos
Unidad de temperatura	°C	Configuración del usuario
Operación de disparo		
Origen del disparo	Disparo Auto	Disparo Auto
Operación relacionada con el sistema		
Memoria al apagarse	Desactivado	Configuración del usuario
Estados almacenados	0-10 eliminados	Sin cambio
Lectura del búfer de salida	Eliminada	Eliminada
Cola de error	Eliminada	Eliminada
Eliminar estado al encender	Activado	Configuración del usuario
Estado de los registros, máscaras y filtros de transición	Eliminada	Eliminado en el estado encendido, eliminar activado
Calibración		
Estado de la calibración	Seguro	Configuración del usuario
Valor de la calibración	0	Sin cambio
Cadena de calibración	Eliminada	Sin cambio

Disparar el U2741A

Al encenderse, la fuente de disparo predeterminada es inmediata. Para realizar una medición, siga los pasos a continuación:

- Configure el U2741A seleccionando la función, el rango, resolución, etc.
- Especifique la fuente de disparo del DMM. Puede seleccionar un disparo de bus de software o un disparo interno inmediato (fuente de disparo predeterminada).
- Asegúrese de que el U2741A se encuentre en el estado aguardar disparo, para aceptar un disparo desde la fuente especificada.

Disparo inmediato

En el modo de disparo inmediato, la señal de disparo siempre está presente. Cuando coloca al U2741A en el estado Aguardar disparo, el disparo sucede de manera inmediata. Esta es la fuente de disparo predeterminada.

Comando SCPI

El siguiente comando configura la fuente de disparo a inmediata:

TRIGger:SOURce IMMEDIATE

Disparo de bus de software

El modo disparo de bus se inicia al enviar un comando de disparo de bus, luego de seleccionar BUS como la fuente de disparo.

Comando SCPI

El siguiente comando configura la fuente de disparo a bus:

TRIGger:SOURce BUS

Los comandos **MEASure?** y **READ?** sobrescriben el disparo BUS y disparan el DMM, de allí se obtiene una medición.

El comando **INITiate** cambia el estado del disparo a Aguardar disparo. Las mediciones comenzarán cuando las condiciones del disparo especificado sean satisfactorias.

Disparo estrella

El disparo estrella sólo se utiliza cuando el U2741A está conectado en el chasis de instrumentos modulares U2781A. Se utiliza para disparar unidades modulares múltiples en el chasis.

Comando SCPI

TRIGger:SOURce STRG

Estado de sincronización

Sirve para configurar la sincronización de unidades U2741A múltiples (únicamente slave) cuando se utiliza en el chasis de instrumentos modulares U2781A. Sólo se puede asignar un master por vez.

Comando SCPI

CONFigure:SSI {NONE|SLAVE}

Consulte *Keysight U2741A Programmer's Reference* para obtener una descripción completa de la sintaxis de dichos comandos.

Operación relacionada con el sistema

Esta sección ofrece información acerca de temas relacionados con el sistema, tales como realizar una calibración automática de rutina y leer condiciones de errores.

Condiciones de error

Se puede almacenar un registro de hasta 20 errores en la cola de errores del U2741A. Consulte la guía de programación para obtener más información sobre los mensajes de error.

Operación de Keysight Measurement Manager

Aparecerá un mensaje cuando se produzca un error mientras se opera el U2741A con el KMM.

ESTA PÁGINA SE HA DEJADO EN BLANCO DELIBERADAMENTE.

3 Tutorial de mediciones

Consideraciones de Mediciones de CC	48
Rechazo de ruido	49
Consideraciones de las mediciones de resistencia	52
Mediciones CA	55
Otras funciones principales de medición	57
Otras fuentes de errores de medición	59

El dispositivo U2741A de Keysight puede realizar mediciones precisas, pero para poder lograr la mejor precisión, debe realizar los pasos necesarios a fin de eliminar los errores potenciales de medición. Este capítulo describe los errores más comunes encontrados en las mediciones y ofrece sugerencias para ayudarlo a evitar dichos errores o minimizarlos.

Consideraciones de Mediciones de CC

Errores de EMF térmicos

La tensión termoeléctrica es una de las fuentes más comunes de errores en mediciones de tensión en CC a bajo nivel. La tensión termoeléctrica se genera cuando realiza conexiones de circuitos con diferentes metales y temperaturas.

Cada empalme de metales forma un termopar, que genera una tensión proporcional a la temperatura del empalme. Debe tomar las precauciones necesarias a fin de minimizar la tensión del termopar y las variaciones de temperatura en las mediciones de tensión de bajo nivel. Las mejores conexiones se forman utilizando conexiones de cobre con cobre enruladas, ya que las terminales de entrada del DMM son de aleación de cobre. La tabla a continuación muestra las tensiones termoeléctricas más comunes para las conexiones entre metales diferentes.

Tabla 3-1 Tensión termoeléctrica para conexiones de metales diferentes

Cobre a -	Aproximado. mV /°C	Cobre a -	Aproximado. mV/°C
Soldadura cadmio-estaño	0.2	Aluminio	5
Cobre	<0.3	Soldadura estaño-plomo	5
Oro	0.5	Kovar o aleación 42	40
Plata	0.5	Silicona	500
Bronce	3	Cobre-Óxido	1000
Berilio	5		

Rechazo de ruido

Rechazo de tensión de ruidos de la entrada de alimentación

Una propiedad importante de integrar los conversores analógicos a digital (A/D), es su capacidad para rechazar el ruido relacionado con la entrada de alimentación que se presenta en las señales de entrada de CC. Se lo denomina rechazo del ruido en modo normal, o NMR. El DMM logra el NMR midiendo la entrada promedio de CC "integrándola" en un número entero de ciclos de entrada de alimentación.

Rechazo de modo común (CMR)

De manera ideal, un DMM debe estar aislado completamente de los circuitos con referencia a tierra. Sin embargo, hay una resistencia finita entre la terminal LO de entrada del DMM y la toma a tierra, tal como se describe a continuación. Esto puede causar errores al medir bajas tensiones que están flotando en relación con la toma a tierra.

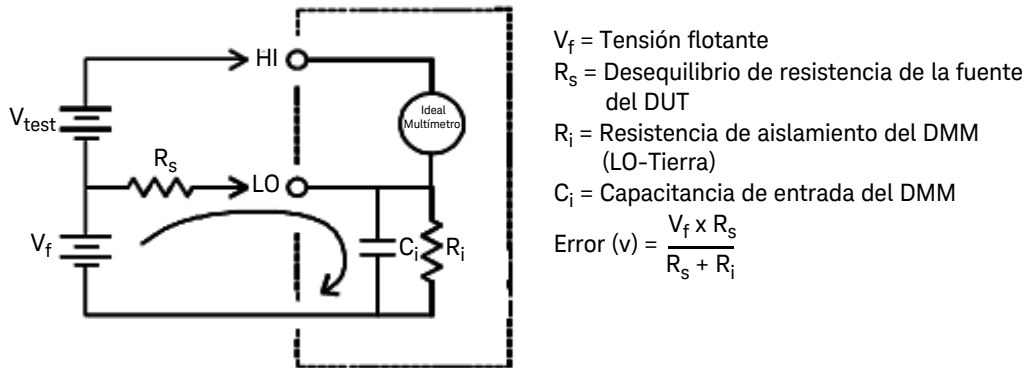


Figura 3-1 Error de fuente en modo común

Ruido causado por bucles magnéticos

Si está realizando mediciones cerca de campos magnéticos, se recomienda evitar inducir tensión en las conexiones de medición. Un conductor que lleva alta corriente es una fuente común de campos magnéticos. Puede utilizar conexiones de cables de par trenzados al DMM para reducir el área de bucle de entrada de ruido, o colocar los cables de prueba tan cerca como sea posible. Los cables de prueba flojos o que vibran también provocan errores de tensión. Ate los cables de prueba de manera segura cuando opere cerca de campos magnético. Cuando sea posible, utilice materiales de protección magnética, o aumente la distancia desde la fuente magnética a fin de minimizar el error.

Ruido causado por bucle de tierra

Al medir la tensión en circuitos en donde el DMM y el dispositivo en prueba se referencian a una conexión a tierra común, se forma un bucle de tierra. Tal como se muestra in la [Figura 3-2](#), cualquier diferencia de tensión entre los dos puntos de referencia a tierra (V_{ground}) harán que la corriente fluya a través de los cables de medición. Esto ocasiona ruido y tensión de compensación (generalmente relacionados con la entrada de alimentación), que se agregan a la tensión medida.

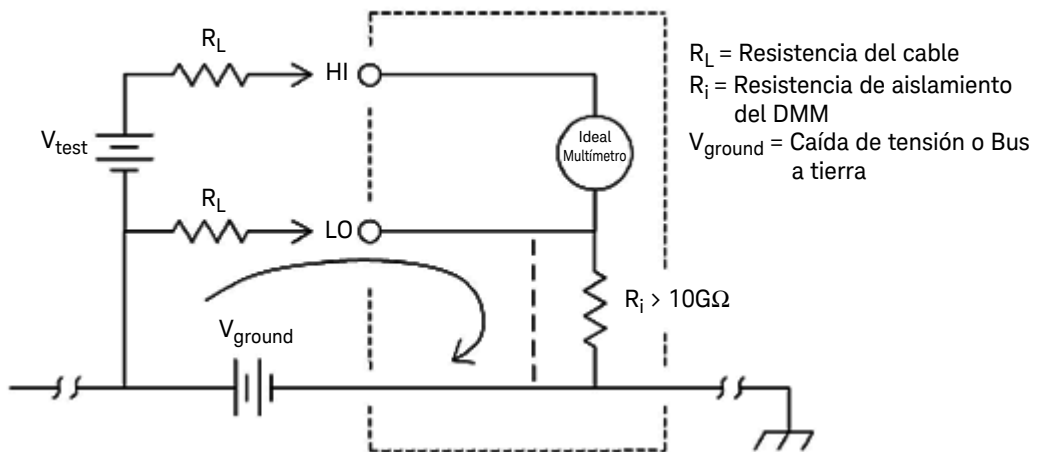


Figura 3-2 Error inducido por bucle de tierra

La mejor manera de eliminar bucles a tierra es aislar el DMM de la tierra, para ello es preciso no conectar a tierra las terminales de entrada. Si el DMM debe tener referencia a tierra, conéctelo junto con el dispositivo en prueba al mismo punto de conexión a tierra común. También conecte el DMM junto con el dispositivo en prueba a la misma toma eléctrica si es posible.

Consideraciones de las mediciones de resistencia

Al medir resistencia, la corriente de prueba fluye desde la terminal de entrada HI a través de la resistencia que se está midiendo. El DMM siente de manera interna la caída de tensión a lo largo de la resistencia que se está midiendo. Por lo tanto, también se mide la resistencia del cable de prueba.

El error mencionado anteriormente es este capítulo para las mediciones de tensión en CC también se aplican a las mediciones de resistencia. Acá se discuten fuentes adicionales de error únicamente para las mediciones de resistencia.

Mediciones de resistencia

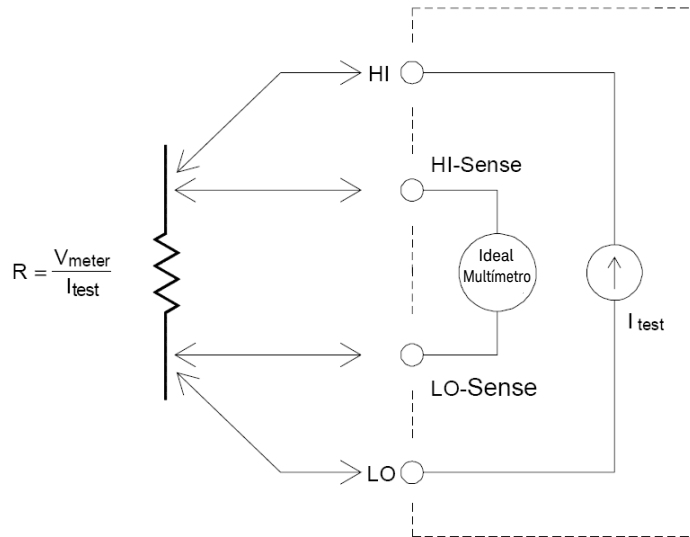
El U2741A de Keysight ofrece dos métodos para medir resistencia:

Ohms de dos cables y de cuatro cables. En ambos métodos, la corriente de prueba fluye desde la terminal de entrada HI y luego a través de la resistencia que se está midiendo. En los ohms de dos cables, el DMM siente de manera interna la caída de tensión a lo largo de la resistencia que se está midiendo. Por lo tanto, también se mide la resistencia del cable de prueba. Para los ohms de cuatro cables, se requieren conexiones separadas "del sensor". Debido a que no fluye corriente en los cables del sensor, la resistencia en dichos cables no ofrece un error en la medición.

El error mencionado anteriormente es este capítulo para las mediciones de tensión en CC también se aplican a las mediciones de resistencia. En las siguientes páginas se discuten fuentes adicionales de error únicamente para las mediciones de resistencia.

Mediciones de Ohms de cuatro cables

El método de Ohms de cuatro cables ofrece la manera más precisa de medir pequeñas resistencias. Al utilizar este método, las resistencias del cable de prueba y las resistencias del contacto se reducen automáticamente. El método de Ohms de cuatro cables se utiliza frecuentemente en aplicaciones de prueba automática en donde hay cables de gran longitud, numerosas conexiones o interruptores, entre el DMM y el dispositivo en prueba. A continuación se muestran las conexiones recomendadas para Ohms de cuatro cables.



Eliminación de errores de resistencia del cable de prueba

Para eliminar los errores de compensación asociados a la resistencia del cable de prueba en mediciones ohms de dos cables, siga los pasos a continuación.

- 1** Acorte las puntas de los cables de prueba. La lectura es la resistencia del cable de prueba.
- 2** Haga clic en Null (nulo). El DMM guarda la resistencia del cable de prueba como el valor nulo de resistencia de dos cables. Luego el DMM restará dicho valor del valor de las mediciones siguientes.

Reducción de los efectos de disipación de alimentación

Al medir resistencias diseñadas para mediciones de temperatura (u otros dispositivos de resistencia con grandes coeficientes de temperatura), sepa que el DMM disipará parte de la alimentación en el dispositivo en prueba.

Si la disipación de la alimentación es un problema, debe seleccionar el rango de medición próximo más alto del DMM a fin de reducir los errores a niveles aceptables. La siguiente tabla muestra varios ejemplos:

Tabla 3-2 Disipación de alimentación para varios rangos de resistencia

Rango	Corriente de prueba	DUT alimentación a escala completa
100 Ω	1 mA	100 mW
1 k Ω	0.83 mA	689 mW
10 k Ω	100 mA	100 mW
100 k Ω	10 mA	10 mW
1 M Ω	900 nA	810 nW
10 M Ω	205 nA	420 nW
100 M Ω	205 nA 10 M Ω	35 nW

Errores en mediciones de resistencia alta

Cuando mide grandes resistencias, es posible que ocurran errores importantes debido a la resistencia de aislación y la limpieza de la superficie. Debe tomar las medidas necesarias para mantener "limpio" el sistema de alta resistencia. Los cables y aparatos de prueba son susceptibles a la fuga de energía debido a la absorción de humedad en los materiales aislantes y la película de "suciedad" en la superficie. El Nailon y el PVC son aislantes de baja calidad ($10^9 \Omega$) si se los compara con aislantes de Politetrafluoretileno (PTFE) ($10^{13} \Omega$). La fuga de los aislantes de nailon o PVC pueden contribuir a un error de 0.1% al medir resistencias de 1 M Ω en condiciones húmedas.

Mediciones CA




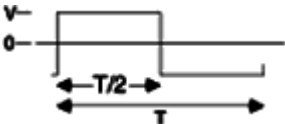
Mediciones de RMS reales en CA

Los RMS reales que responden al DMM, como el U2741A, miden el "calentamiento" potencial de un voltaje aplicado. La disipación de energía en la resistencia es proporcional al cuadrado de la forma de onda de tensión. Este DMM mide de manera precisa los valores RMS reales de tensión o corriente, siempre y cuando la forma de la onda contenga energía insignificante sobre el ancho de banda efectivo del instrumento.

NOTA

El U2741A utiliza las mismas técnicas para medir valores RMS reales de tensión y corriente.

Tabla 3-3 Formas de las formas de onda y sus parámetros

Formas de las formas de onda	Factor de cresta (CF)	RMS CA	RMS CA+CC
	$\sqrt{2}$	$\frac{V}{\sqrt{2}}$	$\frac{V}{\sqrt{2}}$
	$\sqrt{3}$	$\frac{V}{\sqrt{3}}$	$\frac{V}{\sqrt{3}}$
	$\frac{T}{\sqrt{t_p}}$	$\frac{V}{CF} \times \sqrt{1 - \left(\frac{1}{CF}\right)^2}$	$\frac{V}{CF}$
	1	V	V

Las funciones de tensión y corriente en CA del DMM miden el valor RMS real acoplado a CA, en donde sólo se mide el "valor de calentamiento" de los componentes CA de la forma de onda de entrada, al tiempo que se rechaza el componente CC. Como se ve en la figura arriba, para las ondas sinusoides, triangulares y cuadradas los valores acoplados a CA y CA+CC son iguales, ya que dichas formas de onda no contienen compensación CC. Sin embargo, para las formas de onda no simétricas, como ser los trenes de pulso, hay un contenido de tensión en CC, el cual es rechazado por las mediciones RMS reales acopladas a CA de Keysight. Esto puede acarrear un beneficio significativo. Se espera una medición de valores RMS reales acoplados de CA cuando se miden señales de CA pequeñas en la presencia de grandes compensaciones de CC.

Un excelente ejemplo es medir las ondas CA que se encuentran en los suministros de alimentación de CC. Hay situaciones, sin embargo, en donde es posible que desee conocer los valores RMS reales de CA+CC. Puede determinar este valor al combinar resultados de mediciones CC y CA, tal como se muestra a continuación (**Ecuación 1**):

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

Para obtener un rechazo de ruido CA óptimo, debe realizar mediciones CC a 20 NPLC.

Precisión de RMS reales y contenido de la señal de alta frecuencia

Una mala interpretación común es que "debido a que un DMM CA es un dispositivo RMS real, las especificaciones de precisión de su onda sinusoide se aplican a todas las formas de onda". En realidad, la forma de la señal de entrada puede afectar en gran medida la precisión de la medición, especialmente cuando la señal de entrada contiene componentes de alta frecuencia que exceden el ancho de banda del instrumento.

Otras funciones principales de medición

Errores de medición de frecuencia

El U2741A utiliza una técnica de conteo recíproco para medir la frecuencia. Este método genera una resolución de medición constante para cualquier señal de entrada. Todos los contadores de frecuencia son susceptibles a errores al medir señales de frecuencia y voltaje bajos. Los efectos, tanto de la entrada de ruido interno como externo, son crítico al medir señales "lentas". El error es inversamente proporcional a la frecuencia. Los errores de medición también ocurren si intenta medir la frecuencia de una entrada luego de un cambio de tensión en la compensación CC, y por lo tanto, debe permitir que la entrada del DMM se estabilice por completo antes de realizar mediciones de frecuencia.

Mediciones de Corriente en CC

Cuando conecta el DMM en serie con un circuito de prueba para medir corriente, se introduce un error de medición. Este error se produce por la tensión de carga en las series del DMM. Se desarrolla una tensión en la resistencia del cableado y la resistencia de corriente derivada del DMM, tal como se muestra a continuación.

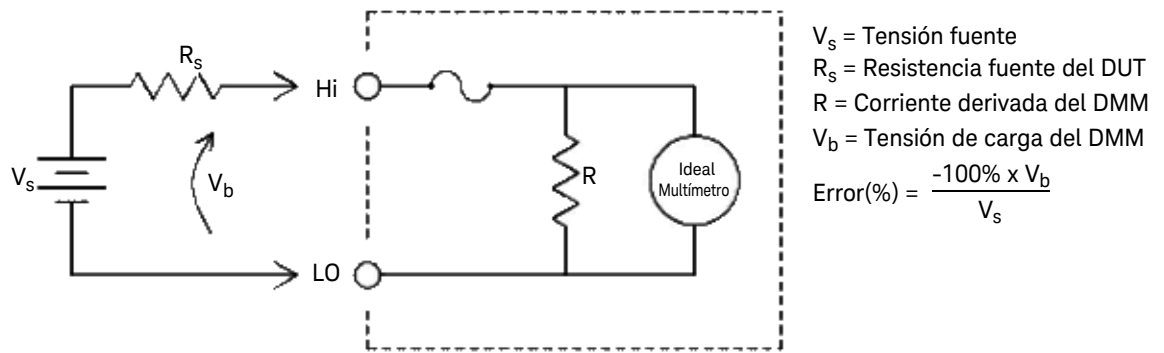


Figura 3-3 Tensión de carga en mediciones de corriente

Otras fuentes de errores de medición

NOTA

Cuando se utiliza en el chasis del instrumento modular USB de Keysight, se recomienda utilizar la función nula del U2741A para anular cualquier compensación. Se necesita un proceso de 30 minutos de calentamiento como se indica en la especificación de CC.

Errores de carga (voltios en CA)

En la función de tensión en CA, la entrada del DMM aparece como una resistencia de 1 MΩ en paralelo con 100 pF de capacitancia. Los cables que utiliza para conectar señales al DMM también agregan capacitancia y carga.

Para frecuencias bajas, el error de carga es (Ecuación 2):

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

Para frecuencias altas, el error de carga adicional es (Ecuación 3):

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

R_s = Resistencia fuente

F = Frecuencia de entrada

C_{in} = Capacitancia de entrada (100 pF) Capacitancia del cable Plus

Mediciones por debajo de la escala completa

Puede realizar las mediciones CA más precisas cuando el DMM se encuentra en o cerca de la escala completa del rango seleccionado. El rango automático se produce al 10% (rango bajo) y 120% (rango alto) de la escala completa. Esto le permite medir algunas entradas en escala completa en un rango y el 10% de la escala completa en el próximo rango más alto. En general, la precisión es mejor en el rango bajo. Para obtener la mejor precisión seleccione el rango manual más bajo posible para la medición.

Errores por alta tensión y auto calentamiento

Si aplica más de 300 Vrms, se produce un auto calentamiento en los componentes de acondicionamiento de señal internos del DMM. Estos errores se incluyen en las especificaciones del DMM.

La temperatura cambia dentro del DMM debido a que el auto calentamiento puede provocar un error adicional en otros rangos de tensión en CA.

Errores en las mediciones de corriente en CA (tensión de carga)

Los errores de tensión de carga, que se aplican a la corriente en CC, también pueden aplicarse a las mediciones de corriente en CA. Sin embargo, la tensión de carga para la corriente en CA es superior debido a la inductancia de las series del DMM y sus conexiones de medición. La tensión de carga aumenta a medida que la frecuencia de entrada aumenta. Algunos circuitos pueden oscilar cuando realizan mediciones debido a la inductancia de las series del DMM y sus conexiones de medición.

Errores de mediciones en niveles bajos

Al medir tensiones en CA inferiores a 100 mV, tenga en cuenta que dichas mediciones son especialmente susceptibles a errores introducidos por fuentes de ruidos extrañas. Un cable de prueba expuesto actúa como una antena y un DMM que funciona correctamente medirá las señales recibidas. La ruta de medición completa, incluyendo la entrada de alimentación, actúa como una antena de bucle. Las corrientes que circulan en el bucle crean errores en la tensión en cualquier impedancia en serie con la entrada del DMM. Por esta razón, debe aplicarle al DMM una tensión en CA de bajo nivel mediante cables protegidos. Debe conectar la protección a la terminal de entrada LO.

Asegúrese de que el DMM y la fuente de CA estén conectados a la misma toma eléctrica de ser posible. También debe reducir el área de cualquier bucle de tierra que no pueda evitar. A una fuente de impedancia alta es más susceptible a recibir ruido que una fuente de impedancia baja. Puede reducir la impedancia de alta frecuencia de una fuente, colocando un capacitor en paralelo a las terminales de entrada del DMM. Quizá deba experimentar para determinar el valor del capacitor correcto para su aplicación.

El ruido más extraño no se correlaciona con la señal de entrada. Puede determinar el error como se muestra a continuación (Ecuación 4):

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

Ruido correlacionado, siempre que sea extraño, es especialmente perjudicial. El ruido correlacionado siempre se agrega directamente a la señal de entrada. Medir una señal de nivel bajo con la misma frecuencia que la entrada de alimentación local es una situación común que puede producir este error.

4 Características y especificaciones

Para obtener información sobre las características y las especificaciones del U2741A Multímetro digital modular USB, consulte la hoja de datos en <http://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/5991-0042EN.pdf>.

ESTA PÁGINA SE HA DEJADO EN BLANCO DELIBERADAMENTE.

Esta información está sujeta a cambios sin previo aviso. Siempre consulte la versión en inglés en el sitio web de Keysight, ya que es la más reciente.

© Keysight Technologies 2008 – 2021
11.ª edición, febrero de 2021

Impreso en Malasia



U2741-90004

www.keysight.com