# Keysight U2500A Series USB Simultaneous Sampling Multifunction Data Acquisition Devices

KEYSIGHT TECHNOLOGIES

User's Guide

NOTICE: This document contains references to Agilent Technologies. Agilent's former Test and Measurement business has become Keysight Technologies. For more information, go to **www.keysight.com.**



# Notices

## Copyright Notice

© Keysight Technologies 2007-2020

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.

## Trademarks

Pentium is a U.S. registered trademark of Intel Corporation.

Microsoft, Visual Studio, Windows, and MS Windows are trademarks of Microsoft Corporation in the United States and/or other countries.

## Manual Part Number

U2541-90011

## Edition

Edition 10, October 2020

## 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”) 227.7202, 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

| | | | |
|---|---|---|---|
|  | Direct current |  | On (Supply) |
|  | Alternating current |  | Off (Supply) |
|  | Both direct and alternating current |  | Equipment protected throughout by double insulation or reinforced insulation |
|  | Three-phase alternating current |  | Caution, risk of electric shock |
|  | Earth (ground) terminal |  | Caution, hot surface |
|  | Protective conductor terminal |  | Caution, risk of danger (See note.) |
|  | Frame or chassis terminal |  | In position of a bi-stable push control |
|  | Equipotentiality |  | Out position of a bi-stable push control |

# General Safety Information

The following general safety precautions must be observed during all phases of this instrument. Failure to comply with these precautions or with specific warnings elsewhere in this manual violates safety standards of design, manufacture, and intended use of the instrument. Keysight Technologies, Inc. assumes no liability for the customer's failure to comply with these requirements.

**WARNING**

- Do not use the device if it is damaged. Before you use the device, inspect the case. Look for cracks or missing plastic. Do not operate the device around explosive gas, vapor, dust, or wet environments.
- Do not apply more than the rated voltage (as marked on the device) between terminals, or between terminal and external ground.
- Always use the device with the cables provided.
- Observe all markings on the device before connecting to the device.
- Turn off the device and application system power before connecting to the I/O terminals.
- When servicing the device, use only specified replacement parts.
- Do not operate the device with the removable cover removed or loosened.
- Do not connect any cables and terminal block prior to performing self-test process.
- Use only the power adapter supplied by the manufacturer to avoid any unexpected hazards.
- Mains supply voltage fluctuations are not to exceed 10% of the nominal supply voltage.

**CAUTION**

- Do not load the output terminals above the specified current limits. Applying excessive voltage or overloading the device will cause irreversible damage to the circuitry.
- Applying excessive voltage or overloading the input terminal will damage the device permanently.
- If the device is used in a manner not specified by the manufacturer, the protection provided by the device may be impaired.
- Always use dry cloth to clean the device. Do not use ethyl alcohol or any other volatile liquid to clean the device.
- 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 conditions | Requirements |
|---|---|
| Operating temperature | 0 °C to +55 °C |
| Operating humidity | 15% to 85% RH non-condensing |
| Storage temperature | –20 °C to 70 °C |
| Altitude | Up to 2,000 m |
| Pollution degree | 2 |
| Installation category | II |

**NOTE**

The U2500A Series USB Simultaneous Sampling Multifunction Data Acquisition Devices complies with the following safety and EMC requirements.

- IEC 61010-1:2001/EN 61010-1:2001
- Canada: CAN/CSA-C22.2 No.61010-1-04
- USA: ANSI/UL 61010-1: 2004
- IEC 61326-1:2002/EN 61326-1:1997+A1:1998+A2:2001+A3:2003
- CISPR 11: 1990/EN55011:1990 – Group 1 Class A
- Canada: ICES-001: 2004
- Australia/New Zealand: AS/NZS CISPR11:2004

Refer to the Declaration of Conformity for current revision. Go to http://www.keysight.com/go/conformity for more information.

# Regulatory Markings

| | | | |
|---|---|---|---|
| CE ISM 1-A | 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. | C US | The CSA mark is a registered trademark of the Canadian Standards Association. A CSA mark with the indicators "C" and "US" means that the product is certified for both the U.S. and Canadian markets, to the applicable American and Canadian standards. |
| **ICES/NMB-001** | ICES/NMB-001 indicates that this ISM device complies with Canadian ICES-001. |  | The RCM mark is a registered trademark of the Australian Communications and Media Authority. |

## 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/U2500A
  (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 . . . . . 5
General Safety Information . . . . . 6
Environmental Conditions . . . . . 8
Regulatory Markings . . . . . 9
Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) Directive 2002/96/EC . . . . . 10
Product category: . . . . . 10
Sales and Technical Support . . . . . 10

1 Getting Started

Introduction to U2500A Series DAQ Devices . . . . . 18
Product Overview . . . . . 19
Product outlook . . . . . 19
Product dimensions . . . . . 20
Terminal Block Overview . . . . . 21
Standard Purchase Items Checklist . . . . . 22
Software Installation . . . . . 23
L-Mount Kit Installation . . . . . 24
General Maintenance . . . . . 26
Additional Information . . . . . 27
Hardware verification . . . . . 27
Sample code . . . . . 28

2 Connector Pins Configuration

Introduction . . . . . 30
Connector Pins Configuration for U2531A/U2541A/U2542A . . . . . 31
55-pin Connector (J1) Pins Configuration . . . . . 33

3 Features and Functions

Features Overview . . . . . 36

Analog Input Operation Mode . . . . . 37
A/D data conversion . . . . . 44
AI data format . . . . . 48
Analog Output Operation Mode . . . . . 50
D/A reference voltage . . . . . 53
AO data format . . . . . 54
Digital I/O . . . . . 56
General Purpose Digital Counter . . . . . 59
Trigger Sources . . . . . 65
Trigger types . . . . . 66
Digital trigger . . . . . 70
Analog trigger . . . . . 70
SCPI Programming Examples . . . . . 74
Analog input . . . . . 74
Analog output . . . . . 77

4 Characteristics and Specifications

5 Calibration
Self-Calibration . . . . . 82

# List of Figures


Figure 2-1 Connector in vertical view . . . . . .30
Figure 2-2 Connector in horizontal view . . . . . .30
Figure 2-3 Pins configuration for U2531A/U2541A/U2542A . . . .31
Figure 2-4 Connector (J1) 55-pin . . . . . .33
Figure 3-1 Functional block diagram of U2500A series DAQ device 38
Figure 3-2 General purpose digital counter I/O of U2500A series DAQ device . . . . . .56
Figure 3-3 General purpose digital counter . . . . . .59
Figure 3-4 Totalizer mode . . . . . .60
Figure 3-5 Pre-trigger . . . . . .66
Figure 3-6 Middle-trigger . . . . . .67
Figure 3-7 Post-trigger . . . . . .68
Figure 3-8 Delay-trigger . . . . . .69
Figure 3-9 Positive and negative edge of digital trigger . . . . . .70
Figure 3-10 Above high trigger condition . . . . . .71
Figure 3-11 Below low trigger condition . . . . . .72
Figure 3-12 Window trigger condition . . . . . .73
Figure 5-1 Launch the Interactive IO in Keysight Connection Expert 83
Figure 5-2 Interactive IO dialog box . . . . . .84
Figure 5-3 Self Calibration Form dialog box in Keysight Measurement Manager . . . . . .85
Figure 5-4 Self Calibration Form dialog box in Keysight Measurement Manager with a device being selected . . . . . .86
Figure 5-5 Self Calibration Form dialog box in Keysight Measurement Manaer showing the status and resultof the self-calibration process . . . . . .86

THIS PAGE HAS BEEN INTENTIONALLY LEFT BLANK.

# List of Tables


Table 2-1 Pins legend for U2531A/U2541A/U2542A . . . . . .32
Table 2-2 U2500A series J1 connector pin assignment . . . . . .33
Table 2-3 U2500A series J1 connector legend . . . . . .34
Table 3-1 Analog input operation overview . . . . . .38
Table 3-2 Analog input range and digital code output for bipolar . 48
Table 3-3 Analog input range and digital code output for unipolar 48
Table 3-4 Analog input range and digital code output for bipolar . 49
Table 3-5 Analog input range and digital code output for unipolar 49
Table 3-6 Analog output operation overview . . . . . .50
Table 3-7 Digital code and voltage output table for bipolar setting (U2531A, U2541A and U2542A) . . . . . .55
Table 3-8 Digital code and voltage output table for unipolar setting (U2531A, U2541A and U2542A) . . . . . .55
Table 3-9 Trigger type for single-shot acquisition of continuous mode . . . . . .65
Table 3-10 Trigger type for continuous acquisition of continuous mode . . . . . .65

THIS PAGE HAS BEEN INTENTIONALLY LEFT BLANK.

# 1 Getting Started

Introduction to U2500A Series DAQ Devices 18
Product Overview 19
Terminal Block Overview 21
Standard Purchase Items Checklist 22
Software Installation 23
L-Mount Kit Installation 24
General Maintenance 26
Additional Information 27

This chapter contains instructions on how to get started with the U2500A series DAQ devices that includes a system requirement check, installations of the device's hardware and software, and launching of the Keysight Measurement Manager application software.

# Introduction to U2500A Series DAQ Devices

The Keysight U2500A Series USB Simultaneous Sampling (SS) Multifunction Data Acquisition (DAQ) is a high performance and user friendly device. It can be used as a standalone unit or as a modular unit. However, if used as modular unit, the module needs to be installed in the Keysight U2781A USB modular instrument chassis. The U2500A series consists of three models:

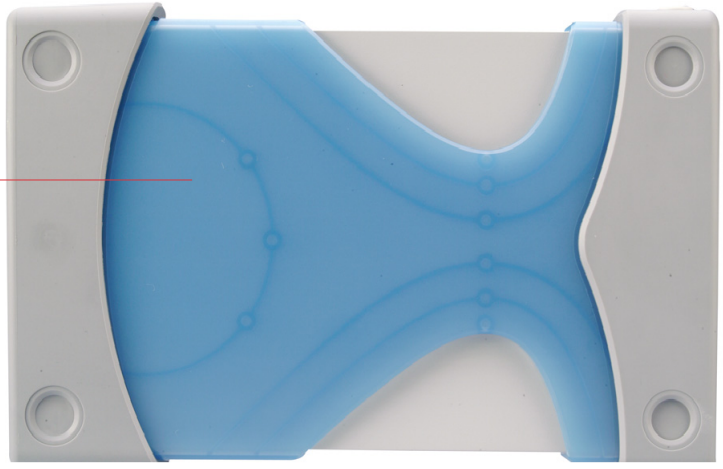
- U2531A: 4 channel SS multifunction DAQ 14 bits 2 MSa/s
- U2541A: 4 channel SS multifunction DAQ 16 bits 250 kSa/s
- U2542A: 4 channel SS multifunction DAQ 16 bits 500 kSa/s

The U2500A series DAQ devices are compatible with a wide range of Application Development Environment (ADE), such as Keysight VEE, LabVIEW, MATLAB, and Microsoft Visual Studio. Bundled with the purchase of every device is an easy-to-use application software, the Keysight Measurement Manager.

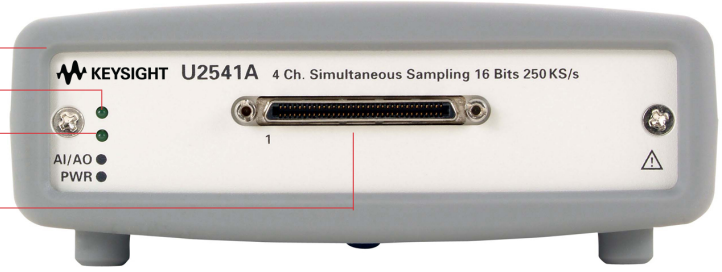
# Product Overview

## Product outlook

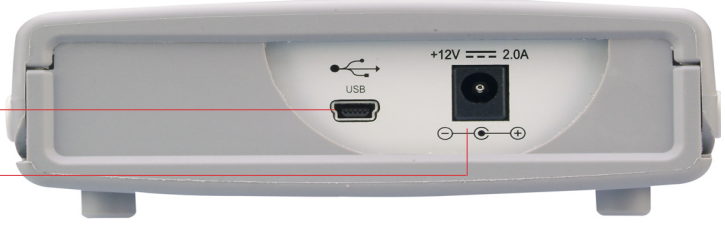
### Top view




### Front view



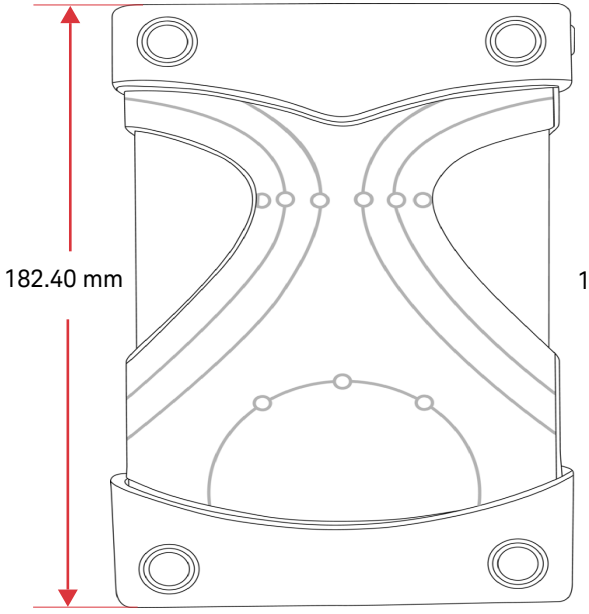

### Rear view



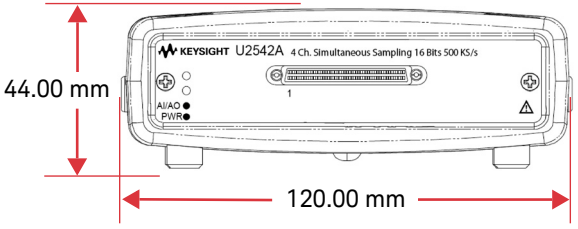
## Product dimensions

**With plastic casing**

Top view

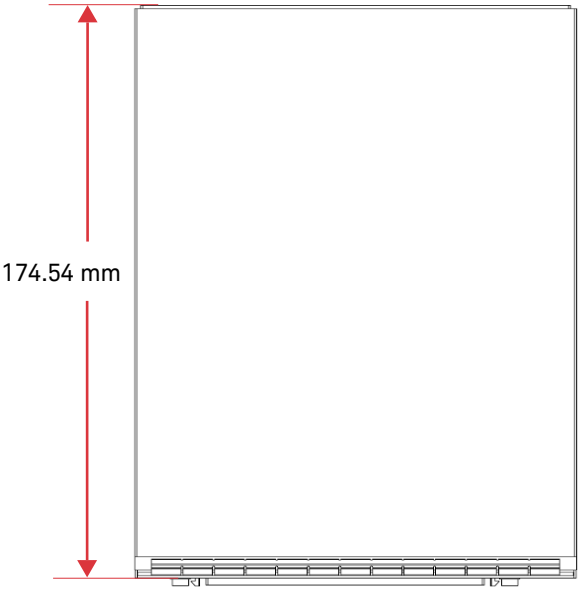



Front view

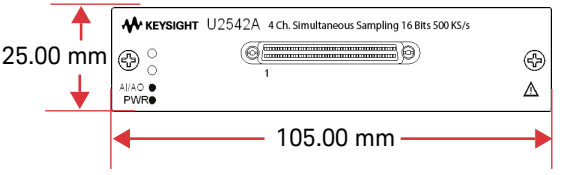



**Without plastic casing**

Top view

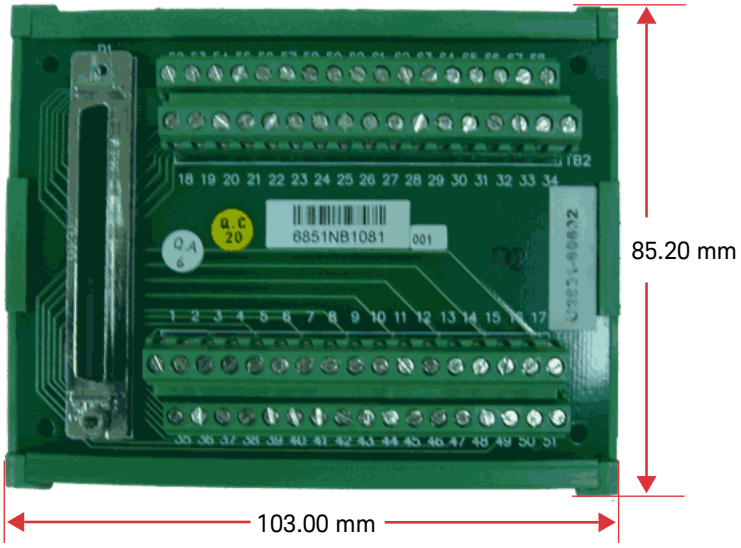



Front view

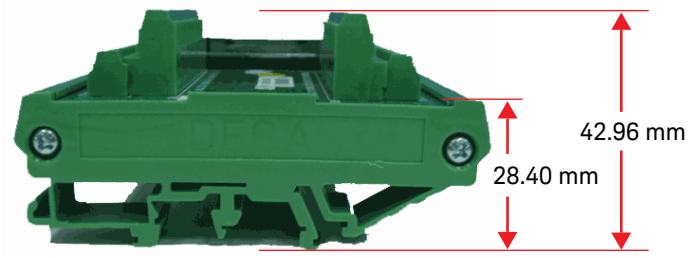


# Terminal Block Overview

Top view




Side view



## Standard Purchase Items Checklist

Inspect and verify that you have all the following items upon the purchase of your U2500A series DAQ device. If there are missing items, please contact the nearest Keysight Sales Office.

- ✔ AC/DC power adapter
- ✔ Power cord
- ✔ USB extension cable
- ✔ L–Mount kit (used with Keysight U2781A modular instrument chassis)
- ✔ Keysight USB Modular Products and Systems Quick Start Guide
- ✔ Keysight USB Modular Products and Systems Product Reference DVD-ROM
- ✔ Keysight Automation-Ready CD-ROM (contains the Keysight IO Libraries Suite)
- ✔ Certificate of Calibration

**WARNING** **Use only power adaptor provided by manufacturer to avoid unexpected hazard.**

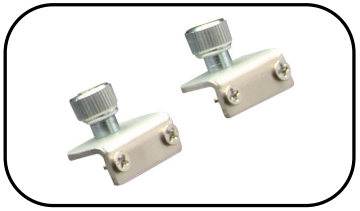
## Software Installation

If you would like to use the U2500A series DAQ devices with the Keysight Measurement Manager application software, follow the step-by-step instructions as shown in the *Keysight USB Modular Products and Systems Quick Start Guide*.

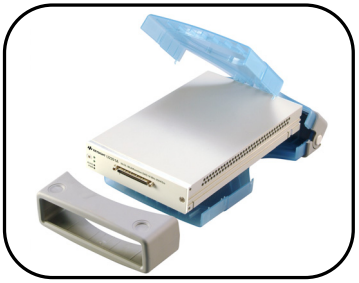
**NOTE** **You may be required to install the IVI-COM driver before using the U2500A series with other ADEs.**

# L-Mount Kit Installation

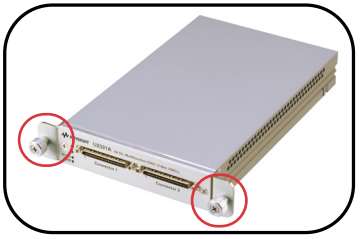
The L-Mount kit is to be used with Keysight U2781A USB modular instrument chassis.The following instructions describes simple procedures of installing the L-Mount kit to a U2600A USB devices.



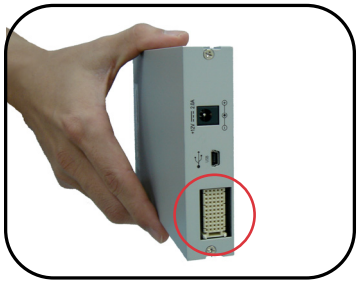
**1** Unpack the L-Mount kit from the packaging.



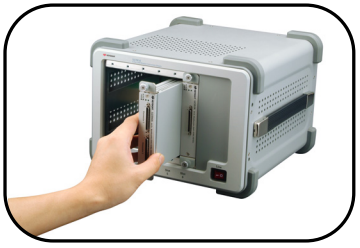
**2** Remove your USB device from its plastic casing by pulling the bumper (front end of the casing) in an outward direction. Then, lift the plastic body casing and remove it from your USB device.



**3** Using the *Philips* screw driver, screw the L-Mount kit to your USB device.



**4** To slot in the USB module to your chassis, turn your module perpendicularly and ensure that the 55-pin backplane connector is at the bottom side of the USB module.



**5** Your USB device is now ready to be plug into an instrument chassis.

# General Maintenance

**NOTE** Repair or service which are not covered in this manual should only be performed by qualified personnel.

To remove the dirt or moisture from the USB device, follow the instructions below.

1. Power off the USB device and remove the AC/DC adapter cord and USB cable from your device.
2. Remove your USB device from its plastic casing by pulling at the bumper (front end of the casing) in an outward direction. Then, lift the plastic body casing and remove it from your USB device.
3. Holding your USB device, shake out any dirt that may have accumulated on the panel of your USB device.
4. Wipe your USB device with a dry clean cloth.

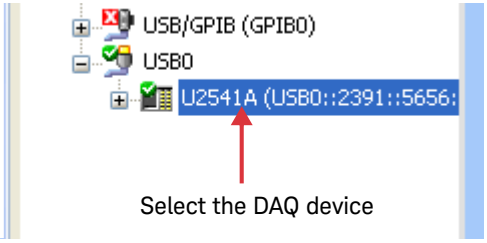
# Additional Information

## Hardware verification

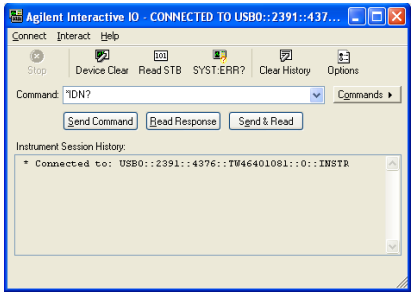
Keysight Connection Expert is one of the utilities of Keysight IO Libraries. It automatically detects the USB devices that are connected to the PC and enables communication between the USB device and the PC. To verify that your USB device has established a connection with your PC, perform the following steps.

1 Go to **Start > All Programs > Keysight IO Libraries Suite > Keysight Connection Expert** to launch the Keysight Connection Expert.

2 The connected USB device will be visible in the **Instrument I/O on this PC** panel as indicated in the following. Select the DAQ connection interface and right-click.




3 A context menu will appear. Click **Send Commands To This Instrument**. The Keysight Interactive IO dialog box will appear as shown below. Click **Send & Read** to send the `*IDN?` default SCPI command. The instrument's response will be displayed in the **Instrument Session History** panel.




4 Successful communication between the PC and the connected hardware indicates successful hardware installation and connection establishment.

## Sample code

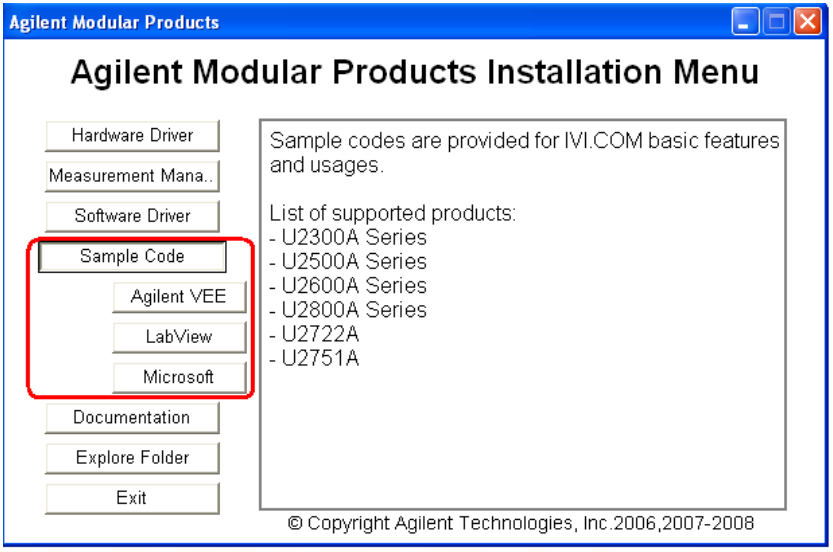
Sample codes for Keysight VEE, LabView and Microsoft (C#, C++, VB7, and VB6) are provided to help you get started and familiarized with the instrument. The sample codes provided for each language are as follows.

- **Example1**: Demonstrates the initialization of the instrument.
- **DigitalIO**: Read data from instrument and write data to instrument.
- **OneShot**: Acquire data from measurement and return it to user.
- **Counter**: Perform basic counter functionality such as configure the counter and measure frequency.
- **ArbWav**: Generation of arbitrary waveform.
- **StdWav**: Generation of standard waveform.

### To view the sample code

Select **Sample Code** on the Keysight Modular Products Installation Menu and choose the type of language.

See the following figure.



# 2 Connector Pins Configuration

Introduction 30
Connector Pins Configuration for U2531A/U2541A/U2542A 31
55-pin Connector (J1) Pins Configuration 33

This chapter describes the U2500A series USB simultaneous sampling multifunction data acquisition devices pins configuration and the 55-pin backplane connector pins configuration.

# Introduction

The U2500A series USB simultaneous sampling multifunction data acquisition (DAQ) devices were equipped with 68-pin female VHDCI type connector. The connector pins configuration for all of the U2500A series DAQ devices are provided in this chapter.

When the DAQ module is used in a modular instrument chassis (U2781A), see Figure 2-1 for the pins numbering. When the DAQ module is used as a standalone unit, see Figure 2-2.

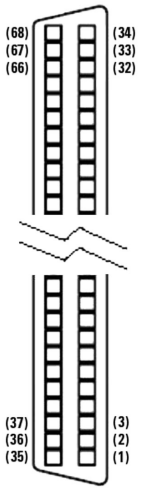



**Figure 2-1** Connector in vertical view

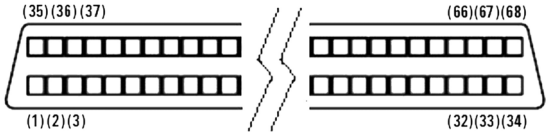



**Figure 2-2** Connector in horizontal view

# Connector Pins Configuration for U2531A/U2541A/U2542A

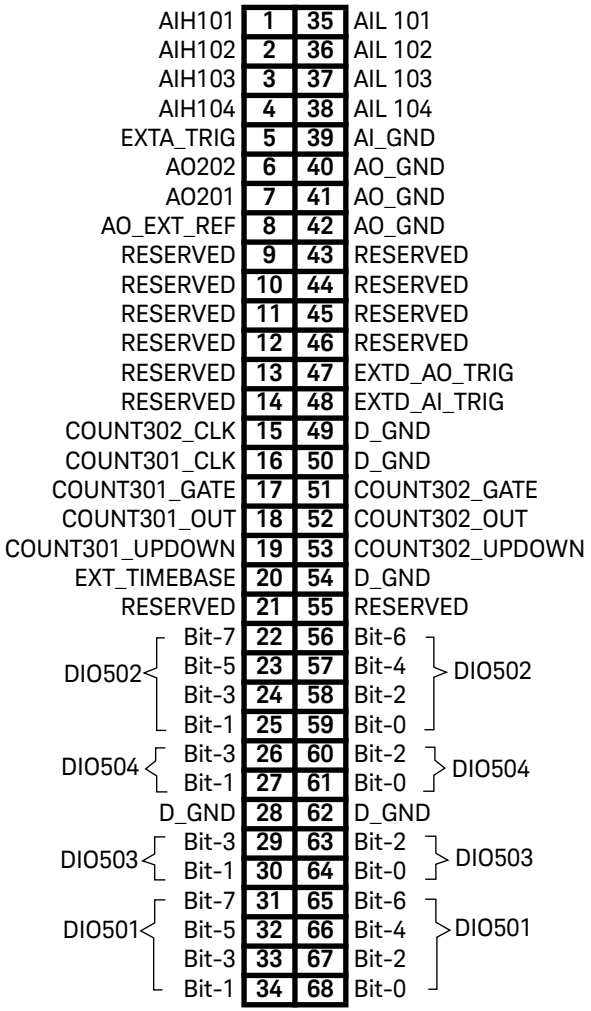



**Figure 2-3** Pins configuration for U2531A/U2541A/U2542A

**Table 2-1** Pins legend for U2531A/U2541A/U2542A

| Pin | Signal Name | Direction | Reference | Description |
|---|---|---|---|---|
| 1 to 4 | AIH<101...104> | Input | AIL<101...104> | Differential positive input for AI channel <101...104> |
| 5 | EXTA_TRIG | Input | AI_GND | External AI analog trigger |
| 6 | AO202 | Output | AO_GND | AO channel 2 |
| 7 | AO201 | Output | AO_GND | AO channel 1 |
| 8 | AO_EXT_REF | Input | AO_GND | External reference for AO channels |
| 9 to 12 | RESERVED | Input | N/A | RESERVED |
| 13, 14 | RESERVED | Output | D_GND | RESERVED |
| 15 | COUNT<302>_CLK | Input | D_GND | Source of counter <302> |
| 16 | COUNG<301>_CLK | Input | D_GND | Source of counter <301> |
| 17, 51 | COUNT<301,302>_GATE | Input | D_GND | Gate of counter <301,302> |
| 18, 52 | COUNT<301,302>_OUT | Input | D_GND | Output of counter <301,302> |
| 19, 53 | COUNT<301,302>_ UPDOWN | Input | D_GND | Up/Down of counter <301,302> |
| 20 | EXT_TIMEBASE | Input | D_GND | External TIMEBASE |
| 21, 28, 49, 50, 54, 62 | D_GND | N/A | N/A | Digital ground |
| 22, 56, 23, 57, 24, 58, 25, 59 | DIO502<7,0> | PIO | D_GND | Programmable DIO of Channel 502 |
| 26, 60, 27, 61 | DIO504<3,0> | PIO | D_GND | Programmable DIO of Channel 504 |
| 29, 63, 30, 64 | DIO503<3,0> | PIO | D_GND | Programmable DIO of Channel 503 |
| 31, 65, 32, 66, 33, 67, 34, 68 | DIO501<7,0> | PIO | D_GND | Programmable DIO of Channel 501 |
| 35 to 38 | AIL<101...104> | Input | N/A | Differential negative input for AI channel<101...104> |
| 39 | AI_GND | N/A | N/A | Analog ground for AI |
| 40 to 42 | AO_GND | N/A | N/A | Analog ground for AO |
| 43 to 46 | RESERVED | Input | N/A | RESERVED |
| 47 | EXTD_AO_TRIG | Input | D_GND | External AO waveform trigger |
| 48 | EXTD_AI_TRIG | Input | D_GND | External AI digital trigger |
| 21, 55 | RESERVED | Input | N/A | RESERVED |

# 55-pin Connector (J1) Pins Configuration

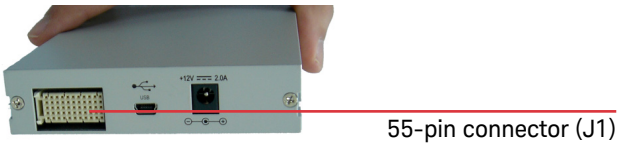



**Figure 2-4** Connector (J1) 55-pin

**Table 2-2** U2500A series J1 connector pin assignment

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11 | GND | +12 V | +12 V | GND | USB_D+ | USB_D- | GND |
| 10 | GND | +12 V | +12 V | +12 V | GND | GND | GND |
| 9 | GND | +12 V | +12 V | +12 V | GND | USB_VBUS | GND |
| 8 | GND | LBL0 | BRSV | GND | TRIG0 | LBR0 | GND |
| 7 | GND | LBL1 | GA0 | TRIG7 | GND | LBR1 | GND |
| 6 | GND | LBL2 | GA1 | GND | TRIG1 | LBR2 | GND |
| 5 | GND | LBL3 | GA2 | TRIG6 | GND | LBR3 | GND |
| 4 | GND | LBL4 | STAR_TRIG | GND | TRIG2 | LBR4 | GND |
| 3 | GND | LBL5 | GND | TRIG5 | GND | LBR5 | GND |
| 2 | GND | LBL6 | CLK10M | GND | TRIG3 | LBR6 | GND |
| 1 | GND | LBL7 | GND | TRIG4 | GND | LBR7 | GND |
| | Z | A | B | C | D | E | F |

**Table 2-3** U2500A series J1 connector legend

| Pin | Descriptions |
|---|---|
| +12 V | +12 V power from backplane |
| GND | Ground |
| BRSV | Reserved pin |
| TRIG0 to TRIG7 | Trigger bus 0 to 7 |
| STAR_TRIG | Star trigger |
| CLK10M | 10 MHz reference clock |
| USB_VBUS | USB bused power, +5 V |
| USB_D+, USB_D- | USB differential pair |
| LBL <0..7> and LBR <0...7> | Reserved pin |
| GA0, GA1, GA2 | Geographical address pin |

# 3 Features and Functions

Features Overview 36
Analog Input Operation Mode 37
Analog Output Operation Mode 50
Digital I/O 56
General Purpose Digital Counter 59
Trigger Sources 65
SCPI Programming Examples 74

This chapter describes the features and functions of the Keysight U2500A series USB simultaneous sampling multifunction DAQ device. This includes the operations of the analog input operation mode, analog output operation mode, digital I/O and General Purpose Digital Counter. This chapter also explains the trigger sources available for the device and some SCPI examples are provided to assist you in programming.

# Features Overview

**U2531A** 14-bit analog input resolution with maximum sampling rate of 2 MSa/s

**U2541A** 16-bit analog input resolution with maximum sampling rate of 250 kSa/s

**U2542A** 16-bit analog input resolution with maximum sampling rate of 500 kSa/s

- Simultaneous sampling for analog input
- Resolution of 14-bit and 16-bit
- 4 simultaneous differential inputs (DI)
- Programmable bipolar and unipolar analog input
- Self-calibration supported
- USBTMC 488.2 compliant
- Hi-Speed USB 2.0 interface
- Multiple trigger sources — none (immediate trigger), external analog/digital trigger, and SSI/star trigger (used with modular chassis)

# Analog Input Operation Mode

The U2500A series DAQ devices have four simultaneous sampling (SS) analog input (AI) channels with programmable sampling rate. To measure analog signals, you should define the properties of the measured signals. The properties include the mode (polling/continuous), polarity (bipolar/ unipolar), and voltage range. You may also need to set the desired channels to input the analog signals. For all the SS models, the measuring configuration is in differential (DIFF) mode.

AI operations require a trigger source. Once the trigger condition is matched, the data acquisition will start. The measured signal is buffered in a Data FIFO. The analog inputs are able to measure input voltages between ±1.25 V to ±10 V. The diagram in Figure 3-1 illustrates the functional block diagram of the U2500A series DAQ devices.

When the U2500A series DAQ devices are switched on, the calibration constants are loaded from the on-board EEPROM to ensure both the calibration DACs and PGA circuit is functioning correctly. Refering to the functional block diagram in Figure 3-1, the AI signals will firstly get to the analog multiplexer and then to the PGA. Next, it will get through the analog digital converter (ADC), where the analog voltage will be converted into digital information for computer to process or store the signals. Note that the trigger levels for the digital analog converter (DAC) have to be defined beforehand if you want to use the analog trigger.

In this section, different types of analog input modes are described. The analog to digital data conversion for 16 bits and 14 bits will also be explained with formulas (bipolar and unipolar). Finally, the AI data format for U2500A series is provided.

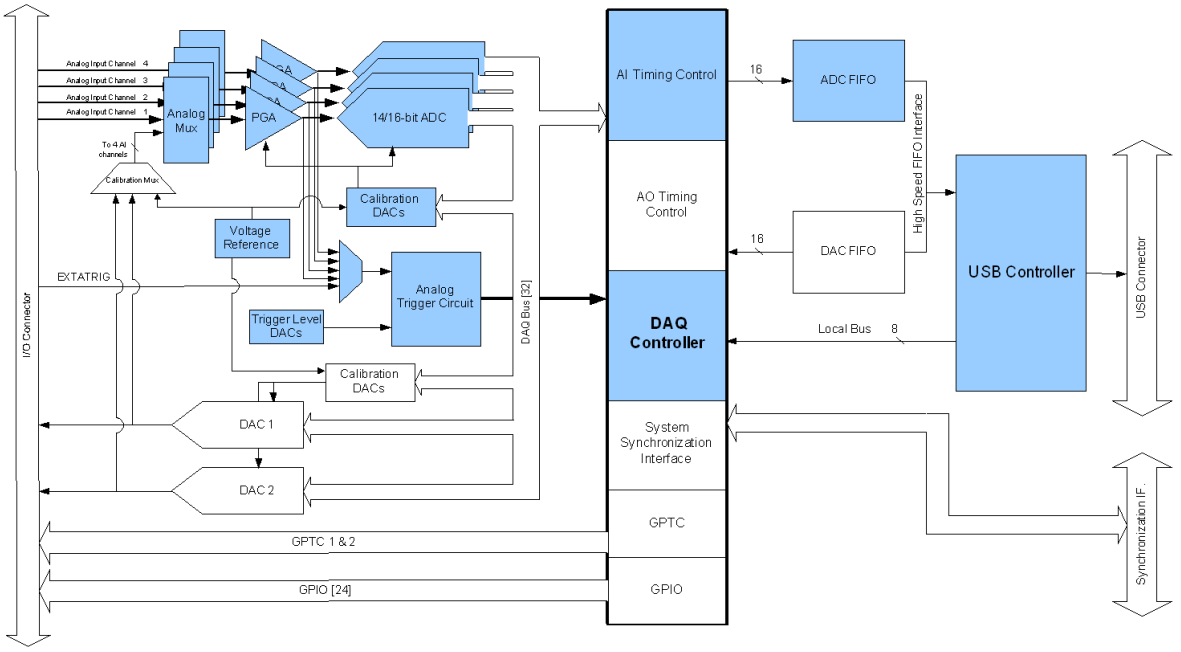



**Figure 3-1** Functional block diagram of U2500A series DAQ device

There are two different modes of analog input operation, which are the polling and continuous.

**Table 3-1** Analog input operation overview

| Operation | Modes | Types of Acquisition |
|---|---|---|
| Analog Input | Polling Mode | Single A/D data acquisition |
| | Continuous Mode | – Single-shot acquisition |
| | | – Continuous acquisition |

### Polling mode

This is the easiest way to acquire a single A/D measurement simultaneously for four different channels. The A/D converter starts converting one reading whenever the dedicated SCPI command is executed. The SCPI command for performing the polling mode measurement is under MEASure subsystem. In this mode, the timing of the A/D conversion is fully controlled by software.

Prior to using the polling mode, the properties of the measured signal should be defined. The properties that should be defined are voltage range (±10 V, ±5 V, ±2.5 V, ±1.25 V) and polarity (unipolar/bipolar). The default voltage range is ±10 V and the default polarity is bipolar. These properties can be set via SCPI commands under the SOURce subsystem. The signal type for U2500A series is in differential mode (DIFF).

By default, the polling mode measurement is made once the `MEASure?` query command is received by the devices. This behavior can be altered by instructing the device to average a range of measurements prior to returning the final value to users. For example, by setting the following SCPI command

```
[SENSe]:VOLTage:AVERage 10, (@101)
```

prior to the `MEASure? (@101)` query command, the device will make ten measurements; average them and returns the average value to the users.

**NOTE** For more information on MEASure subsystem, SOURce Subsystem and [SENSe:]VOLTage, refer to the *Keysight U2500A Series USB Simultaneous Sampling Multifunction Data Acquisition Devices Programmer's Reference*.

### Example 1: Analog input polling

```
-> *CLS;*RST                          // To reset DAQ to default power-on state, this command can be ignored if this operation is not required
-> MEAS? (@101,102,103,104)           // AI polling with default condition
<- 1.50123,5.0012,7.1234,9.1112       // Returned measurement
```

### Example 2: Analog input polling with settings

```
-> *CLS;*RST                          // To reset DAQ to default power-on state, this command can be ignored if this operation is not required
-> VOLT:RANG 10,(@101,103)            // Set 10 V range to CH 101, 103
-> VOLT:POL UNIP,(@101,103)           // Set polling to measure 100 times and return the average value
-> VOLT:AVER 100                      // Set polling to measure 100 times and return the average value
-> MEAS? (@101,103)                   // Ask AI polling to activate on above setting with 100 measurements and return the average value
<- 1.50123,5.3212                     // Returned average value of 100 measurements from each channel
```

### Continuous mode

There are two types of continuous mode, single-shot and continuous acquisition. In single-shot acquisition, the data is acquired at a specified sample points and processed once. In continuous acquisition, the process of acquiring data is continuous until a **STOP** command is sent. The SCPI commands below are used to start the acquisition process:

– Single-shot acquisition:

```
DIGitize
```

– Continuous acquisition:

```
RUN
```

In continuous mode, there are two parameters that need to be specified:

### a) Sampling rate

The maximum sampling rate depends on the ADC's sampling rate. For example, if you set the sampling rate to maximum, i.e. 500 kSa/s for U2542A, all the AI channels will sample data under the same sampling rate individually. The SCPI command to set the sampling rate for AI is:

```
ACQuire:SRATe <value>
```

The default sampling rate is 1 kHz.

### b) Sample points

The sample points parameter is used to set the number of acquisition points for each channel. For example, if 800 sample points is set, measuring four AI channels simultaneously will require a total of 3200 samples to be acquired. The SCPI command to set the sample points for AI is:

```
ACQuire:POINts <value>
```

The default sample points is 500.

**NOTE** The maximum sample points for single-shot acquisition is 8 MSa divided by the number of channels enabled and for continuous acquisition is 4 MSa divided by the number of channels enabled.

Example1: Single-shot acquisition

```
-> *CLS;*RST                          // To reset DAQ to default power-on state, this command can be ignored if this operation is not required
-> ROUT:ENAB 1,(@101,103)             // To enable acquisition on CH 101 and 103
-> ROUT:CHAN:RANG 10,(@101,103)       // Set 10 V range to CH 101 and 103
-> ROUT:CHAN:POL BIP,(@101,103)       // Set BIPolar measuring mode to CH 101 and 103
-> ACQ:SRAT 10000                     // Set acquisition with 10000 Sa/s sampling rate
-> ACQ:POIN 1000                      // Set 1000 point for acquisition for each channel
-> DIG                                // Activate single-shot acquisition
-> WAV:COMP?                          // Check acquisition completion
<- NO                                 // Acquisition is not completed yet, it takes 1 sec to complete this acquisition
-> WAV:COMP?                          // Check acquisition completion
<- YES                                // Acquisition completed
-> WAV:DATA?                          // Fetch data back to the user's PC
<- #800004000<data><data>...          // Raw data returned in binary block
```

### Example 2: Continuous acquisition

```
-> *CLS;*RST                          // To reset DAQ to default power-on state, this command can be ignored if this operation is not required
-> ROUT:ENAB 1,(@101,103)             // To enable acquisition on channel 101 and 103
-> ROUT:CHAN:RANG 10,(@101,103)       // Set 10 V range to CH 101 and 103
-> ROUT:CHAN:POL BIP,(@101,103)       // Set BIPolar measuring mode to CH 101 and 103
-> ACQ:SRAT 10000                     // Set acquisition with 10000 Sa/s sampling rate
-> WAV:POIN 1000                      // Set 1000 Sa point for acquisition for each  data block
-> DIG                                // Activate single-shot acquisition
-> WAV:STAT?                          // Check acquisition status
<- FRAG                              // Acquisition is not completed yet, it takes 1 sec to complete this block of acquisition
-> WAV:STAT?                          // Check acquisition status
<- DATA                              // This block of acquisition completed
-> WAV:DATA?                          // Fetch data back to the user's PC
<- #800004000<data><data>….           // Raw data returned in binary block
```

## A/D data conversion

A/D data converter converts analog voltage into digital information. This section illustrates the format of acquired raw data from the A/D conversion.

The returned data is in a binary block format. Below is an example of the binary block format for three AI channels (CH 101, CH 102, and CH 103). The data arrangement in data buffer is from lower CH 101 to higher channel CH 103.

**ASCII header** ◄► **Numbers in hexadecimal** ◄►

| **#800001000** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **...** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Data length indicator. "#8" means the following 8 bytes (0000 1000) indicates the actual data length, not actual data. E.g. for #800001000, "00001000" is the data length translated to 1000 bytes of raw data, which is 500 points of measured data. | 1st data LSB | 1st data MSB | 1st data LSB | 1st data MSB | 1st data LSB | 1st data MSB | 2nd data LSB | 2nd data MSB | ... |
| | CH 101 | | CH 102 | | CH 103 | | CH 101 | | ... |

The measured samples in continuous mode acquisition is stored in Little-Endian format. In other words, each measured sample is returned in a way that its least significant byte (LSB) is ordered first; following by its most significant byte (MSB).

### 16-bit Data Format

| **LSB** | **MSB** |
|---|---|
| DDDD DDDD | DDDD DDDD |

### 14-bit Data Format

| **LSB** | **MSB** |
|---|---|
| DDDD DDXX | DDDD DDDD |

D - Data bits

X - Unused bits

### Raw data conversion

To convert the data into actual float number, we need the voltage range and polarity information. Below are the calculations on the raw data conversion for both bipolar and unipolar.

To perform a sample calculation of the conversion, take U2541A as example. Assume that the voltage level is set in the range from 0 V to 10 V for unipolar setting; and –10 V to 10 V for bipolar setting. Sample binary block is as follow.

| **#800001000** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **...** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1st data LSB | 1st data MSB | 1st data LSB | 1st data MSB | 1st data LSB | 1st data MSB | 2nd data LSB | 2nd data MSB | ... |
| | CH 101 | | CH 102 | | CH 103 | | CH 101 | | ... |
| **Little Endian Format** | | | | | | | | | |
| #800001000 | e0 | 31 | ff | cf | ff | ca | ff | c4 | |
| **Convert to Decimal Format** | | | | | | | | | |
| #800001000 | 12768 | | 53247 | | 51967 | | 50431 | | |

The resolution for U2541A is 16 bits and the Int16 measured value return by DAQ is 12768. The binary number for 12768 is 00110001 11100000. However, since the data is stored in Little-Endian format, the 16 bits binary read back calculation will be as follow.

| | **LSB** | **MSB** |
|---|---|---|
| **Hex value :** | **e0** | **31** |
| **Binary value :** | **‹11100000›** | **‹00110001›** |
| **Decimal value :** | **12768** | |

**NOTE** The raw data provided by U2500A series DAQ devices is in the byte order of LSB first.

Bipolar:

$$\text{Converted value} = \left(\frac{2 \times \text{Int16 value}}{2^{\text{resolution}}}\right) \times \text{Range}$$

$$\text{Example of converted value} = \left(\frac{2 \times 12768}{2^{16}}\right) \times 10 = 3.896\ \text{V}$$

Unipolar:

$$\text{Converted value} = \left(\frac{\text{Int16 value}}{2^{\text{resolution}}} + 0.5\right) \times \text{Range}$$

$$\text{Example of converted value} = \left(\frac{12768}{2^{16}} + 0.5\right) \times 10 = 6.948\ \text{V}$$

**NOTE** The converted value is of float type. As such, you may need to type cast the Int16 value to float in your programming environment.

To perform a sample calculation of the conversion, take U2531A as example. Assume that the voltage level is set in the range from 0 V to 10 V for unipolar setting; and –10 V to 10 V for bipolar setting.

The resolution for U2531A is 14 bits and the Int12 measured value return by DAQ is 12768. The binary number for 12768 is 00110001 11100000. However, since the data is stored in Little-Endian format, the 14 bits binary read back calculation will be as follow.

| | **LSB** | **MSB** |
|---|---|---|
| **Hex value :** | **e0** | **31** |
| **Binary value :** | **<11100000>** | **<00110001>** |
| **Decimal value :** | **12768** | |

There are unused bits in the 14-bit data format. Therefore, there is a need to perform a 2-bit right shift operation. Hence, the 14 bits binary read back calculation will be as follows.

**LSB MSB**
**‹01111100› ‹00001100›**
**= 3192**

**NOTE** The raw data provided by U2500A series DAQ devices is in the byte order of LSB first.

Bipolar:

$$\text{Converted value} = \left(\frac{2 \times \text{Int16 value}}{2^{\text{resolution}}}\right) \times \text{Range}$$

$$\text{Example of converted value} = \left(\frac{2 \times 3192}{2^{14}}\right) \times 10 = 3.896\ \text{V}$$

Unipolar:

$$\text{Converted value} = \left(\frac{\text{Int16 value}}{2^{\text{resolution}}} + 0.5\right) \times \text{Range}$$

$$\text{Example of converted value} = \left(\frac{3192}{2^{14}} + 0.5\right) \times 10 = 6.948\ \text{V}$$

**NOTE**

- The converted value is of float type. As such, you may need to type cast the Int14 value to float in your programming environment.
- For U2531A, there is a need to perform a 2-bit right shift operation. This is because it is equipped with 14-bit ADC and the last 2 bits are truncated.

## AI data format

### 14-bit AI range

The following tables 3-2 and 3-3 describe the U2531A ideal transfer characteristics of the bipolar and unipolar analog input ranges. The digital code number is two complement number.

**Table 3-2** Analog input range and digital code output for bipolar

| Description | Bipolar analog input range | | | | Digital code output |
|---|---|---|---|---|---|
| Full-scale Range (FSR) | ±10 V | ±5 V | ±2.5 V | ±1.25 V | |
| Least significant bit (LSB) | 1.22 mV | 0.61 mV | 0.305 mV | 0.153 mV | |
| FSR–1LSB | 9.9988 V | 4.9994 V | 2.4997 V | 1.2499 V | 1FFF |
| Midscale+1LSB | 1.22 mV | 0.61 mV | 0.305 mV | 0.153 mV | 0001 |
| Midscale | 0 V | 0 V | 0 V | 0 V | 0000 |
| Midscale–1LSB | –1.22 mV | –0.61 mV | –0.305 mV | –0.153 mV | 3FFF |
| –FSR | –10 V | –5 V | –2.5 V | –1.25 V | 2000 |

**Table 3-3** Analog input range and digital code output for unipolar

| Description | Unipolar analog input range | | | | Digital code output |
|---|---|---|---|---|---|
| Full-scale Range (FSR) | 0 V to 10 V | 0 V to +5 V | 0 V to +2.5 V | 0 to 1.25 V | |
| Least significant bit (LSB) | 0.61 mV | 0.305 mV | 0.153 mV | 76.3 µV | |
| FSR–1LSB | 9.9994 V | 4.9997 V | 2.9999 V | 1.2499 V | 1FFF |
| Midscale+1LSB | 5.00061 V | 2.50031 V | 1.25015 V | 625.08 mV | 0001 |
| Midscale | 5 V | 2.5 V | 1.25 V | 625 mV | 0000 |
| Midscale–1LSB | 4.99939 V | 2.49970 V | 1.24985 V | 624.92 mV | 3FFF |
| –FSR | 0 V | 0 V | 0 V | 0 V | 2000 |

### 16-bit AI range

The following tables 3-4 and 3-5 describe the ideal transfer characteristics of bipolar and unipolar input ranges of U2541A and U2542A models.

**Table 3-4** Analog input range and digital code output for bipolar

| Description | Bipolar analog input range | | | | Digital code output |
|---|---|---|---|---|---|
| Full-scale Range (FSR) | ±10 V | ±5 V | ±2.5 V | ±1.25 V | |
| Least significant bit (LSB) | 305.2 µV | 152.6 µV | 76.3 µV | 38.15 µV | |
| FSR–1LSB | 9.999695 V | 4.999847 V | 2.499924 V | 1.249962 V | 7FFF |
| Midscale+1LSB | 305.2 µV | 152.6 µV | 76.3 µV | 38.15 µV | 0001 |
| Midscale | 0 V | 0 V | 0 V | 0 V | 0000 |
| Midscale–1LSB | –305.2 µV | –152.6 µV | –76.3 µV | –38.15 µV | FFFF |
| –FSR | –10 V | –5 V | –2.5 V | –1.25 V | 8000 |

**Table 3-5** Analog input range and digital code output for unipolar

| Description | Unipolar analog input range | | | | Digital code output |
|---|---|---|---|---|---|
| Full-scale Range (FSR) | 0 V to 10 V | 0 V to +5 V | 0 V to +2.5 V | 0 V to +1.25 V | |
| Least significant bit (LSB) | 152.6 µV | 76.3 µV | 38.15 µV | 19.07 µV | |
| FSR–1LSB | 9.999847 V | 4.999924 V | 2.499962 V | 1.249981 V | 7FFF |
| Midscale+1LSB | 5.000153 V | 2.500076 V | 1.250038 V | 0.625019 V | 0001 |
| Midscale | 5 V | 2.5 V | 1.25 V | 0.625 V | 0000 |
| Midscale–1LSB | 4.999847 V | 2.499924 V | 1.249962 V | 0.624981 V | FFFF |
| –FSR | 0 V | 0 V | 0 V | 0 V | 8000 |

# Analog Output Operation Mode

There are two analog output (AO) channels (12 bits) available in the U2500A series DAQ devices. The two analog outputs are capable of supplying output voltages in the range of 0 to 10 V and ±10 V. Each DAC channel drives a maximum current of 5 mA. The two analog outputs can be used as voltage sources to your devices under test (DUT). In addition, the analog outputs are equipped with predefined function generators or any arbitrary waveform.

Analog output operation mode consists of voltage output and continuous output. The continuous output mode provided with two functions, which are function generator and arbitrary. The U2500A series DAQ is capable to generate sinusoidal, square, triangle, sawtooth waveforms and noise.

**Table 3-6** Analog output operation overview

| Operation | Modes | Types of Output |
|---|---|---|
| Analog Output | Single Voltage Output | DC Voltage Output |
| | Continuous Output | – Pre-defined Waveform<br>– Sine wave<br>– Square wave<br>– Triangle wave<br>– Sawtooth wave<br>– Noise wave |
| | | – Arbitrary Wave |

## Single voltage output mode

The following SCPI commands perform sample output of a DC voltage level for the specified DA channels.

### Example 1, To output a DC voltage via CH 201

```
-> *CLS;*RST                    // To reset DAQ to default power-on state, this command can be ignored if this operation is not required
-> SOUR:VOLT 2.5, (@201)        // Reference is AO_GND
-> SOUR:VOLT 3.2, (@201)        // Changes output from 2.5 VDC to 3.2 VDC
-> SOUR:VOLT –3.2,(@201)        // Changes output from 2.5 VDC to –3.2 VDC
-> SOUR:VOLT? (@202)            // To query the state of CH 202
<- 0                            // By default, CH 202 is 0 VDC
```

### Example 2, To output two DC voltages via CH 201 and CH 202

```
-> *CLS;*RST                    // To reset DAQ to default power-on state, this command can be ignored if this operation is not required
-> SOUR:VOLT 3.5, (@201)        // Set 3.5 VDC output to CH 201
-> SOUR:VOLT 8.1, (@202)        // Set 8.1 VDC output to CH 202
```

### Continuous output mode

The continuous output mode consists of function generator and arbitrary. You can use the following SCPI commands in arbitrary mode:

`DATA[:USER]`

`APPLy:USER`

**NOTE** For further information, refer to the *Keysight U2500A Series USB Simultaneous Sampling Multifunction Data Acquisition Devices Programming Guide*.

Example 3, To output a sine wave via CH 201

```
-> *CLS;*RST                    // To reset DAQ to default power-on state, this command can be ignored if this operation is not required
-> ROUT:ENAB ON, (@201)         // Enable CH 201
-> APPL:SIN 5,0, (@201)         // Sine wave with 5 Vp (10 Vpp) and 0 VDC offset
-> SYST:ERR?                    // To check for any error, this command can be ignored if this operations is not required
<- +0, “No Error”
-> OUTP ON                      // Turn on output
-> OUTP:WAV:FREQ? (@201)
<- 4000                         // Default output waveform is at 4 kHz
-> OUTP OFF                     // Turn off output (both CH 201 and CH 202 at 0 VDC)
-> OUTP:WAV:FREQ 5000           // Change output frequency to 5 kHz
-> OUTP ON                      // Turn on output
```

Example 4, To output a sine wave and square wave via CH 201 and CH 202 respectively

```
-> *CLS;*RST                    // To reset DAQ to default power-on state, this command can be ignored if this operation is not required
-> ROUT:ENAB ON,(@201,202)      // Enable CH 201 and CH 202
-> APPL:SIN 5,0, (@201)         // Sine wave with 5 Vp (10 Vpp) and 0 VDC offset
-> APPL:SQU 3,-1, (@202)        // Square wave with 3 Vp (6 Vpp) and –1 VDC offset
```

```
-> OUTP:WAV:FREQ 3500          // Set both channel's output to 3.5 kHz
-> SYST:ERR?
<- +0, "No Error"              // To check for any error, this command
                               can be ignored if this operations is not
                               required
-> OUTP ON                     // Turn on output
```

## D/A reference voltage

By default, the internal reference voltage is 10 V. However, external reference can be supplied through the external reference input pin (AO_EXT_REF). The range of the DAC output is directly related to the reference. The analog output voltage can be generated by multiplying the digital codes that are updated with the 10 V as internal reference. Therefore, when 10 V is taken as the internal reference, the full range would be –10 V to +9.9951 V in bipolar output mode, and 0 V to 9.9976 V in unipolar output mode.

While using an external reference, the different output voltage ranges can be achieved by connecting different reference voltage. For example, if connecting a 5 VDC with the external reference (AO_EXT_REF), then the range from –4.9976 V to +5 V in the bipolar output can be achieved. The tables below illustrates the relationship between digital code and output voltages.

## AO data format

Data format for single channels arbitrary AO (when either one channel is enabled and USER mode) is shown in the following table.

| #800001000 | <byte> | <byte> | <byte> | <byte> | <byte> | <byte> | <byte> | <byte> | ... |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Data length indicator. "#8" means the following 8 bytes (0000 1000) indicates the actual data length, not actual data. E.g. for #800001000, "00001000" is the data length translated to 1000 bytes of raw data, which is 500 points of output data. | 1st data LSB | 1st data MSB | 2nd data LSB | 2nd data MSB | 3rd data LSB | 3rd data MSB | 4th data LSB | 4th data MSB | ... |
| | CH 201 or 202 | | CH 201 or 202 | | CH 201 or 202 | | CH 201 or 202 | | ... |

Data format for two channels arbitrary AO (when two channels are enabled and USER mode) is shown in the following table.

| #800001000 | <byte> | <byte> | <byte> | <byte> | <byte> | <byte> | <byte> | <byte> | ... |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Data length indicator. "#8" means the following 8 bytes (0000 1000) indicates the actual data length, not actual data. E.g. for #800001000, "00001000" is the data length translated to 1000 bytes of raw data, which is 500 points of output data. | 1st data LSB | 1st data MSB | 1st data LSB | 1st data MSB | 2nd data LSB | 2nd data MSB | 2nd data LSB | 2nd data MSB | ... |
| | CH 201 | | CH 202 | | CH 201 | | CH 202 | | ... |

### 12-bit data format

| LSB | MSB |
|---|---|
| DDDD DDDD | XXXX DDDD |

D - Data bits

X - Unused bits

**Table 3-7** Digital code and voltage output table for bipolar setting (U2531A, U2541A and U2542A)

| Digital Code (Hex) | Analog Output | Voltage output (with internal reference of +10 V) |
|---|---|---|
| 0x0FFF | Vref * (2047/2048) | 9.9951 V |
| 0x0801 | Vref * (1/2048) | 0.0048 V |
| 0x0800 | 0 V | 0.0000 V |
| 0x07FF | –Vref * (1/2048) | –0.0048 V |
| 0x0000 | –Vref | –10.000 V |

**Table 3-8** Digital code and voltage output table for unipolar setting (U2531A, U2541A and U2542A)

| Digital Code (Hex) | Analog Output | Voltage output (with internal reference of +10 V) |
|---|---|---|
| 0x0FFF | Vref * (4095/4096) | 9.9976 V |
| 0x0800 | Vref * (2048/4096) | 5.000 V |
| 0x0001 | Vref * (1/4096) | 0.0024 V |
| 0x0000 | Vref * (0/4096) | 0.000 V |

# Digital I/O

The U2500A series DAQ provides 24-bit of general purpose digital I/O (GPIO), which is TTL compatible.

The 24-bit GPIO are segmented into four channels (CH 501 to 504). Channel 501 and 502 consists of eight data bit while Channel 503 and 504 consists of four data bit. All four channels are programmable as input and output. As the system starts up and reset, all the I/O pins are reset to the input configuration and in high impedance.

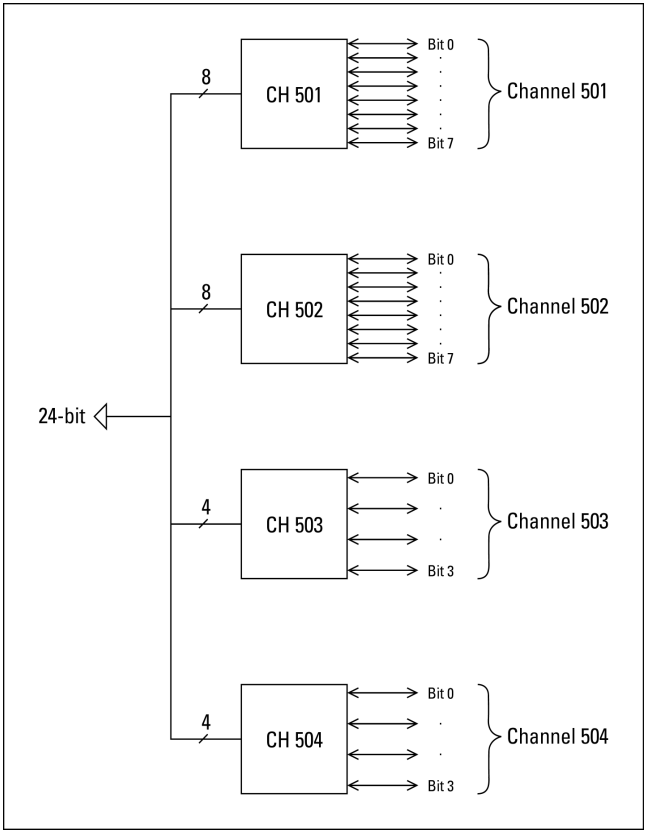



**Figure 3-2** General purpose digital counter I/O of U2500A series DAQ device

The SCPI programming examples below will help you to configure the DIO and read a digital channel.

### Configure the digital channel as OUTPUT and query/verify the output pattern data

Example 1:

```
-> CONF:DIG:DIR OUTP,(@501)
-> SOUR:DIG:DATA 123,(@501)
-> SOUR:DIG:DATA? (@501)
<- 123
```

Example 2:

```
-> CONF:DIG:DIR OUTP,(@502)          // Configure the CH 502 to digital output state
-> SOUR:DIG:DATA:BIT 1,4,(@502)      // To set bit 4 of channel 502 to 1 immediately
-> SOUR:DIG:DATA:BIT? 4,(@502)       // Query status of bit 4 of CH 502
<- 1
```

### Configure the digital channel to INPUT and read back the value

Example 1:

```
-> CONF:DIG:DIR INP,(@501)           // Configure the CH 501 to digital input state
-> MEAS:DIG? (@501)                  // To read back the digital value at channel 501
<- 23
```

Example 2:

```
-> CONF:DIG:DIR INP,(@501)          // To read the logic state of bit 3 of channel 501
-> MEAS:DIG:BIT? 3,(@501)
<- 0
```

**NOTE** Input commands are not allow when channel is in Output mode, while output commands are not allow when channel is in Input mode.

Example 3:

```
-> CONF:DIG:DIR OUTP,(@501,503)
-> CONF:DIG:DIR INP,(@502,504)
-> CONF:DIG:DIR? (@501:504)
<- OUTP,INP,OUTP,INP
-> MEAS:DIG? (@501)                 // CH 501 has been set to output state, hence, it cannot perform input activity
<- ! VI_ERROR_TMO: A timeout occurred
-> SOUR:DIG:DATA? (@502)            // CH 502 has been set to input state, hence, it cannot perform output activity
<- ! VI_ERROR_TMO: A timeout occurred
```

# General Purpose Digital Counter

The U2500A series DAQ device has two independent 31-bit up/down counters to measure the input channels, which is TTL compatible. It has a programmable counter clock up to 12 MHz or clock generation. Refer to the following figure for further illustration.

The counter is designed with the following features:

- Count up/down capability
- Internal/external programmable counter clock source up to 12 MHz
- Programmable gate selection which can be triggered internally or externally
- Pre-loaded software initial count for Totalizer
- Read-back capability of current count, without affecting the counting process

This digital counter operates in two modes; totalizer and measurement modes.

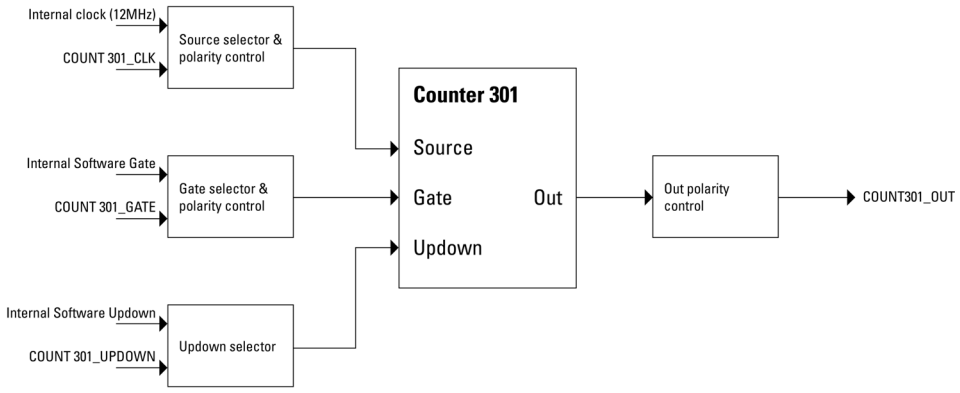



**Figure 3-3** General purpose digital counter

### Totalizer mode

In totalizer mode, the counter will start counting the number of pulses generated on COUNT_CLK. This is done after the GATE is enabled. The totalize count is measured with the following command:

```
MEASure:COUNter:TOTalize? (@301)
```

The example below illustrates the count up mode when the counter is configured as Totalize with initial count set to 0.

COUNT_GATE will enable the counting after Totalize function has been enabled and the COUNT_OUT pin will output a series of pulses as shown below.

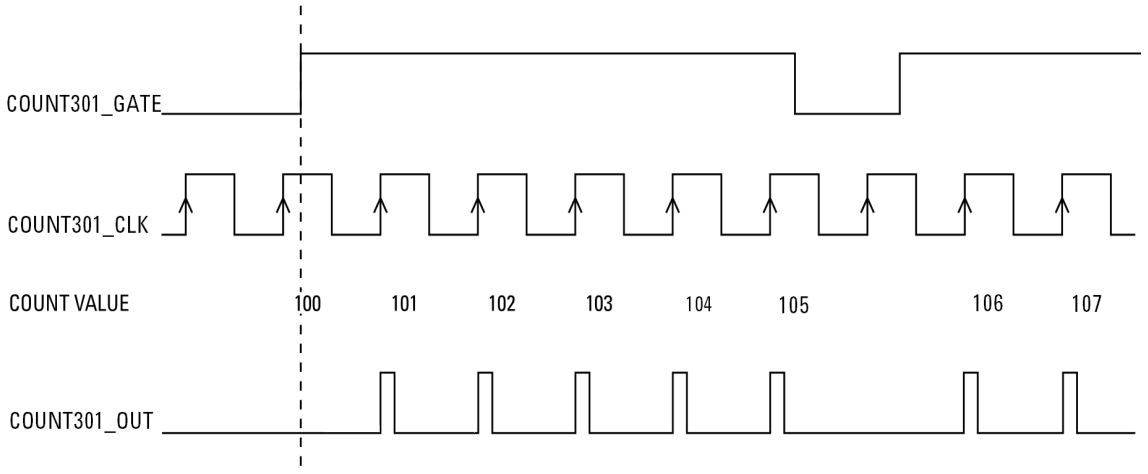



**Figure 3-4** Totalizer mode

**NOTE** The output pulse width is at 20.8 ns.

The following SCPI programming example shows how to set the counter mode.

```
// Supply the signal to COUNT301_CLK
// Counter mode setting
-> COUN:FUNC TOT,(@301)          // Set as Totalize function
-> COUN:GATE:SOUR INT,(@301)     // Set the GATE source as internal
-> COUN:CLK:POL AHI,(@301)       // Set the clock polarity as active high
-> COUN:CLK:SOUR EXT,(@301)      // Set the clock source as external
-> COUN:TOT:IVAL 100,(@301)      // Initial Count value
-> COUN:TOT:UDOW:DIR UP,(@301)  // Set as Count Upmode
-> COUN:TOT:UDOW:SOUR INT,(@301) // Set the Up/Down source as internal
-> SOUR:COUN:OUTP:POL AHI,(@301)
-> COUN:TOT:INIT (@301)          // Initiate Totalize
-> MEAS:COUN:TOT? (@301)         // Initial value = 100
<- 100
-> MEAS:COUN:DATA? (@301)        // Return Totalize value
<- 100
-> COUN:GATE:CONT ENAB,(@301)    // Start Counting (for INT gate only)
-> COUN:GATE:CONT DIS,(@301)     // Stop Counting (for INT gate only)
-> MEAS:COUN:TOT? (@301)
<- 105
-> MEAS:COUN:DATA? (@301)
<- 105
-> COUN:ABOR (@301)              // Abort all counter operation
-> COUN:TOT:CLE (@301)           // Clear Count value
-> MEAS:COUN:TOT? (@301)
<- 0
-> MEAS:COUN:DATA? (@301)
<- 0
```

### Measurement mode

In the measurement mode, frequency, period and pulse width are measured. The intended measurement signal should be ported into COUNT301_GATE.

The gate source is set using the command below:

```
[SENSe:]COUNter:GATE:SOURce
```

Since all three measurements are derived from the same basic measurement, the measured frequency, period and pulse width can be easily retrieved from commands below:

```
MEAS:COUN:FREQ? (@<ch_list>
MEAS:COUN:PER? (@<ch_list>
MEAS:COUN:PWID? (@<ch_list>
```

The return value for frequency, period and pulse width measurements is a floating value.

**NOTE**

- The input frequency measurable range is from 0.1 Hz to 6 MHz, where measurement frequency resolution is:

  12 MHz/n, n = 2, 3, 4, 5, ..., 120M
  = 6 MHz, 4 MHz, 3 MHz, 2.4 MHz, 2.0 MHz, ..., 0.1 Hz (up to six decimal points)

- The pulse width measurement is in the range of 0.167 s to 178.956 s.

The following SCPI programming examples are for frequency, period and pulse width measurements.

### Example 1:

```
// Supply the signal to COUNT301_GATE
// Counter mode setting
// Take 5.5 kHz with 70% duty cycle square wave as measurement
-> COUN:GATE:SOUR EXT,(@301)
-> COUN:GATE:POL AHI,(@301)
-> COUN:CLK:POL AHI,(@301)
-> COUN:CLK:SOUR INT,(@301)
-> COUN:CLK:INT?
<- 12000
-> SOUR:COUN:OUTP:POL AHI,(@301)
-> COUN:FUNC FREQ,(@301)
-> MEAS:COUN:DATA? (@301)        // Return value depend on function set
<- 5.499542                      // Frequency in kHz
-> COUN:FUNC PER,(@301)
-> MEAS:COUN:DATA? (@301)
<- 0.1818333                     // Period in ms
-> COUN:FUNC PWID,(@301)
-> MEAS:COUN:DATA? (@301)
<- 0.12725                       // Pulse width in ms
-> MEAS:COUN:FREQ? (@301)
<- 5.499542
-> COUN:FUNC? (@301)
<- FREQ                          // Function automatic set to FREQ
```

```
-> MEAS:COUN:PER? (@301)
<- 0.1818333
-> COUN:FUNC? (@301)
<- PER                          // Function automatic set to PER
-> MEAS:COUN:PWID? (@301)
<- 0.12725
-> COUN:FUNC? (@301)
<- PWID                         // Function automatic set to PWID
```

Example 2:

```
// Assume 10 MHz external Clock for FREQ,PER,PWID measurement
-> COUN:CLK:SOUR EXT,(@301)     // Must set the external Clock value
                                (KHz)
-> COUN:CLK:EXT 10000,(@301)
-> COUN:CLK:EXT? (@301)
<- 10000
```

**NOTE** Direction of the counter and the initial value of the counter are not important for this mode.

# Trigger Sources

The Keysight U2500A series USB DAQ devices provide flexible trigger options for various applications. There are four types of trigger sources:

- none (immediate trigger)
- digital trigger
- analog trigger
- star trigger

Users can configure the trigger source for A/D and D/A operations remotely.

**NOTE**

- **The D/A and A/D conversions share the same analog trigger.**
- **Star trigger is used when the DAQ is connected into the modular instrument chassis.**

All four types of trigger sources are summarized in the following tables.

**Table 3-9** Trigger type for single-shot acquisition of continuous mode

| Trigger Source | Type | Condition | Pin Selection |
|---|---|---|---|
| None (immediate trigger) | – Post<br>– Delay | N/A | N/A |
| Digital trigger | – Pre<br>– Middle<br>– Post<br>– Delay | Positive/Negative | EXTD_AI_TRIG, EXTD_AO_TRIG |
| Analog trigger | | Above High/Below Low/Window | EXTA_TRIG, CH101, CH102, CH103, CH104 |

**Table 3-10** Trigger type for continuous acquisition of continuous mode

| Trigger Source | Type | Condition | Pin Selection |
|---|---|---|---|
| None (immediate trigger) | – Post<br>– Delay | N/A | N/A |
| Digital trigger | | Positive/Negative | EXTD_AI_TRIG, EXTD_AO_TRIG |
| Analog trigger | | Above High/Below Low/Window | EXTA_TRIG, CH101, CH102, CH103, CH104 |

## Trigger types

There are four types of trigger, which are pre-trigger, post-trigger, middle-trigger and delay-trigger.

### Pre-trigger

This trigger type is used when you wish to collect data before a trigger event. The A/D conversion starts when you execute the specified function calls and stops when the trigger event occurs. For example, you specify four sample points and the analog trigger occurs after four sample point are converted. The SCPI command used to set the trigger type as pre-trigger is:

```
TRIG:TYPE PRE
```

Refer to Figure 3-5 for further illustration.

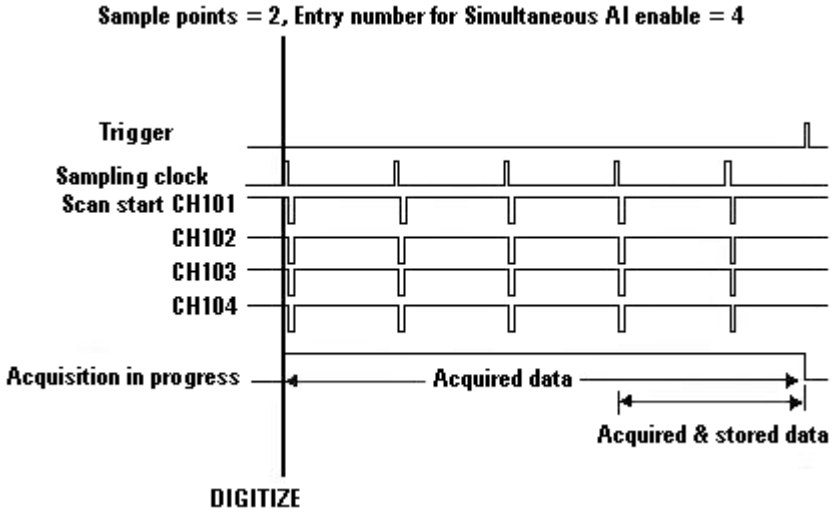



**Figure 3-5** Pre-trigger

### Middle-trigger

This trigger type is used when you want to collect data before and after a trigger event. The sampled data are equal before and after trigger. For example, if the user specify four sample points, the conversion only begins after the trigger event occurs. Two sample points before and after the trigger are taken. The SCPI command used to set the trigger type as middle-trigger is:

```
TRIG:TYPE MID
```

Refer to Figure 3-6 for further illustration.

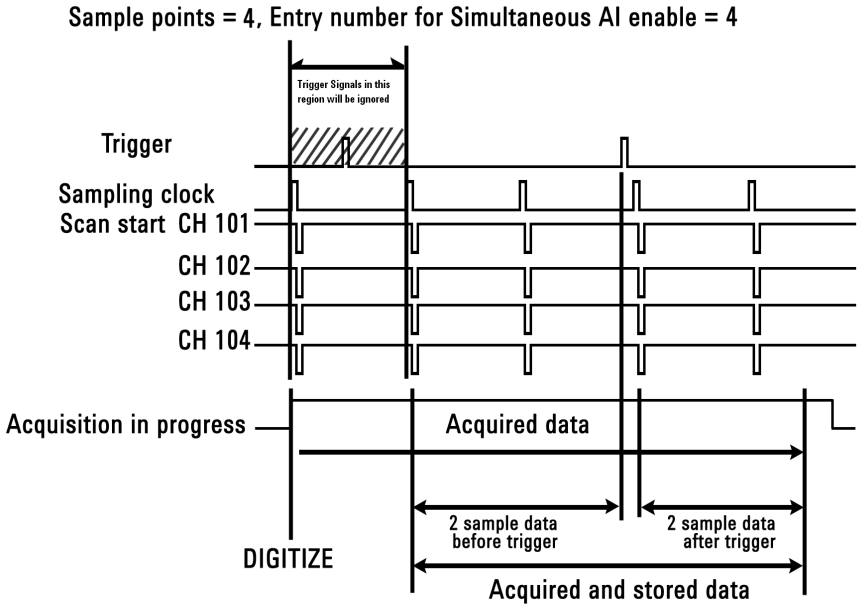



**Figure 3-6** Middle-trigger

### Post-trigger

The post-trigger is the default setting and used in applications when you want to collect data after a trigger event. As illustrated in the following figure, the sample point are set to two. Total of two sample points are taken after the trigger starts.

The SCPI command used to set the trigger type as post-trigger is:

```
TRIG:TYPE POST
```

Refer to Figure 3-7 for further illustration.

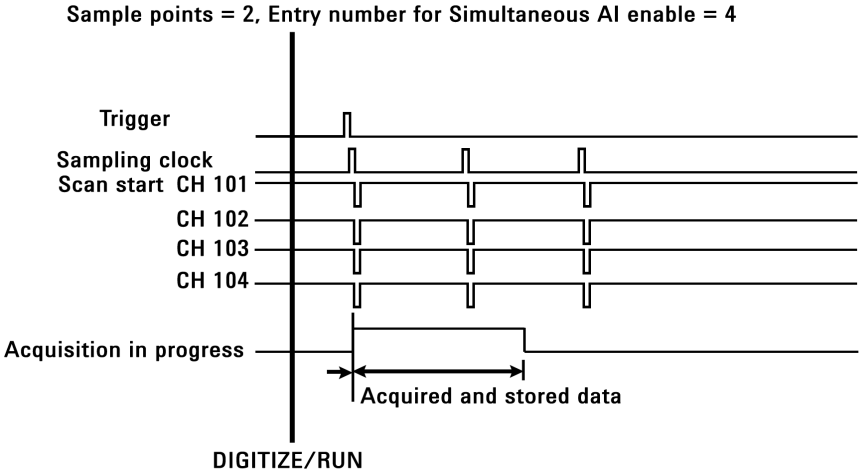



**Figure 3-7** Post-trigger

## Delay-trigger

This trigger acquisition is used in applications if you want to delay the data collecting process after a specified trigger event. The delay time is controlled by the value, which is pre-loaded in the Delay_counter (31-bit). The clock source is the Timebase clock. When the count reaches zero, the counter stops and the board start to acquire data. When the internal 48 MHz is set as Timebase clock, the delay time is in the range of 20.8 ns to 89.47 s. If the Timebase clock is from external clock (48 MHz to 1 MHz), the delay time can be varied by user's setting.

Refer to Figure 3-8 for further illustration.

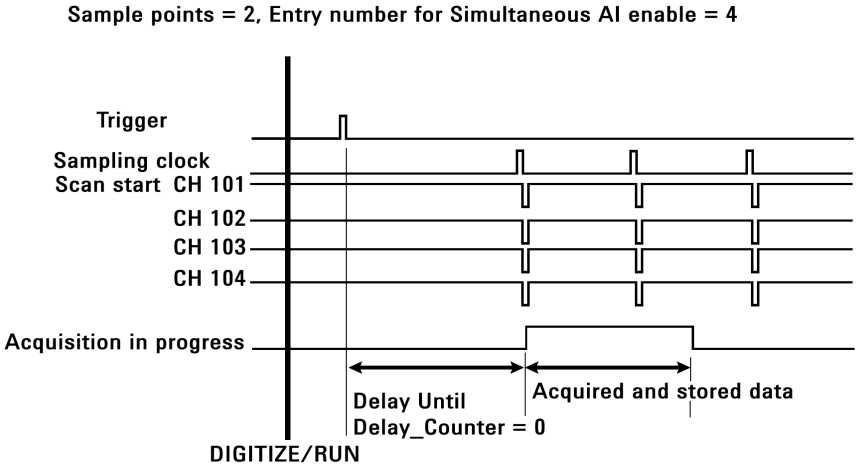



**Figure 3-8** Delay-trigger

## Digital trigger

There are positive and negative conditions in digital trigger. It is used when a rising or falling edge is detected on the digital signal. Positive condition is used when it triggers from low to high, while high to low when the negative condition is used.

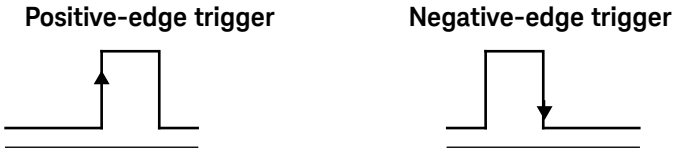



**Figure 3-9** Positive and negative edge of digital trigger

## Analog trigger

There are three analog trigger conditions in U2500A series DAQ and the trigger conditions are as follows:

- Above high
- Below low
- Window

It uses two threshold voltages, which are Low-Threshold and High-Threshold. Users can easily configure the analog trigger conditions using the Keysight Measurement Manager software.

### Above high

The following figure illustrates the above high analog trigger condition. The trigger signal is generated when the analog input signal is higher than the High-Threshold voltage. In this trigger condition, the Low-Threshold voltage is not used.

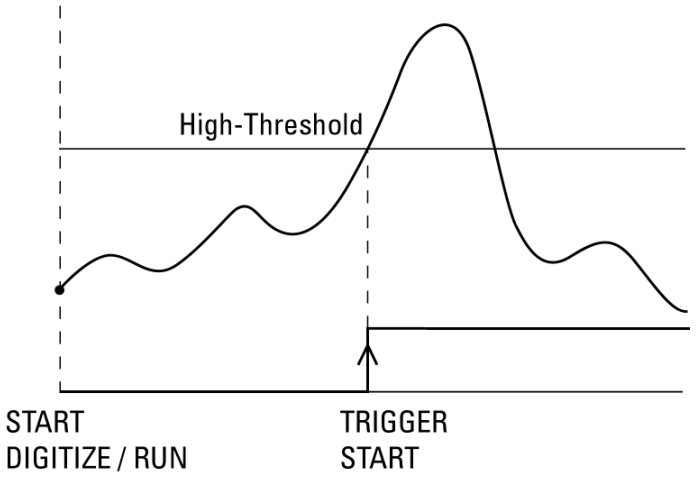



**Figure 3-10** Above high trigger condition

### Below low

In below low trigger condition, the trigger signal is generated when the analog input signal is lower than the Low-Threshold voltage. In this trigger condition, the High-Threshold voltage is not used. The following figure illustrates the below low analog trigger condition.

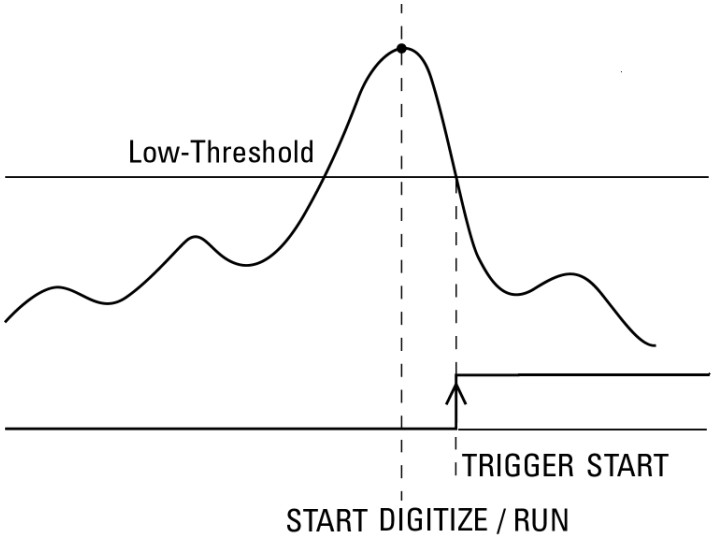



**Figure 3-11** Below low trigger condition

### Window

The window trigger condition is shown in the following diagram. The trigger signal is generated when the input analog signal falls within the voltage range of the High-Threshold and Low-Threshold.

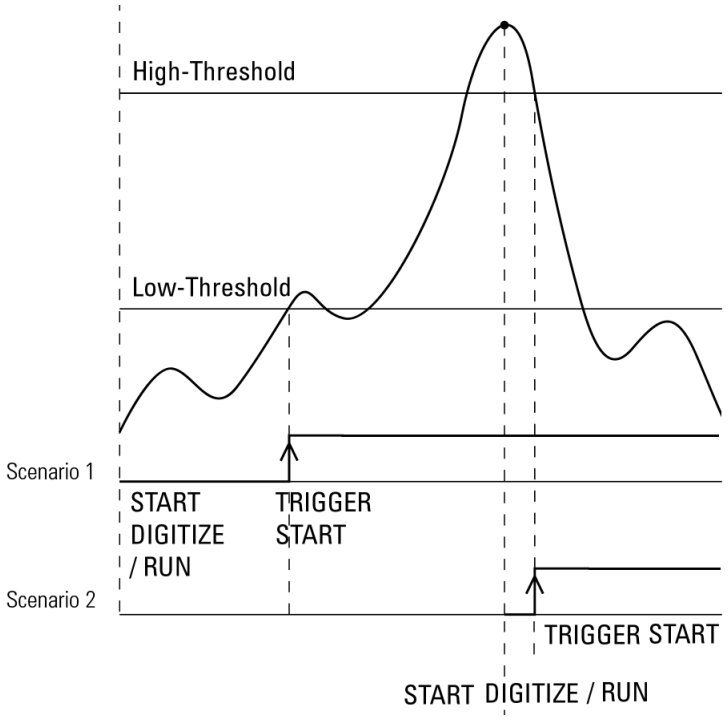



**Figure 3-12** Window trigger condition

**NOTE** The High-Threshold voltage must be set higher than Low-Threshold.

# SCPI Programming Examples

## Analog input

### Example 1:

```
// Digital trigger with delay trigger type
// Supply Digital trigger signal to EXTD_AI_TRIG
-> *CLS; *RST
-> ROUT:ENAB 1, (@101)
-> ACQ:POIN 1000                    // For “DIG” mode
-> ACQ:SRAT 1000
-> TRIG:SOUR EXTD                   // Digital Trigger
-> TRIG:DTRG:POL POS
-> TRIG:TYPE DEL
-> TRIG:DCNT 225000000              // Count value ~= 4.6875 s
-> WAV:STAT?
<- EMPT
-> WAV:COMP?
<- YES
-> DIG                              // Start single-shot acquisition
-> WAV:STAT?
<- FRAG
-> WAV:COMP?                        // To check acquisition completion for
                                    DIG
<- NO
// Wait for trigger. Five seconds delay after the trigger event
-> WAV:STAT?
<- DATA
-> WAV:COMP?
<- YES
<- WAV:DATA?
<- #800002000 <byte><byte>...       // Raw data returned by DAQ
```

Example 2:

```
// Digital trigger with Middle trigger type
-> *CLS; *RST
-> ROUT:ENAB 1, (@101)
-> WAV:POIN 1000                    // For "RUN" mode
-> ACQ:SRAT 1000
-> TRIG:SOUR EXTD                   // Digital Trigger
-> TRIG:DTRG:POL POS
-> TRIG:TYPE MID
-> RUN
```

Example 3:

```
// Analog trigger with Pre trigger type
-> *CLS; *RST
-> ROUT:ENAB 1, (@101)
-> ACQ:POIN 1000                    // For "DIG" mode
-> ACQ:SRAT 1000
-> ROUT:SCAN (@101)
-> ROUT:CHAN:POL BIP,(@101)
-> TRIG:SOUR EXTA                   // Analog trigger
-> TRIG:ATRG:COND AHIG              // Above high Threshold trigger
                                    condition
-> TRIG:ATRG:HTHR 3                 // 3 V high Threshold
-> TRIG:ATRG:LTHR -3                // –3 V low Threshold
-> TRIG:TYPE PRE                   // Pre trigger
-> DIG
// Trigger will happen when signal go above 3 V
```

Example 4:

```
// Analog Trigger as trigger channel (CH101)
-> *CLS; *RST
-> ROUT:ENAB 1, (@101)
-> ACQ:POIN 1000                    // For "DIG" mode
-> ACQ:SRAT 1000
-> ROUT:CHAN:POL UNIP,(@133,101)
-> TRIG:SOUR EXTA
-> TRIG:ATRG:SOUR CH101             // Set trigger source to CH101
-> TRIG:ATRG:COND BLOW              // Below Low Threshold trigger
                                    condition
-> TRIG:ATRG:HTHR 6                 // 6 V High Threshold
-> TRIG:ATRG:LTHR                   // 2 V Low Threshold
-> TRIG:TYPE POST                   // Post Trigger
-> DIG
// Trigger will take place when signal fall below 2 V at channel 133
```

**NOTE** Middle-trigger and pre-trigger are not allow in RUN mode, NONE trigger.

## Analog output

### Example 1:

```
// Digital trigger with delay trigger type
// Supply Digital trigger signal to EXTD_AO_TRIG
-> OUTP:TRIG:SOUR EXTD
-> OUTP:TRIG:DTRG:POL NEG
-> OUTP:TRIG:TYPE DEL
-> OUTP:TRIG:DCNT 225000000      // Count value ~= 4.6875 s
-> ROUT:ENAB ON,(@201)
-> OUTP ON
// Wait for trigger
// Output turn on after 4.6875 s of delay (after trigger happen)
```

### Example 2:

```
// Analog trigger with POST trigger type
-> OUTP:TRIG:SOUR EXTA
-> OUTP:TRIG:ATRG:COND WIND      // Window trigger condition (–3 V
                                 to 3 V)
-> OUTP:TRIG:ATRG:HTHR 3         // 3 V high Threshold
-> OUTP:TRIG:ATRG:LTHR –3        // –3 V low Threshold
-> OUTP:TRIG:TYPE POST
-> ROUT:ENAB ON,(@201)
-> OUTP ON
```

THIS PAGE HAS BEEN INTENTIONALLY LEFT BLANK.

# 4 Characteristics and Specifications

For the characteristics and specifications of the U2500A Series USB Simultaneous Sampling Multifunction Data Acquisition Devices, refer to the datasheet at http://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/5991-0651EN.pdf.

THIS PAGE HAS BEEN INTENTIONALLY LEFT BLANK.

# 5 Calibration

Self-Calibration 82

This chapter introduces the procedures to perform calibration process to the U2500A series DAQ devices to minimize A/D measurement errors and D/A output errors.

# Self-Calibration

The Keysight U2500A series DAQ devices are factory-calibrated before shipment. The on-board reference voltage is calibrated and measured to ensure measurement accuracy. The device includes a self-calibration function to ensure accuracy of the measurement made under different environment usage.

For self-calibration, executing the calibration command will initiate a voltage adjustment in sequence for the specified DAC channel. This sequence sets a zero and gain adjustment constant for each DAC output.

Self-calibration can be initiated using the following SCPI command:

```
CALibration:BEGin
```

The functions of the DAQ will be halted until the self-calibration process is completed. You can query the status of calibration through the following SCPI command:

```
*OPC?
```

The two ways of performing self-calibration will be introduced in this section. The first option is by using the Keysight Connection Expert to send the related SCPI commands and the second option is to use the Keysight Measurement Manager application software.

### Option 1: Self-calibration with Keysight Connection Expert

**WARNING**

- Unplug all cables that are connected to the DAQ device before performing self-calibration.
- Any cables connected to the DAQ device will cause the failure of the self-calibration process.

**NOTE**

It is recommended that the DAQ device is powered-up at least 20 minutes before performing self-calibration.

1 Power on the DAQ and disconnect all connections from the device. Warm it up for 20 minutes to ensure that it is operating in a stable condition.

2 Go to **Start > All Programs > Keysight IO Libraries Suite > Keysight Connection Expert** to launch the Keysight Connection Expert.

3 Connect the DAQ device to the PC with a mini-B type USB cable. The connected DAQ device will be visible in the **Instrument I/O on this PC** panel as illustrated in Figure 5-1.

4 Select the DAQ device that you wish to send the SCPI commands to and click the **Interactive IO** icon on the toolbar to launch the Keysight Interactive IO. See Figure 5-1.

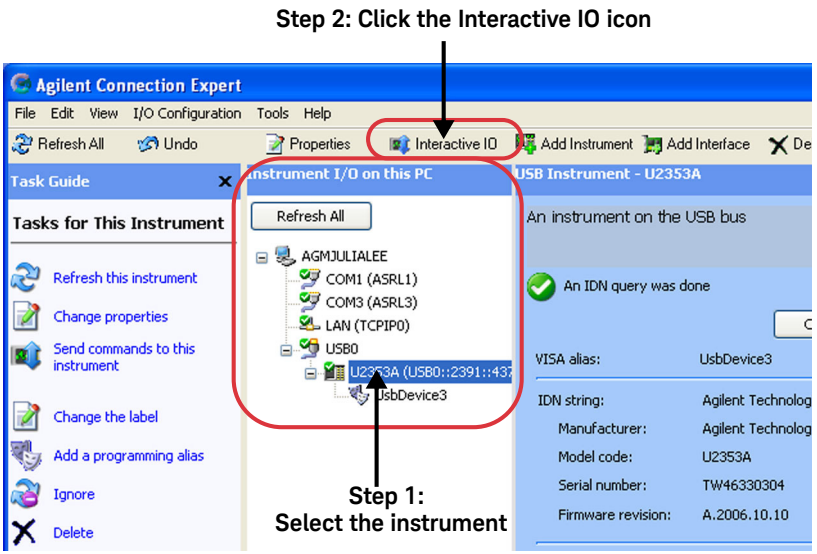



**Figure 5-1** Launch the Interactive IO in Keysight Connection Expert

5 The **Keysight Interactive IO** dialog box will appear as shown in Figure 5-2. Click **Send & Read** to send the "`*IDN?`" default command. This instrument's response should appear in the **Instrument Session History** panel.

6 Successful communication between the Keysight Connection Expert and the connected hardware will be shown in the **Instrument Session History** panel. The users may now send other SCPI commands to the instrument.

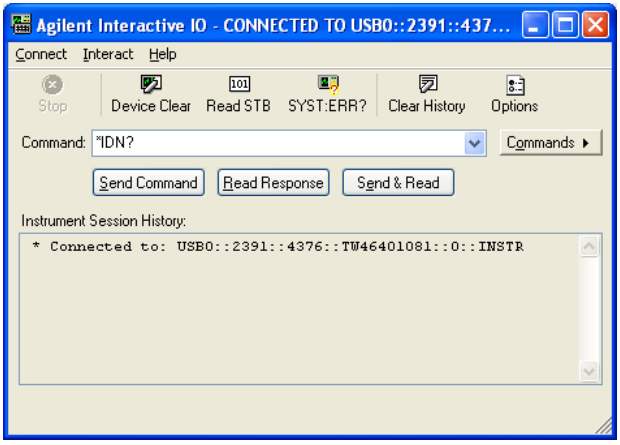



**Figure 5-2** Interactive IO dialog box

7 Ensure that the DAQ device has been warmed up for 30 minutes. Send the SCPI commands "`*RST`" and "`*CLS`" to clear the register in DAQ device.

8 Send "`CAL:BEG`" to start the self-calibration process. This process may take a few minutes to complete.

9 Send "`*OPC?`" to check the operation complete status.

10 If "`*OPC?`" returns `1`, send "`SYST:ERR?`" to check if any system error has occurred during the self-calibration process. If there is no system error, the self-calibration process is done. Otherwise, the self-calibration process has failed.

### Option 2: Self-calibration with Keysight Measurement Manager

**WARNING**

- Unplug all cables that are connected to the DAQ device before performing self-calibration.
- Any cables connected to the DAQ device may cause the failure of the self-calibration process.

1 Power on the DAQ device and disconnect all connections from it. Warm it up for 20 minutes to ensure that it is operating in a stable condition.

2 Connect the DAQ device to the PC with a mini-B type USB cable. Launch the Keysight Measurement Manager and select the DAQ device you wish to perform the self-calibration process on.

3 Go to **Tools** and select **Self Calibration**.

4 The **Self Calibration Form** dialog box will appear as shown below.

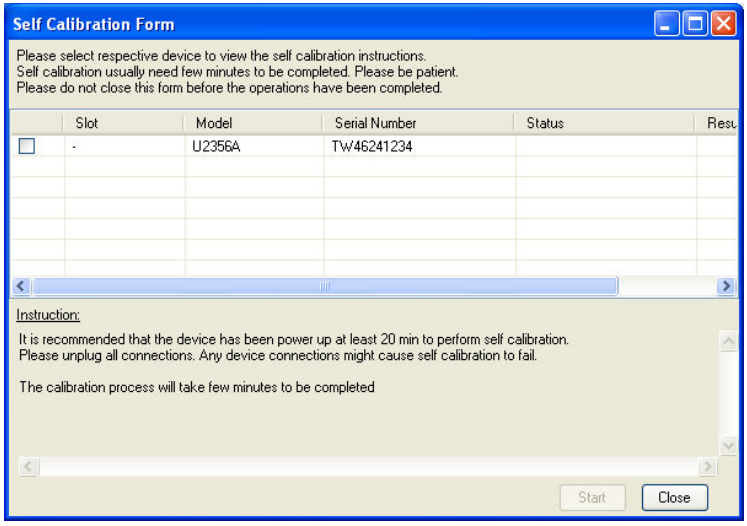



**Figure 5-3** Self Calibration Form dialog box in Keysight Measurement Manager

5 Select the instrument that you would like to perform self-calibration and the **Start** button will be enabled. Click the **Start** button to proceed. See Figure 5-4.

6 The calibration process will take a few minutes to be completed. Once done, the status and results of the process will be displayed as shown in Figure 5-5.

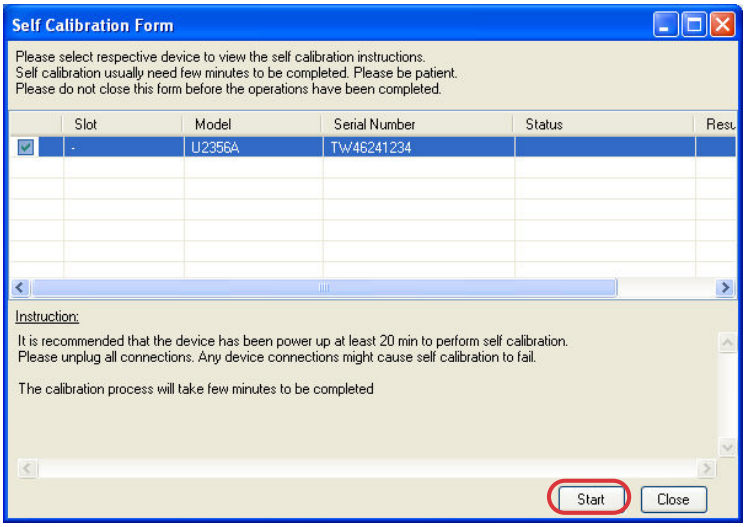



**Figure 5-4** Self Calibration Form dialog box in Keysight Measurement Manager with a device being selected

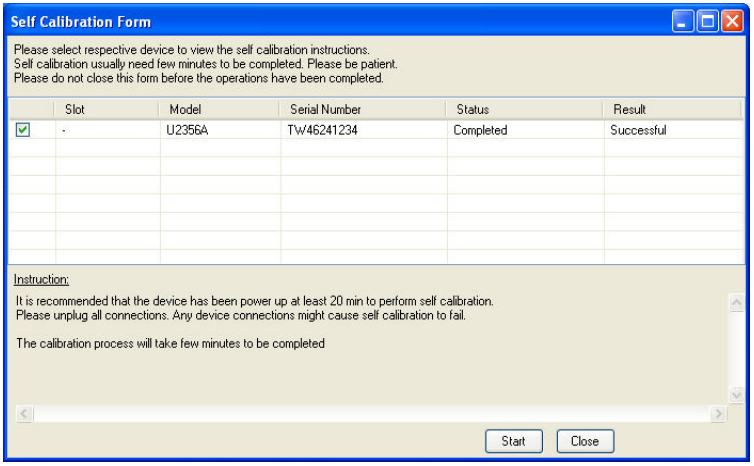



**Figure 5-5** Self Calibration Form dialog box in Keysight Measurement Manaer showing the status and resultof the self-calibration process

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

© Keysight Technologies 2007-2020
Edition 10, October 2020

Printed in Malaysia

U2541-90011
www.keysight.com

# Systèmes d’acquisition de données multifonctions et d’échantillonnage simultané USB Keysight de la série U2500A

Guide d’utilisation

KEYSIGHT TECHNOLOGIES

Avis : Ce document contient des références à Agilent. Veuillez noter que le groupe de test et mesure d'Agilent est devenu Keysight Technologies. Pour plus d'informations, visitez **www.keysight.com.**



# Avertissements

## Copyright Notice

© Keysight Technologies 2007-2020

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 Keysight Technologiespar quelque moyen que ce soit, sont interdits sauf consentement écrit préalable de la société.

## Marques commerciales

Pentium est une marque d'Intel Corporation déposée aux Etats-Unis.

Microsoft, Visual Studio, Windows et MS Windows sont des marques déposées de Microsoft Corporation aux Etats-Unis et/ou dans d'autres pays.

## Référence du manuel

U2541-90002

## Édition

Édition10, octobre2020

## 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 règlementation 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 Etats-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 DFAR 227.7103-5 (c), applicables à toutes les données techniques.

## Garantie

LES INFORMATIONS CONTENUES DANS CE DOCUMENT SONT FOURNIES EN L'ETAT ET POURRONT FAIRE L'OBJET DE MODIFICATIONS SANS PREAVIS DANS LES EDITIONS ULTÉRIEURES. DANS LES LIMITES DE LA LÉGISLATION EN VIGUEUR, KEYSIGHT 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. KEYSIGHT NE SAURAIT EN AUCUN CAS ÊTRE TENUE RESPONSABLE DES ERREURS OU DES DOMMAGES ACCESSOIRES OU INDIRECTS LIES A LA FOURNITURE, A L'UTILISATION OU A L'EXACTITUDE DES INFORMATIONS CONTENUES DANS CE DOCUMENT OU AUX PERFORMANCES DE TOUT PRODUIT AUQUEL IL SE RAPPORTE. SI KEYSIGHT ET L'UTILISATEUR SONT LIES PAR UN CONTRAT ÉCRIT SEPARE DONT LES CONDITIONS DE GARANTIE CONCERNANT CE DOCUMENT SONT EN CONFLIT AVEC LES PRESENTES CONDITIONS, LES CONDITIONS DE LA GARANTIE DU CONTRAT SEPARE PREVALENT.

## Informations relatives à la sécurité

**ATTENTION**

La mention ATTENTION signale un La mention ATTENTION signale un danger. 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 ne pas poursuivre tant que les conditions indiquées n'ont pas été parfaitement comprises et remplies.

**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

| | | | |
|---|---|---|---|
|  | Courant continu |  | Marche (alimentation) |
|  | Courant alternatif |  | Arrêt (alimentation) |
|  | Courant alternatif et continu |  | Equipement protégé par une double isolation ou une isolation renforcée |
|  | Courant alternatif triphasé |  | Attention, danger d'électrocution |
|  | Borne de prise de terre |  | Attention, surface chaude |
|  | Terminal conducteur de protection |  | Attention, danger (voir la note) |
|  | Terminal du cadre ou du châssis |  | Bouton-poussoir bistable en position enfoncée |
|  | Equipotentialité |  | Bouton-poussoir bistable en position normale |

# Consignes de sécurité générales

Les consignes de sécurité présentées dans cette section doivent être appliquées dans toutes les phases de l'utilisation, de l'entretien et de la réparation de cet équipement. Le non-respect de ces précautions ou des avertissements spécifiques mentionnés dans ce manuel constitue une violation des normes de sécurité établies lors de la conception, de la fabrication et de l'usage normal de l'instrument. Keysight Technologies ne saurait être tenu responsable du non-respect de ces consignes.

**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.
- N'appliquez pas de tensions supérieures aux tensions nominales prévues (indiquées sur l'appareil) entre les bornes ou entre une borne et la masse externe.
- Utilisez toujours l'appareil avec les câbles fournis.
- Observez tous les marquages portés par l'appareil avant de le brancher.
- Eteignez 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 amovible démonté ou détaché.
- Ne connectez aucun câble et aucun bornier avant d'avoir effectué le processus d'autotest.
- Afin d'éviter tout danger, utilisez uniquement l'adaptateur de puissance fourni par le fabricant.
- Les fluctuations de la tension d'alimentation du réseau principal ne doivent pas dépasser 10 % de la principale tension nominale.

**ATTENTION**

- Ne chargez pas les bornes de sortie au-delà des limites de courant indiquées. L'application d'une tension excessive ou la surcharge de l'appareil peut provoquer des dommages irréversibles à ses circuits.
- L'application d'une tension excessive ou d'une surcharge sur les bornes d'entrée endommagera définitivement l'appareil.
- Si l'appareil est utilisé d'une manière non recommandée par le fabricant, cette utilisation peut inhiber la protection assurée par le périphérique.
- Utilisez toujours un chiffon sec pour nettoyer l'appareil. N'utilisez pas d'alcool éthylique ou autre liquide volatile pour nettoyer l'appareil.
- Ne bloquez aucun des orifices d'aération de l'appareil.

# Conditions ambiantes

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

| Conditions ambiantes | Exigences |
|---|---|
| Température de fonctionnement | de 0 à +55 °C |
| Humidité en fonctionnement | Entre 15 % et 85 % HR (sans condensation) |
| Température de stockage | –20°C à 70 °C |
| Altitude | Jusqu'à 2000 m |
| Degré de pollution | 2 |
| Catégorie d'installation | II |

**REMARQUE**

Le Série U2500A Systèmes d'acquisition de données multifonctions et d'échantillonnage simultané USB est conforme aux normes de sécurité et aux normes EMC suivantes.

- CEI 61010-1:2001/EN 61010-1:2001
- Canada : CAN/CSA-C22.2 N°61010-1-04
- États-Unis : ANSI/UL 61010-1: 2004
- CEI 61326-1:2002/EN 61326-1:1997+A1:1998+A2:2001+A3:2003
- CISPR 11 : 1990/EN55011:1990 – Groupe 1, Classe A
- Canada : ICES-001 : 2004
- Australie/Nouvelle Zélande : AS/NZS CISPR11:2004

Reportez-vous à la Déclaration de conformité pour connaître la révision actuelle. Accédez à http://www.keysight.com/go/conformity pour plus d'informations.

# Marquages réglementaires

| | | | |
|---|---|---|---|
| CE<br>ISM 1-A | 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. | C US | Le marquage CSA est une marque déposée de l'Association canadienne de normalisation (Canadian Standards Association). Le marquage CSA accompagné des mentions « C » et « US » signifie que le produit est certifié conforme aux normes américaines et canadiennes pour le marché américain et le marché canadien. |
| **ICES/NMB-001** | ICES/NMB-001 indique que cet appareil ISM est conforme à la norme canadienne ICES-001. |  | La marque RCM est une marque déposée de l'Australian Communications and Media Authority. |

# Directive 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/U2500A
  (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 . . . . . 5
Consignes de sécurité générales . . . . . 6
Conditions ambiantes . . . . . 8
Marquages réglementaires . . . . . 9
Directive européenne 2002/96/CE relative aux déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE) . . . . . 10
Catégorie du produit : . . . . . 10
Support technique et commercial . . . . . 10

1 Mise en route

Présentation des systèmes DAQ de la série U2500A . . . . . 18
Présentation du produit . . . . . 19
Présentation du produit . . . . . 19
Dimensions du produit . . . . . 20
Présentation du bornier . . . . . 21
Liste de contrôle des éléments de la version standard . . . . . 22
Installation logicielle . . . . . 23
Installation du kit de montage en L . . . . . 24
Maintenance générale . . . . . 26
Informations supplémentaires . . . . . 27
Vérification du matériel . . . . . 27
Exemples de code . . . . . 28

2 Configuration des broches des connecteurs

Introduction . . . . . 30
Configuration des broches du connecteur pour les modèles U2531A, U2541A et U2542A . . . . . 31
Configuration des broches du connecteur à 55 broches (J1) . . . . . 34

3 Fonctions et caractéristiques

Présentation des fonctions . . . . . 38
Mode de fonctionnement d'entrée analogique . . . . . 39
Conversion de données A/N . . . . . 46
Format de données AI . . . . . 51
Mode de fonctionnement de sortie analogique . . . . . 53
Tension de référence du convertisseur N/A . . . . . 56
Format de données AO . . . . . 57
Entrées/sorties numériques . . . . . 59
Compteur numérique polyvalent (GPC) . . . . . 62
Sources de déclenchement . . . . . 68
Types de déclenchement . . . . . 70
Déclenchement numérique . . . . . 74
Déclenchement analogique . . . . . 74
Exemples de programmes SCPI . . . . . 78
Entrée analogique . . . . . 78
Sortie analogique . . . . . 81

4 Caractéristiques et spécifications

5 Etalonnage

Auto-étalonnage . . . . . 86

# Liste des figures


Figure 2-1 Vue verticale du connecteur . . . . . 30
Figure 2-2 Vue horizontale du connecteur . . . . . 30
Figure 2-3 Configuration des broches pour les modèles U2531A, U2541A et U2542A . . . . . 31
Figure 2-4 Connecteur (J1) à 55 broches . . . . . 34
Figure 3-1 Schéma fonctionnel du système DAQ de la série U2500A . . . . . 40
Figure 3-2 Entrées/sorties numériques polyvalentes des systèmes DAQ Keysight de la série U2500A . . . . . 59
Figure 3-3 Compteur numérique polyvalent . . . . . 62
Figure 3-4 Mode totalisateur . . . . . 63
Figure 3-5 Pré-déclenchement . . . . . 70
Figure 3-6 Déclenchement intermédiaire . . . . . 71
Figure 3-7 Post-déclenchement . . . . . 72
Figure 3-8 Déclenchement retardé . . . . . 73
Figure 3-9 Front positif et négatif du déclenchement numérique 74
Figure 3-10 Condition de déclenchement au-dessus d'un seuil haut . . . . . 75
Figure 3-11 Condition de déclenchement en dessous d'un seuil bas . . . . . 76
Figure 3-12 Condition de déclenchement de fenêtre . . . . . 77
Figure 5-1 Lancez Interactive IO dans Keysight Connection Expert . . . . . 87
Figure 5-2 Boîte de dialogue Interactive IO . . . . . 88
Figure 5-3 Boîte de dialogue Self Calibration Form de Keysight Measurement Manager . . . . . 89
Figure 5-4 Boîte de dialogue Self Calibration Form dans Keysight Measurement Manager indiquant un appareil sélectionné . . . . . 90
Figure 5-5 Boîte de dialogue Self Calibration Form dans Keysight Measurement Manager indiquant l'état et les résultats du processus d'auto-étalonnage . . . . . 91

CETTE PAGE EST BLANCHE INTENTIONNELLEMENT.

# Liste des tableaux


Tableau 2-1 Légende des broches pour les modèles U2531A, U2541A et U2542A . . . . . 32
Tableau 2-2 Attribution des broches pour le connecteur J1 de la série U2500A . . . . . 34
Tableau 2-3 Légende du connecteur J1 de la série U2500A . . . . . 35
Tableau 3-1 Présentation du fonctionnement de l'entrée analogique . . . . . 40
Tableau 3-2 Plage d'entrée analogique et code numérique en sortie pour tension bipolaire . . . . . 51
Tableau 3-3 Plage d'entrée analogique et code numérique en sortie pour tension unipolaire . . . . . 51
Tableau 3-4 Plage d'entrée analogique et code numérique en sortie pour tension bipolaire . . . . . 52
Tableau 3-5 Plage d'entrée analogique et code numérique en sortie pour tension unipolaire . . . . . 52
Tableau 3-6 Mode de fonctionnement de sortie analogique . . . . . 53
Tableau 3-7 Tableau du code numérique et de la tension de sortie pour tension de sortie bipolaire (U2531A, U2541A et U2542A) . . . . . 58
Tableau 3-8 Tableau du code numérique et de la tension de sortie pour tension de sortie unipolaire (U2531A, U2541A et U2542A) . . . . . 58
Tableau 3-9 Type de déclenchement pour acquisition mono-coup du mode continue . . . . . 68
Tableau 3-10 Type de déclenchement pour acquisition continue du mode continu . . . . . 69

CETTE PAGE EST BLANCHE INTENTIONNELLEMENT.

# 1 Mise en route

Présentation des systèmes DAQ de la série U2500A 18
Présentation du produit 19
Présentation du bornier 21
Liste de contrôle des éléments de la version standard 22
Installation logicielle 23
Installation du kit de montage en L 24
Maintenance générale 26
Informations supplémentaires 27

Ce chapitre contient les instructions de mise en route des systèmes DAQ de la série U2500A, de la configuration système requise au contrôle des installations matérielle et logicielle et au démarrage du logiciel d'application Keysight Measurement Manager.

# Présentation des systèmes DAQ de la série U2500A

Les systèmes d'acquisition de données multifonctions (DAQ) et d'échantillonnage simultané (SS) USB Keysight de la série U2500A sont des périphériques hautes performances et conviviaux. Ils peuvent être utilisés comme appareils autonomes ou modulaires. Cependant, si le module est utilisé comme appareil modulaire, il doit être installé sur le châssis d'instrument modulaire USB U2781A de Keysight. La série U2500A comprend les trois modèles suivants :

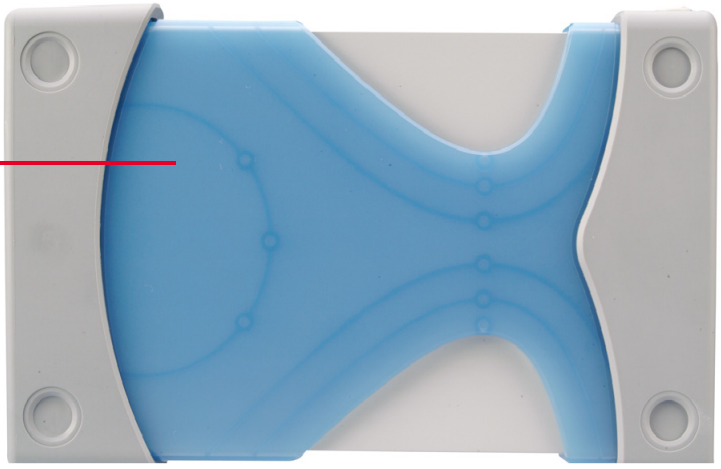
- U2531A : 4 voies SS multifonctions DAQ, 14 bits, 2 Méch/s
- U2541A : 4 voies SS multifonctions DAQ, 16 bits, 250 kéch/s
- U2542A : 4 voies SS multifonctions DAQ, 16 bits, 500 kéch/s

Les systèmes DAQ de la série U2500A sont compatibles avec une large gamme d'environnements de développement d'applications (ADE), tels que Keysight VEE, LabVIEW, MALTLAB et Microsoft Visual Studio. Un logiciel d'application facile à utiliser, le programme Keysight Measurement Manager, est joint à chaque système.

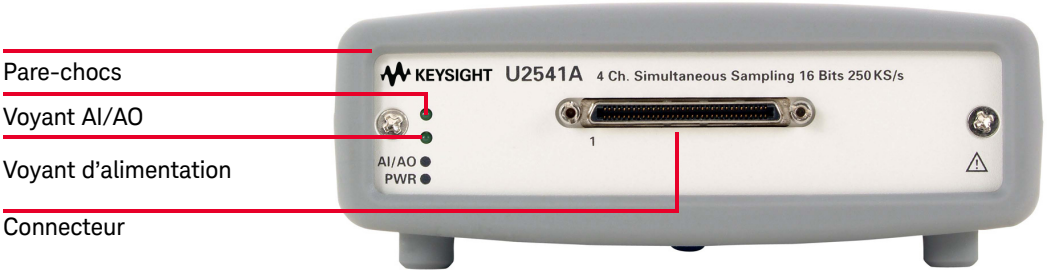
# Présentation du produit

## Présentation du produit

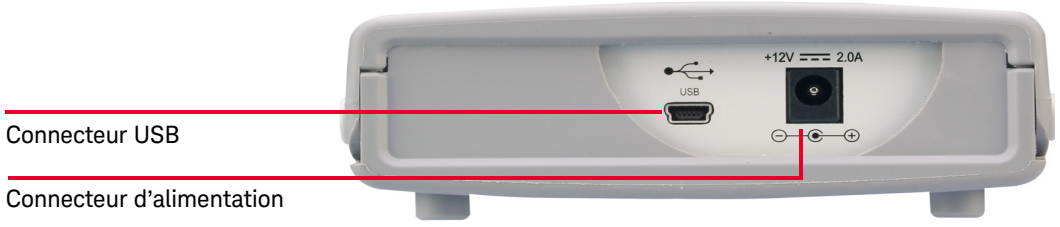
### Vue de dessus




### Vue de l'avant



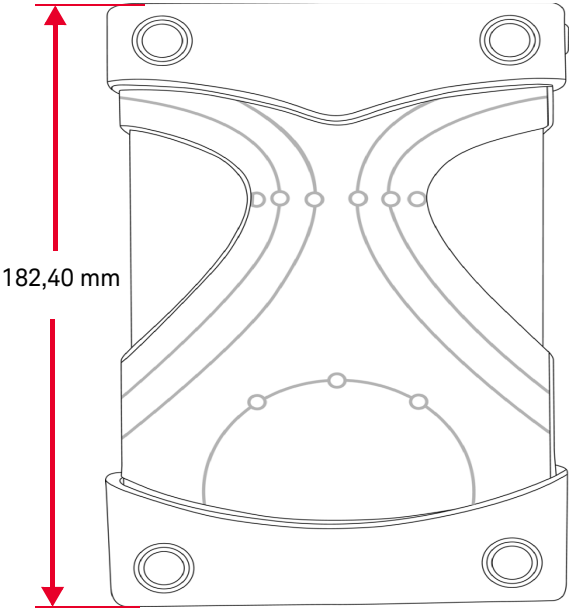

### Vue arrière



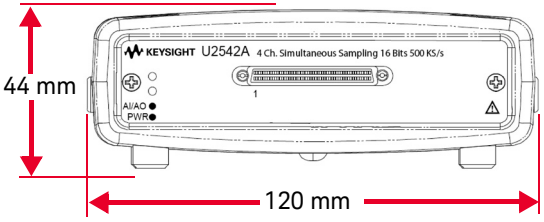
## Dimensions du produit

**Avec le boîtier en plastique**

Vue de dessus

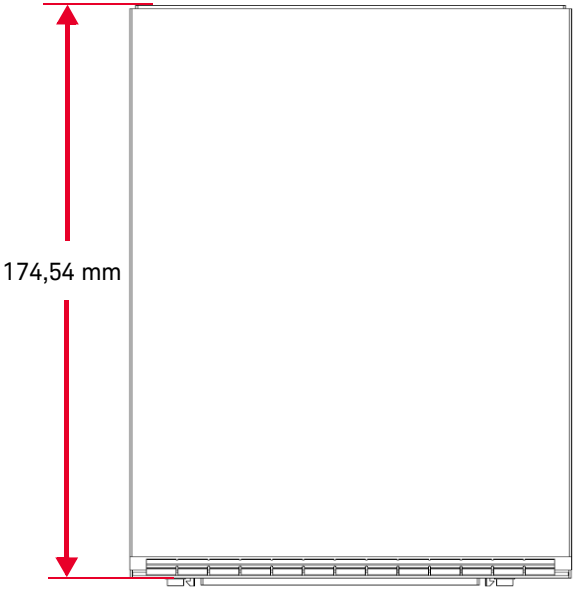



Vue de l’avant

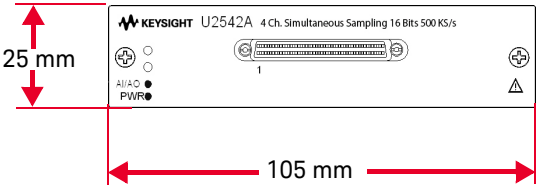



**Sans le boîtier en plastique**

Vue de dessus

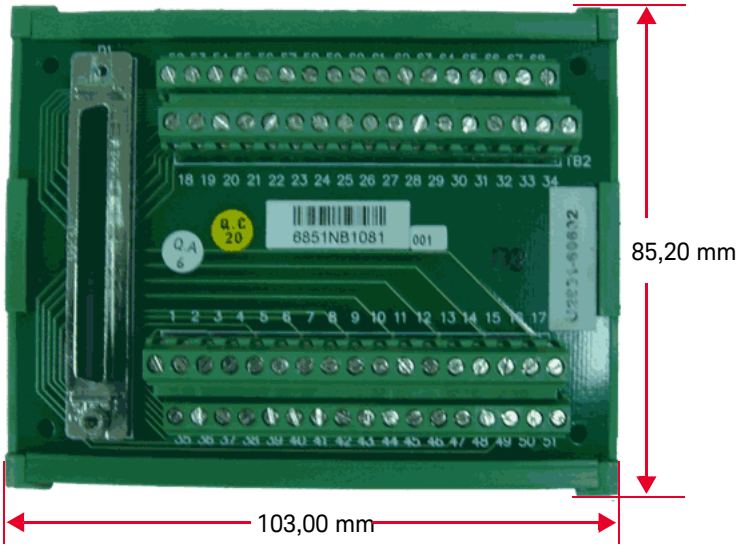



Vue de l’avant

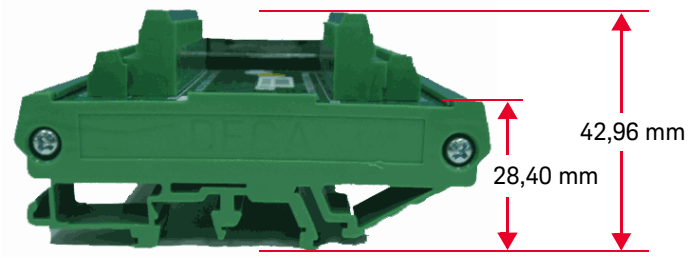


# Présentation du bornier

## Vue de l'avant




## Vue latérale



## Liste de contrôle des éléments de la version standard

Inspectez le contenu de l'emballage pour vérifier que les éléments suivants vous ont bien été livrés avec les systèmes DAQ de la série U2500A. S'il manque un ou plusieurs de ces éléments, contactez le distributeur Keysight le plus proche.

- ✔ Adaptateur d'alimentation CC
- ✔ Cordon d'alimentation
- ✔ Câble d'extension USB
- ✔ Kit de montage en L (utilisé avec le châssis d'instrument modulaire Keysight U2781A)
- ✔ Guide de mise en route *Produits et systèmes modulaires USB Keysight*
- ✔ DVD-ROM de référence des produits et systèmes modulaires USB Keysight
- ✔ CD-ROM *Keysight Automation-Ready* (comprend l'Keysight IO Libraries Suite)
- ✔ Certificat d'étalonnage

**AVERTISSEMENT** **Afin d'éviter tout danger, utilisez uniquement l'adaptateur d'alimentation fourni par le fabricant.**

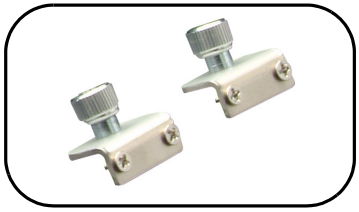
# Installation logicielle

Si vous souhaitez utiliser les appareils USB DAQ de la série U2500A avec le programme d'application Keysight Measurement Manager, suivez étape par étape les instructions figurant dans le *Guide de mise en route Produits et systèmes modulaires USB Keysight*.

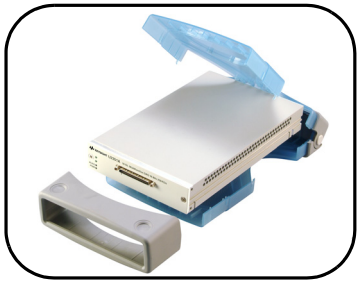
**REMARQUE** **Vous devrez peut-être installer le pilote IVI-COM avant d'utiliser la série U2500A avec un autre environnement de développement d'applications.**

# Installation du kit de montage en L

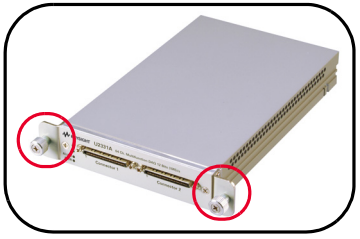
Le kit de montage en L doit être utilisé avec le châssis d'instrument modulaire USB Keysight U2781A. Les instructions suivantes décrivent les procédures simples pour l'installation du kit de montage en L sur les modèles USB U2600A.



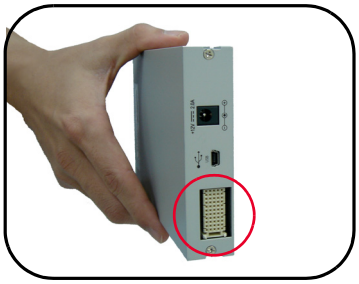
**1** Retirez le kit de montage en L de son emballage.



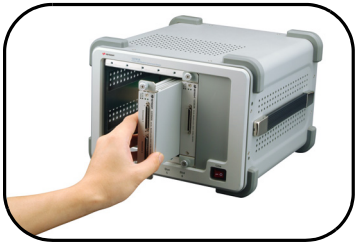
**2** Retirez le périphérique USB de son boîtier en plastique en tirant le pare-chocs (à l'avant du boîtier) vers l'extérieur. Ensuite, soulevez le boîtier en plastique et retirez-le du périphérique USB.



**3** À l'aide d'un tournevis *Philip*, vissez le kit de montage en L sur le périphérique USB.



**4** Pour insérer le module USB dans le châssis, tournez le module perpendiculairement et vérifiez que le connecteur de fond de panier 55 broches se trouve sur le côté inférieur du module USB.



**5** Le périphérique USB est maintenant prêt à être raccordé au châssis d'instrument.

# Maintenance générale

**REMARQUE** **Les réparations ou les opérations de maintenance qui ne sont pas décrites dans ce manuel ne doivent être effectuées que par du personnel qualifié.**

Pour supprimer la poussière ou l'humidité du périphérique USB, procédez comme suit.

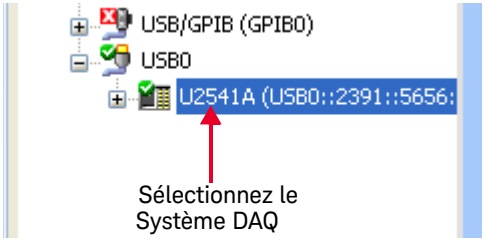
1. Mettez le périphérique USB hors tension et retirez le cordon de l'adaptateur d'alimentation et le câble USB de l'appareil.
2. Retirez le périphérique USB de son boîtier en plastique en tirant le pare-chocs (à l'avant du boîtier) vers l'extérieur. Ensuite, soulevez le boîtier en plastique et retirez-le du périphérique USB.
3. En maintenant le périphérique USB, retirez la poussière qui s'est accumulée sur le panneau du périphérique USB.
4. Essuyez le périphérique USB à l'aide d'un chiffon sec et propre.

# Informations supplémentaires

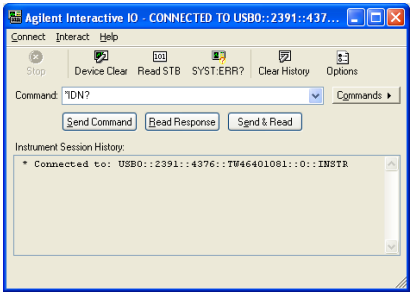
## Vérification du matériel

Keysight Connection Expert est l'un des utilitaires du programme Keysight IO Libraries. Il peut détecter automatiquement les périphériques USB branchés à l'ordinateur et établir la communication entre le périphérique USB et l'ordinateur. Pour vérifier que votre périphérique USB a bien établi une connexion avec votre ordinateur, procédez comme suit.

1. Cliquez sur **Démarrer > Tous les programmes > Keysight IO Libraries Suite > Keysight Connection Expert** pour lancer le programme Keysight Connection Expert.
2. Les périphériques USB connectés sont visibles dans le panneau **Instrument I/O on this PC** comme indiqué ci-dessous. Sélectionnez l'interface de connexion DAQ et cliquez dessus avec le bouton droit de la souris.




3. Un menu contextuel apparaît. Cliquez sur **Send Commands To This Instrument**. La boîte de dialogue Keysight Interactive IO s'affiche, comme indiqué ci-dessous. Cliquez sur **Send & Read** pour envoyer la commande SCPI par défaut `*IDN?`. La réponse de l'appareil apparaît dans le panneau **Instrument Session History**.




4. Si l'ordinateur communique avec le matériel indiqué, le matériel a été installé correctement et la connexion bien établie.

## Exemples de code

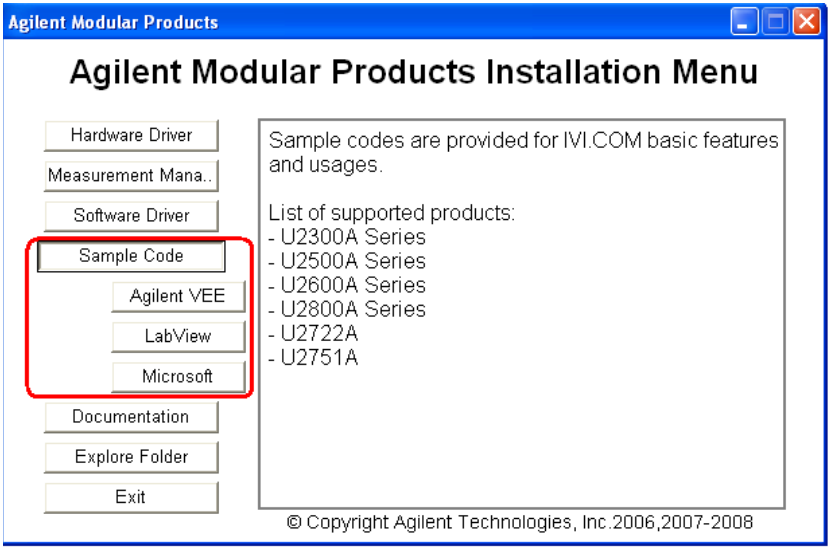
Des exemples de codes pour Keysight VEE, LabView et Microsoft (C#, C++, VB7 et VB6) sont fournis pour vous aider à débuter et à vous familiariser avec l'appareil. Les exemples de code fournis pour chaque langage sont comme suit.

- **Example1** : Montre comment initialiser l'appareil
- **DigitalIO** : Lecture de données à partir de l'appareil et écriture de données sur l'appareil
- **OneShot** : Acquisition des données à partir de la mesure et renvoi à l'utilisateur
- **Counter** : Fonction de compteur de base tel que la configuration du compteur et la mesure de la fréquence
- **ArbWav** : Génération d'un signal arbitraire
- **StdWav** : Génération d'un signal standard

### Pour afficher l'exemple de code

Sélectionnez **Sample Code** dans le menu d'installation des appareils modulaires Keysight et choisissez le type de langage.

Voir la figure ci-dessous.



# 2 Configuration des broches des connecteurs

Introduction 30
Configuration des broches du connecteur pour les modèles U2531A, U2541A et U2542A 31
Configuration des broches du connecteur à 55 broches (J1) 34

Ce chapitre décrit la configuration des broches du système d’acquisition de données multifonctions et d’échantillonnage simultané USB de la série U2500A et la configuration des broches du connecteur de fond de panier 55 broches.

# Introduction

Les systèmes d'acquisition de données multifonctions (DAQ) et d'échantillonnage simultané USB de la série U2500A sont équipés de connecteurs femelles 68 broches de type VHDCI. La configuration des broches des connecteurs de tous les systèmes DAQ de la série U2500A est présentée dans ce chapitre.

Lorsque le module DAQ est utilisé dans un châssis d'instrument modulaire (U2781A), voir la Figure 2-1 pour la numérotation des broches. Lorsque le module DAQ est utilisé comme appareil autonome, voir la Figure 2-2.

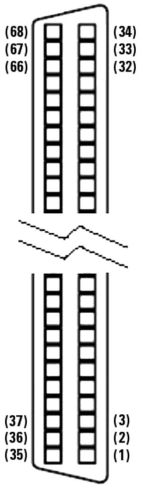



**Figure 2-1** Vue verticale du connecteur

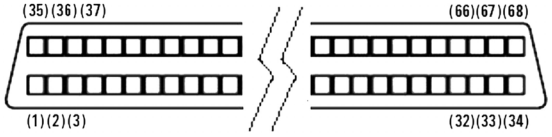



**Figure 2-2** Vue horizontale du connecteur

# Configuration des broches du connecteur pour les modèles U2531A, U2541A et U2542A

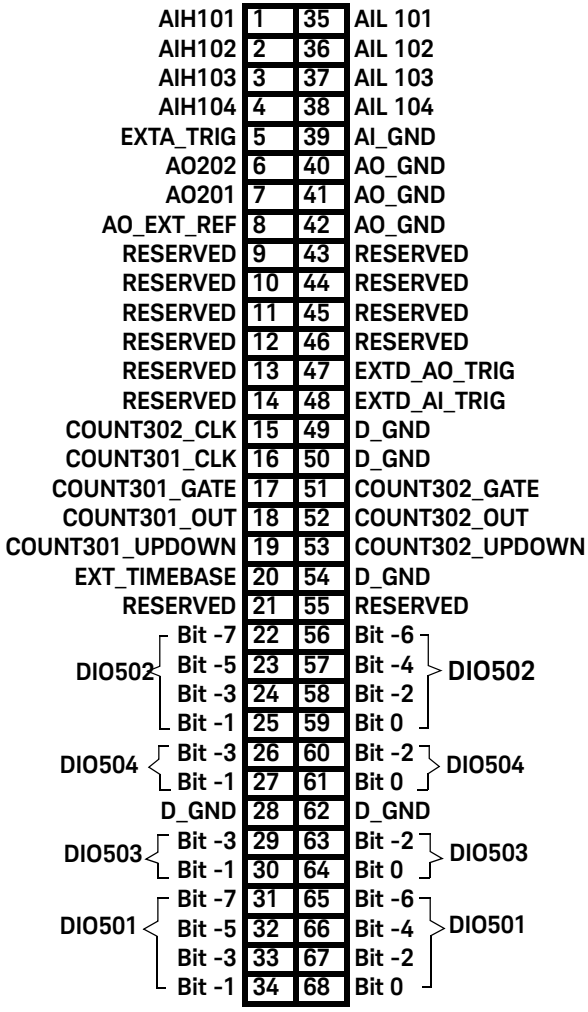



**Figure 2-3** Configuration des broches pour les modèles U2531A, U2541A et U2542A

**Tableau 2-1** Légende des broches pour les modèles U2531A, U2541A et U2542A

| Broche | Désignation du signal | Direction | Reference | Description |
|---|---|---|---|---|
| 1 à 4 | AIH<101…104> | Entrée | AIL<101…104> | Entrée différentielle positive pour la voie AI <101…104> |
| 5 | EXTA_TRIG | Entrée | AI_GND | Déclenchement analogique externe AI |
| 6 | AO202 | Sortie | AO_GND | Sortie analogique, voie 2 |
| 7 | AO201 | Sortie | AO_GND | Sortie analogique, voie 1 |
| 8 | AO_EXT_REF | Entrée | AO_GND | Référence externe des voies de sortie analogique (AO) |
| 9 à 12 | RESERVED | Entrée | Sans objet | RESERVED |
| 13, 14 | RESERVED | Sortie | D_GND | RESERVED |
| 15 | COUNT<302>_CLK | Entrée | D_GND | Source du compteur <302> |
| 16 | COUNG<301>_CLK | Entrée | D_GND | Source du compteur <301> |
| 17, 51 | COUNT<301,302>_GATE | Entrée | D_GND | Porte de compteur <301,302> |
| 18, 52 | COUNT<301,302>_OUT | Entrée | D_GND | Sortie de compteur <301,302> |
| 19, 53 | COUNT<301,302>_UPDOWN | Entrée | D_GND | Commande de comptage/décomptage du compteur <301,302> |
| 20 | EXT_TIMEBASE | Entrée | D_GND | BASE DE TEMPS externe |
| 21, 28, 49, 50, 54, 62 | D_GND | Sans objet | Sans objet | Masse numérique |
| 22, 56, 23, 57, 24, 58, 25, 59 | DIO502<7,0> | E/S programmables | D_GND | E/S numériques programmables de la voie 502 |
| 26, 60, 27, 61 | DIO504<3,0> | E/S programmables | D_GND | E/S numériques programmables de la voie 504 |
| 29, 63, 30, 64 | DIO503<3,0> | E/S programmables | D_GND | E/S numériques programmables de la voie 503 |
| 31, 65, 32, 66, 33, 67, 34, 68 | DIO501<7,0> | E/S programmables | D_GND | E/S numériques programmables de la voie 501 |

**Tableau 2-1** Légende des broches pour les modèles U2531A, U2541A et U2542A (suite)

| Broche | Désignation du signal | Direction | Reference | Description |
|---|---|---|---|---|
| 35 à 38 | AIL<101…104> | Entrée | Sans objet | Entrée différentielle négative pour la voie AI <101…104> |
| 39 | AI_GND | Sans objet | Sans objet | Masse analogique pour l'entrée analogique |
| 40 à 42 | AO_GND | Sans objet | Sans objet | Masse analogique pour la sortie analogique |
| 43 à 46 | RESERVED | Entrée | Sans objet | RESERVED |
| 47 | EXTD_AO_TRIG | Entrée | D_GND | Déclenchement externe du signal AO |
| 48 | EXTD_AI_TRIG | Entrée | D_GND | Déclenchement numérique externe AI |
| 21, 55 | RESERVED | Entrée | Sans objet | RESERVED |

# Configuration des broches du connecteur à 55 broches (J1)

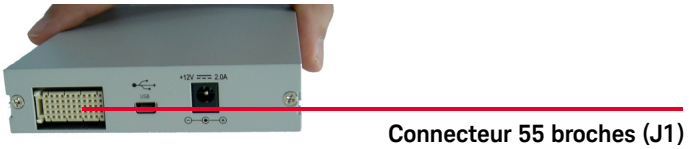



**Figure 2-4** Connecteur (J1) à 55 broches

**Tableau 2-2** Attribution des broches pour le connecteur J1 de la série U2500A

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11 | GND | +12 V | +12 V | GND | USB_D+ | USB_D- | GND |
| 10 | GND | +12 V | +12 V | +12 V | GND | GND | GND |
| 9 | GND | +12 V | +12 V | +12 V | GND | USB_VBUS | GND |
| 8 | GND | LBL0 | BRSV | GND | TRIG0 | LBR0 | GND |
| 7 | GND | LBL1 | GA0 | TRIG7 | GND | LBR1 | GND |
| 6 | GND | LBL2 | GA1 | GND | TRIG1 | LBR2 | GND |
| 5 | GND | LBL3 | GA2 | TRIG6 | GND | LBR3 | GND |
| 4 | GND | LBL4 | STAR_TRIG | GND | TRIG2 | LBR4 | GND |
| 3 | GND | LBL5 | GND | TRIG5 | GND | LBR5 | GND |
| 2 | GND | LBL6 | CLK10M | GND | TRIG3 | LBR6 | GND |
| 1 | GND | LBL7 | GND | TRIG4 | GND | LBR7 | GND |
| | Z | A | B | C | D | E | F |

**Tableau 2-3** Légende du connecteur J1 de la série U2500A

| Broche | Descriptions |
|---|---|
| +12 V | Alimentation +12 V en provenance du fond de panier |
| GND | Masse |
| BRSV | Broches réservées |
| TRIG0 à TRIG7 | Bus de déclenchement, 0 à 7 |
| STAR_TRIG | Déclenchement en étoile |
| CLK10M | Horloge de référence 10 MHz |
| USB_VBUS | Alimentation du bus USB, +5 V |
| USB_D+, USB_D- | Paire différentielle USB |
| LBL <0..7> et LBR <0...7> | Broches réservées |
| GA0, GA1, GA2 | Broches d'adressage géographique |

CETTE PAGE EST BLANCHE INTENTIONNELLEMENT.

# 3 Fonctions et caractéristiques

Présentation des fonctions 38
Mode de fonctionnement d'entrée analogique 39
Mode de fonctionnement de sortie analogique 53
Entrées/sorties numériques 59
Compteur numérique polyvalent (GPC) 62
Sources de déclenchement 68
Exemples de programmes SCPI 78

Ce chapitre décrit les fonctions et les fonctionnalités du système USB DAQ multifonctions et d’échantillonnage simultané Keysight de la série U2500A. Il décrit le fonctionnement des modes d'entrée et de sortie analogique, des entrées/sorties numériques et du compteur numérique polyvalent. Ce chapitre décrit également les sources de déclenchement disponibles pour le système et fournit quelques exemples SCPI pour vous aider dans la programmation.

# Présentation des fonctions

**U2531A** Résolution d'entrée analogique de 14 bits avecfréquence d'échantillonnage maximale de 2 kéch/s

**U2541A** Résolution d'entrée analogique de 16 bits avecfréquence d'échantillonnage maximale de 250 kéch/s

**U2542A** Résolution d'entrée analogique de 16 bits avecfréquence d'échantillonnage maximale de 500 kéch/s

- Echantillonnage simultané pour l'entrée analogique
- Résolution de 14 bits et 16 bits
- 4 entrées différentielles simultanées (entrées numériques)
- Entrée analogique bipolaire et unipolaire programmable
- Auto-étalonnage pris en charge
- Conformité USBTMC 488.2
- Interface USB 2.0 haute vitesse
- Sources de déclenchement multiples – aucun (déclenchement intermédiaire), déclenchement externe analogique/numérique et déclenchement SSI/en étoile (utilisé avec châssis modulaire)

# Mode de fonctionnement d'entrée analogique

Le système DAQ de la série U2500A est équipé de quatre voies d'entrées analogiques (AI) pour échantillonnage simutané (SS) avec fréquence d'échantillonnage programmable. Pour mesurer les signaux analogiques, vous devez définir les propriétés des signaux mesurés. Les propriétés incluent le mode (interrogation/continu), la polarité (bipolaire/unipolaire) et la plage de tension. Vous devrez peut-être aussi définir les voies souhaitées pour l'entrée des signaux analogiques. Pour tous les modèles SS, la configuration des mesures est en mode différentiel (DIFF).

Les opérations d'entrée analogique nécessitent une source de déclenchement. Lorsque la condition de déclenchement est satisfaite, l'acquisition des données commence. Le signal mesuré est placé dans un tampon de données FIFO (premier entré premier sorti). Les entrées analogiques sont capables de mesurer des tensions d'entrée comprises entre ±1,25 V et ±10 V. La Figure 3-1 illustre le schéma fonctionnel des systèmes DAQ de la série U2500A.

Lorsque les systèmes DAQ de la série U2500A sont mis sous tension, les constantes d'étalonnage sont chargées depuis l'EEPROM intégrée pour s'assurer du bon fonctionnement du convertisseur N/A d'étalonnage et du circuit PGA. D'après le schéma fonctionnel de la Figure 3-1, les signaux d'entrée analogique atteindront d'abord le multiplexeur analogique puis le circuit PGA. Ensuite, ils passeront dans le convertisseur analogique/numérique (ADC), où la tension analogique sera convertie en informations numériques que l'ordinateur est capable de traiter ou stocker. Notez que le niveau de déclenchement pour le convertisseur numérique/analogique (DAC) doit être défini si vous souhaitez utiliser le déclenchement analogique.

Dans cette section, plusieurs types de modes d'entrée analogique sont décrits. La conversion analogique/numérique pour 16 bits et 14 bits sera également expliquées à l'aide de formules (bipolaires et unipolaires) Enfin, le format des données d'entrée analogique pour les modèles de la série U2500A est indiqué.

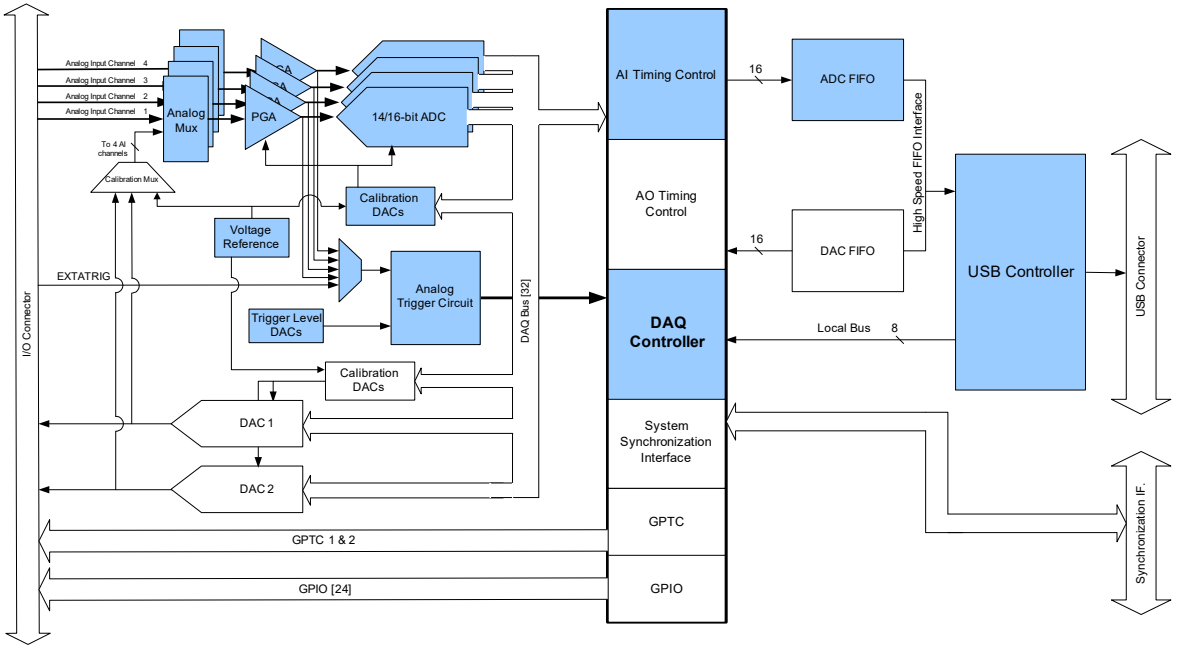



**Figure 3-1** Schéma fonctionnel du système DAQ de la série U2500A

Il existe deux modes de fonctionnement d'entrée analogique différents : interrogation et continu.

**Tableau 3-1** Présentation du fonctionnement de l'entrée analogique

| Fonctionnement | Modes | Types d'acquisition |
|---|---|---|
| Entrée analogique | Mode interrogation | Acquisition des données A/N unique |
| | Mode continu | – Acquisition mono-coup |
| | | – Acquisition continue |

### Mode interrogation

Il s'agit de la méthode la plus simple pour obtenir une mesure unique A/N simultanée pour quatre voies différentes. Le convertisseur A/N commence à convertir un résultat à chaque exécution de la commande SCPI appropriée. La commande SCPI destinée à réaliser une mesure en mode interrogation se trouve dans le sous-système MEASure. Dans ce mode, la synchronisation de la conversion A/N est totalement contrôlée par logiciel.

Avant l'utilisation du mode interrogation, les propriétés du signal mesuré doivent être définies. Les propriétés à définir sont la plage de tension (±10 V, ±5 V, ±2,5 V, ±1,25 V) et la polarité (unipolaire/bipolaire). La plage de tension par défaut est de ±10 V et la polarité par défaut est bipolaire. Ces propriétés peuvent être définies via les commandes SCPI dans le sous-système SOURce. Le type de signal pour les modèles de la série U2500A est en mode différentiel (DIFF).

Par défaut, la mesure en mode interrogation est réalisée une fois que la commande d'interrogation `MEASure?` est reçue par les systèmes. Ce comportement peut être modifié en indiquant au système de créer une plage moyenne de mesures avant de renvoyer la valeur finale aux utilisateurs. Par exemple, en utilisant la commande SCPI suivante

```
[SENSe]:VOLTage:AVERage 10,(@101)
```

avant la commande d'interrogation `MEASure? (@101)`, le système fera dix mesures ; en fera une moyenne et renverra la valeur moyenne aux utilisateurs.

**REMARQUE** Pour davantage d'informations sur le sous-système MEASure, le sous-système SOURce et [SENSe:]VOLTage, reportez-vous au guide *Keysight U2500A Series USB Simultaneous Sampling Multifunction Data Acquisition Devices Programmer's Reference*.

### Exemple 1 : Interrogation d'entrée analogique

```
-> *CLS;*RST                          //Pour réinitialiser l'état de mise sous tension par défaut du DAQ, cette commande peut être ignorée si cette opération n'est pas requise
-> MEAS? (@101,102,103,104)           //Interrogation de l'entrée analogique avec la condition par défaut
<- 1.50123,5.0012,7.1234,9.1112       //Mesure renvoyée
```

### Exemple 2 : Interrogation d'entrée analogique avec paramètres

```
-> *CLS;*RST                          //Pour réinitialiser l'état de mise sous tension par défaut du DAQ, cette commande peut être ignorée si cette opération n'est pas requise
-> VOLT:RANG 10, (@101,103)           //Définit une plage de 10 V pour les voies 101 et 103
-> VOLT:POL UNIP,(@101,103)           //Définit une mesure UNIPolaire pour les voies 101 et 103
-> VOLT:AVER 100                      //Définit l'interrogation pour effectuer une mesure 100 fois et renvoyer la valeur moyenne valeur
-> MEAS? (@101,103)                   //Demande l'activation de l'interrogation d'entrée analogique pour la configuration ci-dessus avec 100 mesures et le renvoi de la valeur moyenne
<- 1.50123,5.3212                     //Valeur moyenne renvoyée pour 100 mesures sur chaque voie
```

### Mode continu

Il existe deux types de mode continu : mono-coup et acquisition continue. En mode d'acquisition mono-coup, les données sont recueillies en des points d'échantillonnage spécifiés et traitées une seule fois. En mode d'acquisition continue, le processus d'acquisition des données est continu jusqu'à l'envoi de la commande `STOP`. Les commandes SCPI ci-dessous sont utilisées pour démarrer le processus d'acquisition :

– Acquisition mono-coup :

```
DIGitize
```

– Acquisition continue :

```
RUN
```

En mode continu, deux paramètres doivent être mentionnés :

### a) Fréquence d'échantillonnage

La fréquence d'échantillonnage maximale dépend de la fréquence d'échantillonnage du convertisseur analogique/ numérique. Par exemple, si vous définissez la fréquence d'échantillonnage sur la valeur maximale (500 kéch/s pour U2542A) toutes les voies d'entrée analogique échantillonneront chaque donnée en utilisant la même fréquence d'échantillonnage. La commande SCPI qui permet de définir la fréquence d'échantillonnage pour l'entrée analogique est la suivante :

```
ACQuire:SRATe <value>
```

La fréquence d'échantillonnage par défaut est de 1 kHz.

### b) Points d'échantillonnage

Le paramètre des points d'échantillonnage est utilisé pour définir le nombre de points d'acquisition pour chaque voie. Par exemple, si 800 points d'échantillonnage sont définis, la mesure simultanée de quatre voies d'entrée analogique nécessite l'acquisition d'un total de 3 200 échantillons. La commande SCPI qui permet de définir les points d'échantillonnage pour l'entrée analogique est la suivante :

```
ACQuire:POINts <value>
```

Le nombre de points d'échantillonnage par défaut est 500.

**REMARQUE** Le nombre maximal de points d'échantillonnage pour l'acquisition mono-coup est égal à 8 Méch divisés par le nombre de voies activées ; pour l'acquisition continue, il est égal à 4 Méch divisés par le nombre de voies activées.

Exemple 1 : Acquisition mono-coup

```
-> *CLS;*RST                          //Pour réinitialiser l'état de mise sous tension par défaut du DAQ, cette commande peut être ignorée si cette opération n'est pas requise
-> ROUT:ENAB 1, (@101,103)            //Active l'acquisition sur les voies 101 et 103
-> ROUT:CHAN:RANG 10,(@101,103)       //Définit une plage de 10 V pour les voies 101 et 103
-> ROUT:CHAN:POL BIP,(@101,103)       //Définit le mode de mesure BIPolaire pour les voies 101 et 103
-> ACQ:SRAT 10000                     //Définit l'acquisition avec une fréquence d'échantillonnage de 10000 éch/s
-> ACQ:POIN 1000                      //Définit 1000 points pour l'acquisition sur chaque voie
-> DIG                                //Démarre l'acquisition mono-coup acquisition
-> WAV:COMP?                          //Vérifie que l'acquisition est terminée
<- NO                                 //L'acquisition n'est pas encore terminée; attendre 1 seconde pour la fin de l'acquisition
-> WAV:COMP?                          //Vérifie que l'acquisition est terminée
<- YES                                //L'acquisition est terminée
-> WAV:DATA?                          //Récupérer les données sur l'ordinateur de l'utilisateur
<- #800004000<data><data>….           //Données brutes renvoyées en bloc binaire
```

### Exemple 2 : Acquisition continue

| | |
|---|---|
| `-> *CLS;*RST` | *//Pour réinitialiser l'état de mise sous tension par défaut du DAQ, cette commande peut être ignorée si cette opération n'est pas requise* |
| `-> ROUT:ENAB 1, (@101,103)` | *//Active l'acquisition sur les voies 101 et 103* |
| `-> ROUT:CHAN:RANG 10,(@101,103)` | *//Définit une plage de 10 V pour les voies 101 et 103* |
| `-> ROUT:CHAN:POL BIP,(@101,103)` | *//Définit le mode de mesure BIPolaire pour les voies 101 et 103* |
| `-> ACQ:SRAT 10000` | *//Définit l'acquisition avec une fréquence d'échantillonnage de 10000 éch/s* |
| `-> WAV:POIN 1000` | *//Définit 1000 points d'échantillonnage pour l'acquisition pour chaque bloc de données* |
| `-> DIG` | *//Démarre l'acquisition mono-coup* |
| `-> WAV:STAT?` | *//Vérifie l'état de l'acquisition* |
| `<- FRAG` | *//L'acquisition n'est pas encore terminée ; attendre 1 seconde pour terminer ce bloc d'acquisition* |
| `-> WAV:STAT?` | *//Vérifie l'état de l'acquisition état* |
| `<- DATA` | *//Ce bloc d'acquisition est terminé* |
| `-> WAV:DATA?` | *//Récupérer les données sur l'ordinateur de l'utilisateur* |
| `<- #800004000<data><data>….` | *//Données brutes renvoyées en bloc binaire* |

## Conversion de données A/N

Le convertisseur de données A/N convertit la tension analogique en informations numériques. Cette section illustre le format de données brutes acquises pour la conversion A/N.

Les données renvoyées sont au format de bloc binaire. L'exemple ci-dessous présente le format de bloc binaire pour trois voies d'entrée analogique (voie 101, voie 102 et voie 103). L'organisation des données dans le tampon de données est de la voie la plus basse (voie 101) à la voie la plus élevée (voie 103).

**En-tête ASCII** ◄► **Nombres hexadécimaux** ►

| **#800001000** | **<octet>** | **<octet>** | **<octet>** | **<octet>** | **<octet>** | **<octet>** | **<octet>** | **<octet>** | **...** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Indicateur de longueur des données. « #8 » signifie que les 8 octets suivants (0000 1000) indiquent la longueur réelle des données mais pas les données réelles. Par exemple, pour #800001000, « 00001000 » est la longueur des données traduite en 1 000 octets de données brutes, ce qui représente 500 points de données mesurées. | 1ère donnée Octet de poids faible | Octet de poids fort 1ère donnée | Octet de poids faible 1ère donnée | Octet de poids fort 1ère donnée | Octet de poids faible 1ère donnée | Octet de poids fort 1ère donnée | Octet de poids faible 2ème donnée | Octet de poids fort 2ème donnée | ... |
| | voie 101 | | voie 102 | | voie 103 | | voie 101 | | ... |

Les échantillons mesurés en mode d'acquisition continue sont stockés au format petit-boutiste. En d'autres termes, chaque échantillon mesuré est renvoyé de sorte que son octet de poids faible (LSB) apparaisse en premier, suivi par son octet de poids fort (MSB).

### Format de données 16 bits

| **Octet de poids faible** | **Octet de poids fort** |
|---|---|
| DDDD DDDD | DDDD DDDD |

### Format de données 14 bits

| Octet de poids faible | Octet de poids fort |
|---|---|
| DDDD DDXX | DDDD DDDD |

D - Bits de données

X - Bits inutilisés

### Conversion des données brutes

Pour convertir les données en nombres flottants réels, nous avons besoin de la plage de tension et de la polarité. Vous trouverez ci-dessous les calculs de conversion de données brutes pour une tension bipolaire et une tension unipolaire.

Pour effectuer un calcul d'échantillon de la conversion, prenez le modèle U2541A comme exemple. Supposez que le niveau de tension est défini dans la plage comprise entre 0 V et 10 V pour la configuration unipolaire ; et entre -10 V et 10 V pour la configuration bipolaire. Le bloc binaire d'échantillonnage est comme suit.

| **#800001000** | **<octet>** | **<octet>** | **<octet>** | **<octet>** | **<octet>** | **<octet>** | **<octet>** | **<octet>** | **...** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1ère donnée Octet de poids faible | Octet de poids fort 1ère donnée | Octet de poids faible 1ère donnée | Octet de poids fort 1ère donnée | Octet de poids faible 1ère donnée | Octet de poids fort 1ère donnée | Octet de poids faible 2ème donnée | Octet de poids fort 2ème donnée | ... |
| | voie 101 | | voie 102 | | voie 103 | | voie 101 | | ... |
| **Format petit-boutiste** | | | | | | | | | |
| #800001000 | e0 | 31 | ff | cf | ff | ca | ff | c4 | |
| **Conversion au format décimal** | | | | | | | | | |
| #800001000 | 12768 | | 53247 | | 51967 | | 50431 | | |

La résolution pour les modèles U2541A est de 16 bits et la valeur Int16 mesurée renvoyée par le système DAQ est 12768. Le nombre binaire pour 12768 est 00110001 11100000. Cependant, puisque les données sont stockées au format petit-boutiste, le calcul de la nouvelle lecture binaire de 16 bits sera le suivant.

| | Octet de poids faible | Octet de poids fort |
|---|---|---|
| **Valeur hexadécimale :** | **e0** | **31** |
| **Valeur binaire :** | **‹11100000›** | **‹00110001›** |
| **Valeur décimale :** | **12768** | |

**REMARQUE** Les données brutes fournies par les systèmes DAQ de la série U2500A sont organisées de sorte à voir apparaître l'octet de poids faible en premier.

Bipolaire :

$$\text{Valeur convertie} = \left( \frac{2 \times \text{valeur Int16}}{2^{\text{résolution}}} \right) \times \text{Plage}$$

$$\text{Exemple de valeur convertie} = \left( \frac{2 \times 12768}{2^{16}} \right) \times 10 = 3{,}896 \text{ V}$$

Tension unipolaire :

$$\text{Valeur convertie} = \left( \frac{\text{Valeur Int16}}{2^{\text{résolution}}} + 0{,}5 \right) \times \text{Plage}$$

$$\text{Exemple de valeur convertie} = \left( \frac{12768}{2^{16}} + 0{,}5 \right) \times 10 = 6{,}948 \text{ V}$$

**REMARQUE** La valeur convertie est de type flottant. C'est pourquoi, vous pouvez avoir besoin de forcer le type de la valeur Int16 pour obtenir une valeur flottante dans votre environnement de programmation.

Pour effectuer un calcul d'échantillon de la conversion, prenez le modèle U2531A comme exemple. Supposons que le niveau de tension soit défini dans la plage comprise entre 0 V et 10 V pour la configuration unipolaire ; et entre -10 V et 10 V pour la configuration bipolaire.

La résolution pour l'instrument U2531A est de 14 bits et la valeur Int12 mesurée renvoyée par le système DAQ est 12768. Le nombre binaire pour 12768 est 00110001 11100000. Cependant, puisque les données sont stockées au format petit-boutiste, le calcul par relecture binaire de 14 bits sera le suivant.

| | **Octet de poids faible** | **Octet de poids fort** |
|---|---|---|
| **Valeur hexadécimale :** | **e0** | **31** |
| **Valeur binaire :** | **‹11100000›** | **‹00110001›** |
| **Valeur décimale :** | **12768** | |

Des bits inutilisés sont présents au format de données 14 bits. Il est donc nécessaire d'effectuer un décalage de 2 bits vers la droite. Par conséquent, le calcul par relecture binaire de 14 bits sera le suivant.

**LSB MSB**
**‹01111100› ‹00001100›**
**= 3192**

**REMARQUE** Les données brutes fournies par les systèmes DAQ de la série U2500A sont organisées de sorte à voir apparaître l'octet de poids faible en premier.

Bipolaire :

$$\text{Valeur convertie} = \left( \frac{2 \times \text{valeur Int16}}{2^{\text{résolution}}} \right) \times \text{Plage}$$

$$\text{Exemple de valeur convertie} = \left( \frac{2 \times 3192}{2^{14}} \right) \times 10 = 3{,}896 \text{ V}$$

Tension unipolaire :

$$\text{Valeur convertie} = \left( \frac{\text{Valeur Int16}}{2^{\text{résolution}}} + 0{,}5 \right) \times \text{Plage}$$

$$\text{Exemple de valeur convertie} = \left( \frac{3192}{2^{14}} + 0{,}5 \right) \times 10 = 6{,}948 \text{ V}$$

**REMARQUE**

- La valeur convertie est de type flottant. C'est pourquoi, vous pouvez avoir besoin de forcer le type de la valeur Int14 pour obtenir une valeur flottante dans votre environnement de programmation.
- Pour le modèle U2531A, il est nécessaire d'effectuer un décalage de 2 bits vers la droite. Cette opération est nécessaire, car ce DAQ étant équipé d'un convertisseur A/N 14 bits, les 2 derniers bits sont tronqués.

## Format de données AI

### Plage AI 14 bits

Les tableaux suivants 3-2 et 3-3 décrivent les caractéristiques de transfert idéales du modèle U2531A pour des plages d'entrées analogiques bipolaire et unipolaire. Le numéro du code numérique est un complément à deux.

**Tableau 3-2** Plage d'entrée analogique et code numérique en sortie pour tension bipolaire

| Description | Plage d'entrée analogique bipolaire | | | | Code numérique en sortie |
|---|---|---|---|---|---|
| Plage pleine échelle (FSR) | ±10 V | ±5 V | ±2,5 V | ±1,25 V | |
| Bit de poids faible (LSB) | 1,22 mV | 0,61 mV | 0,305 mV | 0,153 mV | |
| FSR -1LSB | 9,9988 V | 4,9994 V | 2,4997 V | 1,2499 V | 1FFF |
| Milieu d'échelle +1LSB | 1,22 mV | 0,61 mV | 0,305 mV | 0,153 mV | 0001 |
| Milieu d'échelle | 0 V | 0 V | 0 V | 0 V | 0000 |
| Milieu d'échelle -1LSB | -1,22 mV | -0,61 mV | -0,305 mV | -0,153 mV | 3FFF |
| -FSR | -10 V | -5 V | -2,5 V | -1,25 V | 2000 |

**Tableau 3-3** Plage d'entrée analogique et code numérique en sortie pour tension unipolaire

| Description | Plage d'entrée analogique unipolaire | | | | Code numérique en sortie |
|---|---|---|---|---|---|
| Plage pleine échelle (FSR) | 0 V à 10 V | 0 V à +5 V | 0 V à +2,5 V | 0 à 1,25 V | |
| Bit de poids faible (LSB) | 0,61 mV | 0,305 mV | 0,153 mV | 76,3 µV | |
| FSR -1LSB | 9,9994 V | 4,9997 V | 2,9999 V | 1,2499 V | 1FFF |
| Milieu d'échelle +1LSB | 5,00061 V | 2,50031 V | 1,25015 V | 625,08 mV | 0001 |
| Milieu d'échelle | 5 V | 2,5 V | 1,25 V | 625 mV | 0000 |
| Milieu d'échelle -1LSB | 4,99939 V | 2,49970 V | 1,24985 V | 624,92 mV | 3FFF |
| -FSR | 0 V | 0 V | 0 V | 0 V | 2000 |

### Plage AI 16 bits

Les tableaux suivants 3-4 et 3-5 décrivent les caractéristiques de transfert idéales des modèles U2541A et U2542A pour des plages d'entrées bipolaire et unipolaire.

**Tableau 3-4** Plage d'entrée analogique et code numérique en sortie pour tension bipolaire

| Description | Plage d'entrée analogique bipolaire | | | | Code numérique en sortie |
|---|---|---|---|---|---|
| Plage pleine échelle (FSR) | ±10 V | ±5 V | ±2,5 V | ±1,25 V | |
| Bit de poids faible (LSB) | 305,2 µV | 152,6 µV | 76,3 µV | 38,15 µV | |
| FSR -1LSB | 9,999695 V | 4,999847 V | 2,499924 V | 1,249962 V | 7FFF |
| Milieu d'échelle +1LSB | 305,2 µV | 152,6 µV | 76,3 µV | 38,15 µV | 0001 |
| Milieu d'échelle | 0 V | 0 V | 0 V | 0 V | 0000 |
| Milieu d'échelle -1LSB | -305,2 µV | -152,6 µV | -76,3 µV | -38,15 µV | FFFF |
| -FSR | -10 V | -5 V | -2,5 V | -1,25 V | 8000 |

**Tableau 3-5** Plage d'entrée analogique et code numérique en sortie pour tension unipolaire

| Description | Plage d'entrée analogique unipolaire | | | | Code numérique en sortie |
|---|---|---|---|---|---|
| Plage pleine échelle (FSR) | 0 V à 10 V | 0 V à +5 V | 0 V à +2,5 V | 0 V à +1,25 V | |
| Bit de poids faible (LSB) | 152,6 µV | 76,3 µV | 38,15 µV | 19,07 µV | |
| FSR -1LSB | 9,999847 V | 4,999924 V | 2,499962 V | 1,249981 V | 7FFF |
| Milieu d'échelle +1LSB | 5,000153 V | 2,500076 V | 1,250038 V | 0,625019 V | 0001 |
| Milieu d'échelle | 5 V | 2,5 V | 1,25 V | 0,625 V | 0000 |
| Milieu d'échelle -1LSB | 4,999847 V | 2,499924 V | 1,249962 V | 0,624981 V | FFFF |
| -FSR | 0 V | 0 V | 0 V | 0 V | 8000 |

# Mode de fonctionnement de sortie analogique

Il y a deux voies (12 bits) de sortie analogique disponibles dans les systèmes DAQ de la série U2500A. Les deux sorties analogiques sont capables de fournir des tensions de sortie dans les plages de 0 à 10 V et ±10 V. Chaque voie DAC fournit un courant maximal de 5 mA. Ces deux sorties analogiques peuvent servir de sources de tension pour les appareils à tester (DUT). De plus, les sorties analogiques sont équipées de générateurs de fonctions prédéfinis ou de signal arbitraire quelconque.

Le mode de fonctionnement de sortie analogique se compose d'une sortie de tension et d'une sortie continue. Le mode de sortie continue offre deux fonctions : générateur de fonctions et signal arbitraire. Le système DAQ de la série U2500A est capable de générer des signaux sinusoïdaux, carrés, triangulaires, en dent de scie et du bruit.

**Tableau 3-6** Mode de fonctionnement de sortie analogique

| Fonctionnement | Modes | Types de sortie |
|---|---|---|
| Sortie analogique | Sortie à une seule tension | Sortie en tension continue |
| | Sortie continue | – Signal prédéfini<br>– Signal sinusoïdal<br>– Signal carré<br>– Signal triangulaire<br>– Signal en dent de scie<br>– Signal bruit |
| | | – Signal arbitraire |

## Mode de sortie à une seule tension

Les commandes SCPI suivantes illustrent des exemples de sortie de tension continue pour les voies de conversion N/A spécifiées.

### Exemple 1 : pour délivrer une tension continue via la voie 201

```
-> *CLS;*RST                    //Pour réinitialiser l'état de mise sous tension par défaut du système DAQ, cette commande peut être ignorée si l'opération n'est pas requise
-> SOUR:VOLT 2.5, (@201)        //La référence est AO_GND
-> SOUR:VOLT 3.2, (@201)        //Modifie la sortie de 2,5 Vcc à 3,2 Vcc
-> SOUR:VOLT –3.2, (@201)       //Modifie la sortie de 3,2 Vcc à -3,2 Vcc
-> SOUR:VOLT? (@202)            //Pour demander l'état de la voie 202
<- 0                            //Par défaut, la voie 202 est à 0 Vcc
```

### Exemple 2 : pour délivrer deux tensions continues via les voies 201 et 202

```
-> *CLS;*RST                    //Pour réinitialiser l'état de mise sous tension par défaut du système DAQ, cette commande peut être ignorée si l'opération n'est pas requise
-> SOUR:VOLT 3.5, (@201)        //Définit la sortie de la voie 201 à 3,5 Vcc
-> SOUR:VOLT 8,1, (@202)        //Définit la sortie de la voie 202 à 8,1 Vcc
```

### Mode de sortie continue

Le mode de sortie continue se compose du mode générateur de fonction et du mode arbitraire. Vous pouvez utiliser les commandes SCPI suivantes en mode arbitraire :

```
DATA[:USER]

APPLy:USER
```

**REMARQUE** Pour davantage d'informations, reportez-vous au guide *Keysight U2500A Series USB Simultaneous Sampling Multifunction Data Acquisition Devices Programming Guide*.

### Exemple 3 : pour délivrer un signal sinusoïdal via la voie 201

```
-> *CLS;*RST                    //Pour réinitialiser l'état de mise sous tension par défaut du système DAQ, cette commande peut être ignorée si l'opération n'est pas requise
-> ROUT:ENAB ON, (@201)         //Active la voie 201
-> APPL:SIN 5,0, (@201)         //Signal sinusoïdal de 5 V crête (10 V crête à crête) avec une tension de décalage de 0 Vcc
-> SYST:ERR?                    //Pour vérifier s'il n'y a pas d'erreurs, cette commande peut être ignorée si cette opération n'est pas nécessaire
<- +0, "No Error"
-> OUTP ON                      //Active la sortie
-> OUTP:WAV:FREQ? (@201)
<- 4000                         //Par défaut, la fréquence du signal de sortie est de 4 kHz
-> OUTP OFF                     //Désactive la sortie (voies 201 et 202 à 0 Vcc)
-> OUTP:WAV:FREQ 5000           //Remplace la fréquence de sortie par 5 kHz
-> OUTP ON                      //Active la sortie
```

### Exemple 4 : pour délivrer un signal sinusoïdal et un signal carré via les voies 201 et 202

```
-> *CLS;*RST                    //Pour réinitialiser l'état de mise sous tension par défaut du système DAQ, cette commande peut être ignorée si l'opération n'est pas requise
-> ROUT:ENAB ON,(@201,202)      //Active les voies 201 et 202
```

```
-> APPL:SIN 5,0, (@201)          //Signal sinusoïdal de 5 V crête
                                 (10 V crête à crête) avec une tension de
                                 décalage de 0 Vcc
-> APPL:SQU 3,-1, (@202)         //Signal carré avec 3 V crête (6 V crête à
                                 crête) et une tension de décalage de
                                 -1 Vcc
-> OUTP:WAV:FREQ 3500            //Règle la sortie des deux voies
                                 à 3,5 kHz
-> SYST:ERR?
<- +0, "No Error"                //Pour vérifier s'il n'y a pas d'erreurs,
                                 cette commande peut être ignorée si
                                 cette opération n'est pas nécessaire
-> OUTP ON                       //Active la sortie
```

## Tension de référence du convertisseur N/A

Par défaut, la tension de référence interne est de 10 V. Toutefois, une tension de référence externe peut être appliquée sur la broche d'entrée de référence externe (AO_EXT_REF). La plage de tension de sortie du convertisseur N/A est directement liée à cette référence. La tension de sortie analogique peut être obtenue par multiplication des codes numériques actualisés par rapport à la référence interne 10 V. Par conséquent, lorsque la référence interne 10 V est utilisée, la pleine plage sera comprise entre -10 V et +9,9951 V en mode de sortie bipolaire et 0 V et 9,9976 V en mode de sortie unipolaire.

En utilisant une référence externe, des plages de tension de sortie différentes peuvent être obtenues par connexion de tensions de référence différentes. Par exemple, si vous connectez une référence externe 5 Vcc (sur AO_EXT_REF), la plage de tension de sortie sera de -4,9976 V à +5 V en mode bipolaire. Les tableaux ci-dessous illustrent la relation entre le code numérique et les tensions de sortie.

## Format de données AO

Le format de données pour une seule voie arbitraire AO (lorsque l'une ou l'autre des deux voies est activée et en mode USER) est affiché dans le tableau suivant.

| **#800001000** | **<octet>** | **<octet>** | **<octet>** | **<octet>** | **<octet>** | **<octet>** | **<octet>** | **<octet>** | **...** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Indicateur de longueur des données. « #8 » signifie que les 8 octets suivants (0000 1000) indiquent la longueur réelle des données mais pas les données réelles. Par exemple, pour #800001000, « 00001000 » est la longueur des données traduite en 1 000 octets de données brutes, ce qui représente 500 points de données de sortie. | Octet de poids faible 1ère donnée | 1ère donnée Octetde poids fort | Octet de poids faible 2ème donnée | Octet de poids fort 2ème donnée | Octet de poids faible troisième donné | Octet de poids fort troisième donnée | Octet de poids faible quatrièm edonnée | Octet de poids fort quatrièm edonnée | ... |
| | Voie 201 ou 202 | | Voie 201 ou 202 | | Voie 201 ou 202 | | Voie 201 ou 202 | | ... |

Le format de données pour deux voies arbitraires AO (lorsque deux voies sont activées et en mode USER) est affiché dans le tableau suivant.

| **#800001000** | **<octet>** | **<octet>** | **<octet>** | **<octet>** | **<octet>** | **<octet>** | **<octet>** | **<octet>** | **...** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Indicateur de longueur des données. « #8 » signifie que les 8 octets suivants (0000 1000) indiquent la longueur réelle des données mais pas les données réelles. Par exemple, pour #800001000, « 00001000 » est la longueur des données traduite en 1 000 octets de données brutes, ce qui représente 500 points de données de sortie. | Octet de poids faible 1ère donnée | Octet de poids fort 1ère donnée | Octet de poids faible 1ère donnée | Octet de poids fort 1ère donnée | Octet de poids faible 2ème donnée | Octet de poids fort 2ème donnée | Octet de poids faible 2ème donnée | Octet de poids fort 2ème donnée | ... |
| | voie 201 | | voie 202 | | voie 201 | | voie 202 | | ... |

Format de données 12 bits

| Octet de poids faible | Octet de poids fort |
|---|---|
| DDDD DDDD | XXXX DDDD |

D - Bits de données

X - Bits inutilisés

**Tableau 3-7** Tableau du code numérique et de la tension de sortie pour tension de sortie bipolaire (U2531A, U2541A et U2542A)

| Code numérique (Hex) | Sortie analogique | Tension de sortie (avec référence interne de +10 V) |
|---|---|---|
| 0x0FFF | Vréf * (2047/2048) | 9,9951 V |
| 0x0801 | Vréf * (1/2048) | 0,0048 V |
| 0x0800 | 0 V | 0,0000 V |
| 0x07FF | -Vréf * (1/2048) | -0,0048 V |
| 0x0000 | -Vréf | -10 000 V |

**Tableau 3-8** Tableau du code numérique et de la tension de sortie pour tension de sortie unipolaire (U2531A, U2541A et U2542A)

| Code numérique (Hex) | Sortie analogique | Tension de sortie (avec référence interne de +10 V) |
|---|---|---|
| 0x0FFF | Vréf * (4095/4096) | 9,9976 V |
| 0x0800 | Vref * (2048/4096) | 5 V |
| 0x0001 | Vref * (1/4096) | 0,0024 V |
| 0x0000 | Vref * (0/4096) | 0 V |

# Entrées/sorties numériques

Le système DAQ de la série U2500A est doté d'entrées/sorties numériques polyvalentes (GPIO) 24 Bits, compatibles TTL.

Elles sont réparties sur quatre voies (voies 501 à 504). Les voies 501 et 502 possèdent huit bits de données alors que les voies 503 et 504 en possèdent quatre. Ces quatres voies sont toutes programmables en tant qu'entrées ou sorties. Lorsque le système démarre et se réinitialise, toutes les broches d'E/S sont réinitialisées en fonction de l'entrée de configuration et en tant qu'entrées à haute impédance.

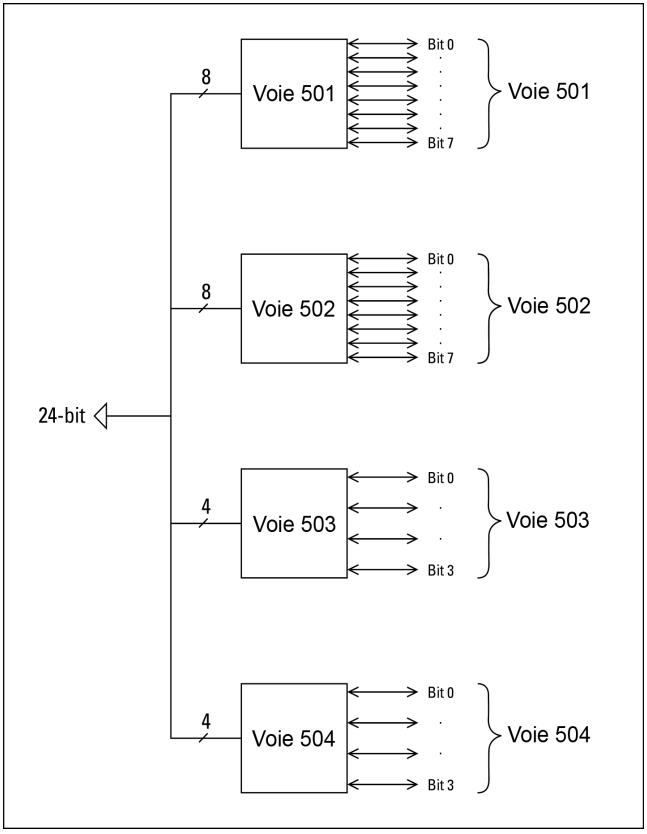



**Figure 3-2** Entrées/sorties numériques polyvalentes des systèmes DAQ Keysight de la série U2500A

Les exemples de programmes SCPI ci-dessous vont vous aider à configurer les entrées/sorties numériques et à lire une voie numérique.

### Configurer les voies numériques comme SORTIE et interroger/ vérifier les données de sortie

Exemple 1 :

```
-> CONF:DIG:DIR OUTP,(@501)
-> SOUR:DIG:DATA 123,(@501)
-> SOUR:DIG:DATA? (@501)
<- 123
```

Exemple 2 :

```
-> CONF:DIG:DIR OUTP,(@502)          //Configuration de la voie 502 sur l'état de sortie numérique
-> SOUR:DIG:DATA:BIT 1,4,(@502)      //Définit immédiatement le bit 4 de la voie 502 sur 1
-> SOUR:DIG:DATA:BIT? 4,(@502)       //Etat de la requête du bit 4 sur la voie 502
<- 1
```

### Configuration de la voie numérique en tant qu'entrée et nouvelle lecture de la valeur

Exemple 1 :

```
-> CONF:DIG:DIR INP,(@501)           //Configuration de la voie 501 sur l'état d'entrée numérique
-> MEAS:DIG? (@501)                  //Pour relire la valeur numérique de la voie 501
<- 23
```

Exemple 2 :

```
-> CONF:DIG:DIR INP,(@501)          //Lire l'état logique du bit 3 de la voie 501
-> MEAS:DIG:BIT? 3,(@501)
<- 0
```

**REMARQUE** Les commandes d'entrée ne sont pas autorisées lorsque les voies sont en mode de sortie, et réciproquement les commandes de sortie ne sont pas autorisées lorsque les voies sont en mode d'entrée.

Exemple 3 :

```
-> CONF:DIG:DIR OUTP,(@501,503)
-> CONF:DIG:DIR INP,(@502,504)
-> CONF:DIG:DIR? (@501:504)
<- OUTP,INP,OUTP,INP
-> MEAS:DIG? (@501)                 //La voie 501 a été définie à l'état de sortie et, en conséquence, ne peut effectuer d'activité d'entrée
<-! VI_ERROR_TMO: A timeout occurred
-> SOUR:DIG:DATA? (@502)            //La voie 502 a été définie à l'état d'entrée et, en conséquence, ne peut effectuer d'activité de sortie
<-! VI_ERROR_TMO: A timeout occurred
```

# Compteur numérique polyvalent (GPC)

Les systèmes DAQ de la série U2500A possèdent deux compteurs/ décompteurs indépendants 31 bits pour mesurer les voies d'entrées compatibles TTL. Ils possèdent une horloge programmable jusqu'à 12 MHz pour les compteurs ou un générateur d'horloge. Pour une illustration, reportez-vous à la figure suivante.

Les compteurs sont dotés des caractéristiques suivantes :

- Possibilité de comptage/décomptage
- Source d'horloge programmable interne/externe jusqu'à 12 MHz
- Sélection de porte programmable pouvant être déclenchée de manière interne ou externe
- Comptage initial préchargé par logiciel pour le totalisateur
- Possibilité de relecture du comptage en cours sans affecter son processus

Ces compteurs fonctionnent selon deux modes : mode totalisateur et mode de mesure.

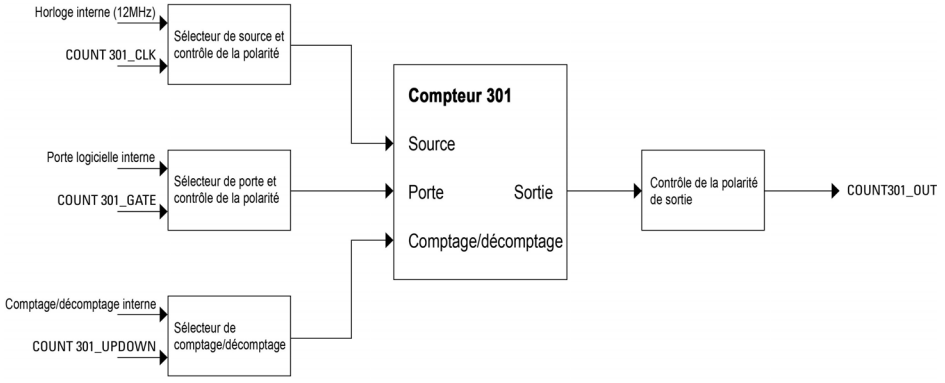



**Figure 3-3** Compteur numérique polyvalent

### Mode totalisateur

En mode totalisateur, le compteur commence à compter le nombre d'impulsions générées sur la broche COUNT_CLK. Cette opération s'effectue après activation de la porte (GATE). Le nombre total est mesuré à l'aide de la commande suivante :

```
MEASure:COUNter:TOTalize?  (@301)
```

L'exemple ci-dessous illustre le mode de comptage lorsque le compteur est en mode totalisateur en partant de 0.

COUNT_GATE active le comptage après activation de la fonction de totaliseur et la broche COUNT_OUT délivrera une série d'impulsions similaire à celle illustrée dans la figure ci-dessous.

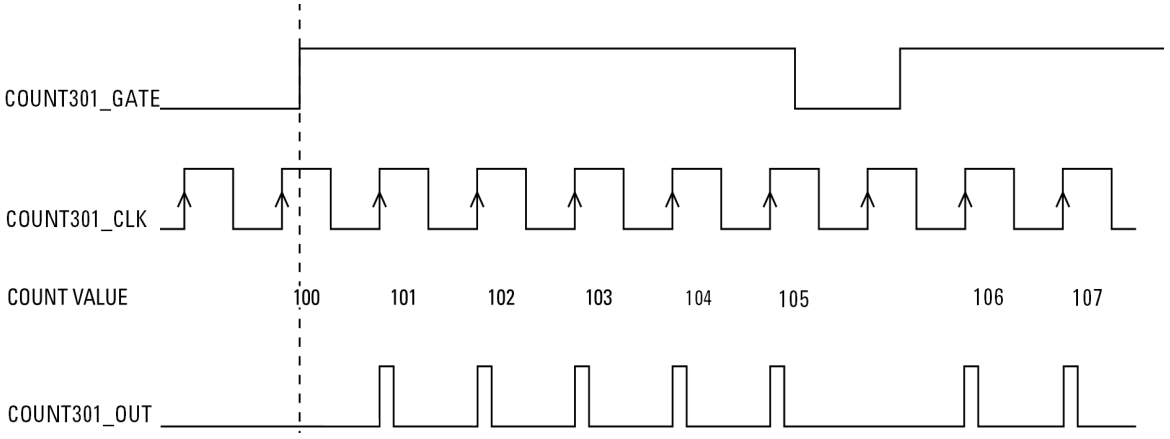



**Figure 3-4** Mode totalisateur

**REMARQUE** La largeur des impulsions de sortie est de 20,8 ns.

L'exemple de programme SCPI suivant illustre comment configurer le mode compteur.

```
//Application du signal à la broche COUNT301_CLK
//Configuration du mode compteur
-> COUN:FUNC TOT,(@301)              //Configure la fonction de totaliseur
-> COUN:GATE:SOUR INT,(@301)         //Configure la source de porte (GATE) comme interne
-> COUN:CLK:POL AHI,(@301)           //Configure la polarité d'horloge comme active à l'état haut
-> COUN:CLK:SOUR EXT,(@301)          //Configure la source d'horloge comme externe
-> COUN:TOT:IVAL 100,(@301)          //Valeur initiale du comptage
-> COUN:TOT:UDOW:DIR UP,(@301)       //Définition comme mode de comptage
-> COUN:TOT:UDOW:SOUR INT,(@301)     //Définit le mode de comptage/décomptage comme interne
-> SOUR:COUN:OUTP:POL AHI,(@301)
-> COUN:TOT:INIT (@301)              //Permet de définir la valeur initiale de totalisation
-> MEAS:COUN:TOT? (@301)             //Valeur initiale = 100
<- 100
-> MEAS:COUN:DATA? (@301)           //Renvoie la valeur de totalisation
<- 100
-> COUN:GATE:CONT ENAB,(@301)       //Démarre le comptage (pour porte INT seulement)
-> COUN:GATE:CONT DIS,(@301)        //Arrête le comptage (pour porte INT seulement)
-> MEAS:COUN:TOT? (@301)
<- 105
-> MEAS:COUN:DATA? (@301)
<- 105
```

```
-> COUN:ABOR (@301)          //Annule toute opération de comptage
-> COUN:TOT:CLE (@301)       //Efface la valeur de comptage
-> MEAS:COUN:TOT? (@301)
<- 0
-> MEAS:COUN:DATA? (@301)
<- 0
```

### Mode de mesure

En mode de mesure, la fréquence, la période et la largeur d'impulsion sont mesurées. Le signal de mesure prévu doit être envoyé à COUNT301_GATE.

La source de porte est définie à l'aide de la commande suivante :

```
[SENSe:]COUNter:GATE:SOURce
```

Puisque les trois mesures sont toutes calculées à partir de la même mesure de base, la fréquence, la période et la largeur d'impulsion mesurées peuvent être facilement obtenues à l'aide des commandes ci-dessous :

```
MEAS:COUN:FREQ? (@<ch_list>
MEAS:COUN:PER? (@<ch_list>
MEAS:COUN:PWID? (@<ch_list>
```

La valeur renvoyée pour la mesure de fréquence, de période et de largeur d'impulsion est une valeur flottante.

**REMARQUE**

- La plage de fréquence d'entrée mesurable s'étend de 0,1 Hz à 6 mHz et la résolution de la fréquence de mesure est :

  12 MHz/n, n = 2, 3, 4, 5..., 120M
  = 6 MHz, 4 MHz, 3 MHz, 2,4 MHz, 2 MHz, ..., 0,1 Hz (jusqu'à six décimales)

- La plage de largeur d'impulsion mesurable s'étend de 0,167 µs à 178,956 s.

Les exemples de programmes SCPI suivants permettent de mesurer la fréquence, la période et la largeur d'impulsion.

### Exemple 1 :

```
//Application du signal à la broche COUNT301_GATE
//Configuration du mode compteur
//Signal carré à mesurer de 5,5 kHz avec un rapport cyclique de 70 %
-> COUN:GATE:SOUR EXT,(@301)
-> COUN:GATE:POL AHI,(@301)
-> COUN:CLK:POL AHI,(@301)
-> COUN:CLK:SOUR INT,(@301)
-> COUN:CLK:INT?
<- 12 000 KHz
-> SOUR:COUN:OUTP:POL AHI,(@301)
-> COUN:FUNC FREQ,(@301)
-> MEAS:COUN:DATA? (@301)        //La valeur renvoyée dépend
                                 de la fonction définie
<- 5.499542                      //Fréquence en kHz
-> COUN:FUNC PER,(@301)
-> MEAS:COUN:DATA? (@301)
<- 0.1818333                     //Période en ms
-> COUN:FUNC PWID,(@301)
-> MEAS:COUN:DATA? (@301)
<- 0.12725                       //Largeur d'impulsion en ms
-> MEAS:COUN:FREQ? (@301)
<- 5.499542
-> COUN:FUNC? (@301)
<- FREQ                          //Fonction automatiquement réglée sur
                                 FREQ
```

```
-> MEAS:COUN:PER? (@301)
<- 0.1818333
-> COUN:FUNC? (@301)
<- PER                          //Fonction réglée automatiquement sur PER
-> MEAS:COUN:PWID? (@301)
<- 0.12725
-> COUN:FUNC? (@301)
<- PWID                         //Fonction réglée automatiquement sur PWID (largeur d'impulsion)
```

Exemple 2 :

```
//Supposons une horloge externe de 10 MHZ pour les mesures de FREQ, PER et PWID
-> COUN:CLK:SOUR EXT,(@301)
-> COUN:CLK:EXT 10000,(@301)   //Obligation de définir la valeur de l'horloge externe (KHz)
-> COUN:CLK:EXT? (@301)
<- 10000
```

**REMARQUE** Le sens de comptage et la valeur initiale du compteur ne sont pas importants dans ce mode.

# Sources de déclenchement

Les systèmes DAQ USB Keysight de la série U2500A comportent des options de déclenchement variées pour diverses applications. Il existe quatre types de sources de déclenchement :

- aucun (déclenchement immédiat)
- déclenchement numérique
- déclenchement analogique
- déclenchement en étoile

Les utilisateurs peuvent configurer la source de déclenchement par commande à distance en mode de fonctionnement A/N et N/A.

**REMARQUE**

- **Les conversions N/A et A/N partagent le même déclenchement analogique.**
- **Le déclenchement en étoile est utilisé lorsque le DAQ est connecté dans un châssis d'instrument modulaire.**

Les quatre types de source de déclenchement sont résumés dans les tableaux ci-dessous:

**Tableau 3-9** Type de déclenchement pour acquisition mono-coup du mode continue

| Source de déclenchement | Type | Condition | Sélection de broche |
|---|---|---|---|
| Aucun (déclenchement immédiat) | – Post<br>– Retardé | Sans objet | Sans objet |
| Déclenchement numérique | – Pré<br>– Intermédiaire<br>– Post<br>– Retardé | Positif/Négatif | EXTD_AI_TRIG, EXTD_AO_TRIG |
| Déclenchement analogique | | Au-dessus d'un seuil haut/<br>En dessous d'un seuil bas/Fenêtre | EXTA_TRIG, CH101, CH102, CH103, CH104 |

**Tableau 3-10** Type de déclenchement pour acquisition continue du mode continu

| Source de déclenchement | Type | Condition | Sélection de broche |
|---|---|---|---|
| Aucun (déclenchement immédiat) | – Post<br>– Retardé | Sans objet | Sans objet |
| Déclenchement numérique | | Positif/Négatif | EXTD_AI_TRIG, EXTD_AO_TRIG |
| Déclenchement analogique | | Au-dessus d'un seuil haut/<br>En dessous d'un seuil bas/Fenêtre | EXTA_TRIG, CH101, CH102, CH103, CH104 |

## Types de déclenchement

Il existe quatre types de déclenchement : le pré-déclenchement, le post-déclenchement, le déclenchement intermédiaire et le déclenchement retardé.

### Pré-déclenchement

Ce type de déclenchement est utilisé lorsque vous souhaitez recueillir des données avant un événement de déclenchement. La conversion A/N commence lorsque vous exécutez les appels de fonction spécifiés et s'arrête lorsque l'événement de déclenchement se produit. Par exemple, vous définissez quatre points d'échantillonnage et le déclenchement analogique se produit après la conversion de ces quatre points. La commande SCPI utilisée pour définir le type de déclenchement comme pré-déclenchement est la suivante :

```
TRIG:TYPE PRE
```

Pour une illustration, reportez-vous à la Figure 3-5 suivante.

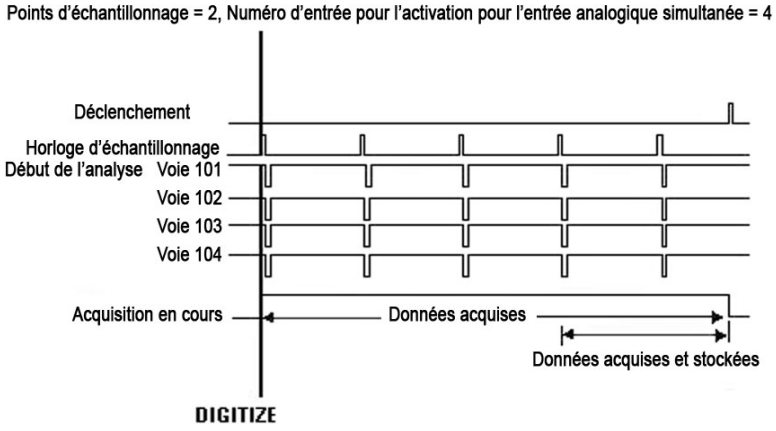



**Figure 3-5** Pré-déclenchement

### Déclenchement intermédiaire

Ce type de déclenchement est utilisé lorsque vous souhaitez recueillir des données avant et après un événement de déclenchement. Les données échantillonnées avant et après le déclenchement sont en nombre égal. Par exemple, si l'utilisateur définit quatre points d'échantillonnage, la conversion ne commence qu'après l'événement de déclenchement. Deux points d'échantillonnage sont recueillis avant et après l'échantillonnage. La commande SCPI utilisée pour définir le type de déclenchement comme déclenchement intermédiaire est la suivante :

```
TRIG:TYPE MID
```

Pour une illustration, reportez-vous à la Figure 3-6 suivante.

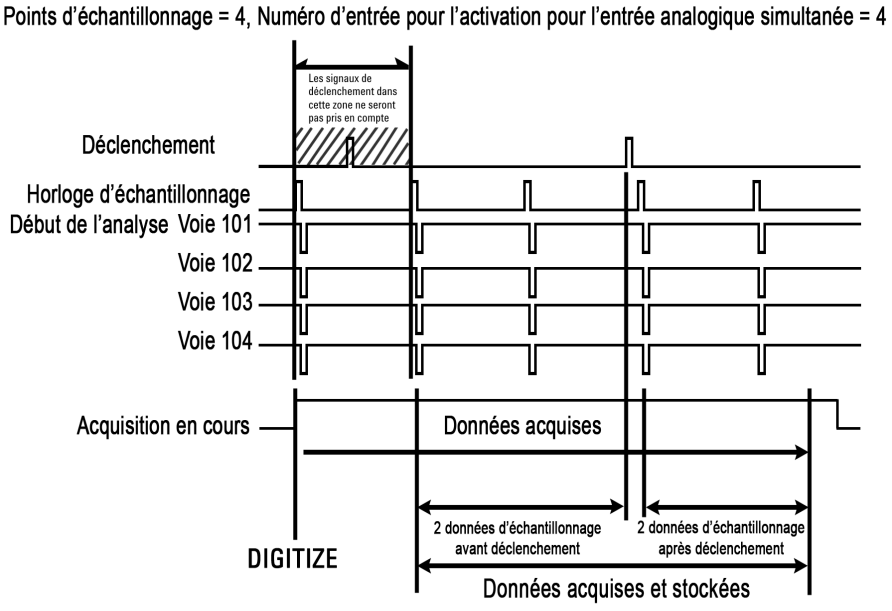



**Figure 3-6** Déclenchement intermédiaire

### Post-déclenchement

Le post-déclenchement est la configuration par défaut et s'utilise dans des applications où vous souhaitez recueillir des données après un événement de déclenchement. Comme l'illustre la figure suivante, deux points d'échantillonnage sont définis. Ces deux points d'échantillonnage sont recueillis après l'événement de déclenchement.

La commande SCPI utilisée pour définir le type de déclenchement comme post-déclenchement est la suivante :

```
TRIG:TYPE POST
```

Pour une illustration, reportez-vous à la Figure 3-7 suivante.

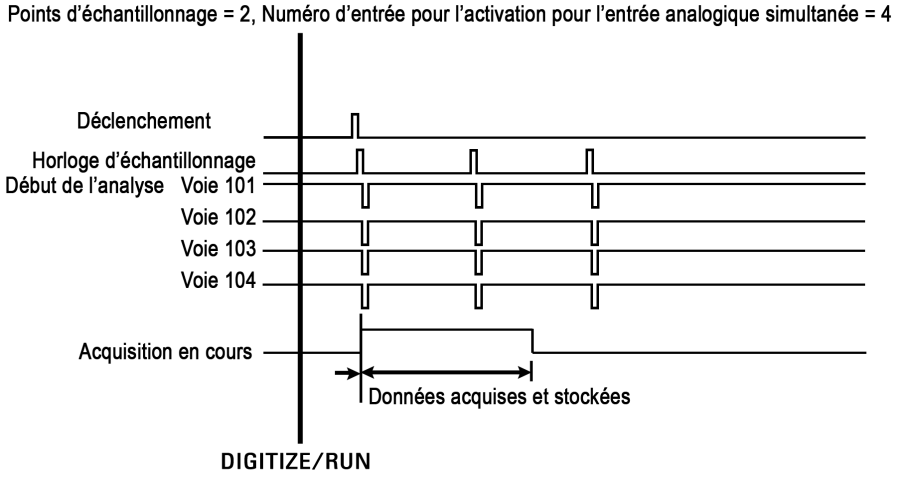



**Figure 3-7** Post-déclenchement

### Déclenchement retardé

Cette acquisition déclenchée est utilisée dans des applications pour lesquelles vous souhaitez retarder le processus de collecte des données après un événement de déclenchement spécifié. Le retard est contrôlé par la valeur pré-chargée dans le compteur de retard (Delay_counter (31 bits)). La source d'horloge est l'horloge de la base de temps. Lorsque le compteur atteint zéro, il s'arrête et la carte commence à recueillir les données. Lorsque la valeur interne 48 MHz est définie comme base de temps, le délai est dans la plage 20,8 ns à 89,47 ns. Si la base de temps provient de l'horloge externe (48 MHz à 1 MHz), le délai peut varier selon le réglage de l'utilisateur.

Pour une illustration, reportez-vous à la Figure 3-8 suivante.

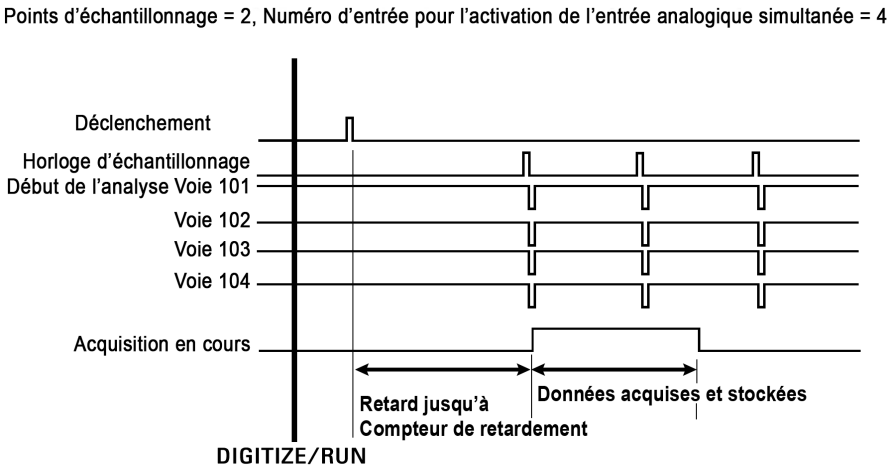



**Figure 3-8** Déclenchement retardé

## Déclenchement numérique

Il existe une condition positive et une condition négative pour le déclenchement numérique. Ce déclenchement est utilisé lorsqu'un front montant ou descendant est détecté sur le signal numérique. La condition positive est utilisée pour un déclenchement d'un niveau bas vers un niveau haut, alors que la condition négative est utilisée pour un déclenchement d'un niveau haut vers un niveau bas.

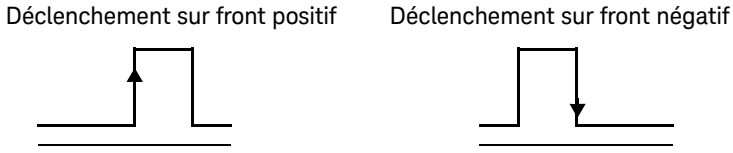



**Figure 3-9** Front positif et négatif du déclenchement numérique

## Déclenchement analogique

Il existe trois conditions de déclenchement analogique dans les systèmes DAQ de la série U2500A qui sont les suivantes :

- Au-dessus d'un seuil haut
- En dessous d'un seuil bas
- Fenêtre

Ce déclenchement utilise deux seuils de tension, un seuil bas et un seuil haut. Les utilisateurs peuvent configurer facilement les conditions de déclenchement analogique à l'aide du logiciel Keysight Measurement Manager.

### Au-dessus d'un seuil haut

La figure suivante illustre la condition de déclenchement au dessus d'un seuil haut. Le signal de déclenchement est généré lorsque le signal d'entrée analogique est plus élevé que la tension de seuil haut. Dans cette condition de déclenchement, la tension de seuil bas n'est pas utilisée.

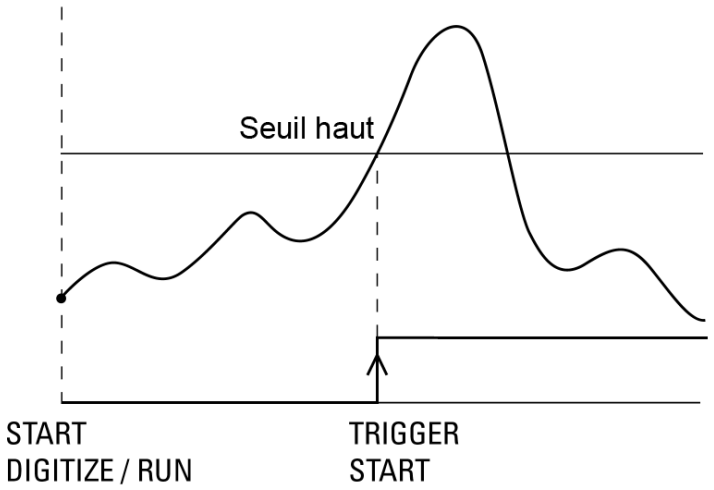



**Figure 3-10** Condition de déclenchement au-dessus d'un seuil haut

### En dessous d'un seuil bas

Dans la condition en dessous d'un seuil bas, le signal de déclenchement est généré lorsque le signal d'entrée analogique est plus bas que la tension de seuil bas. Dans cette condition de déclenchement, la tension de seuil haut n'est pas utilisée La figure suivante illustre la condition de déclenchement en dessus d'un seuil bas.

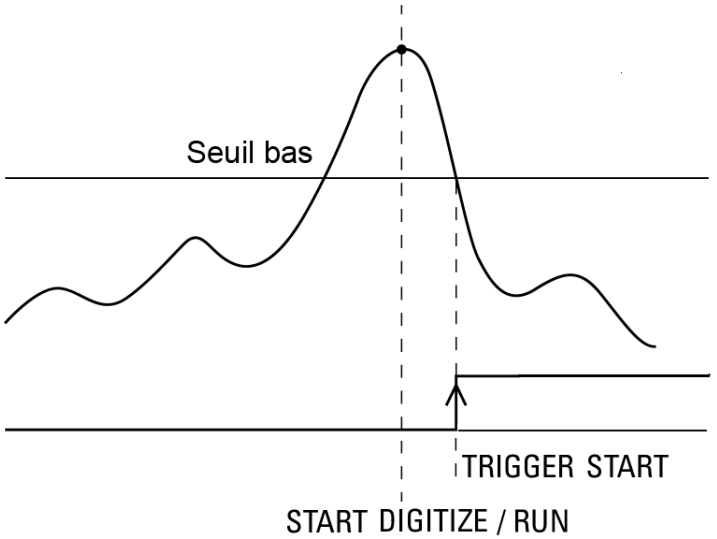



**Figure 3-11** Condition de déclenchement en dessous d'un seuil bas

### Fenêtre

La condition de déclenchement de fenêtre est présentée sur le schéma suivant. Le signal de déclenchement est généré lorsque le signal analogique tombe dans la plage de tension de seuil haut et de seuil bas.

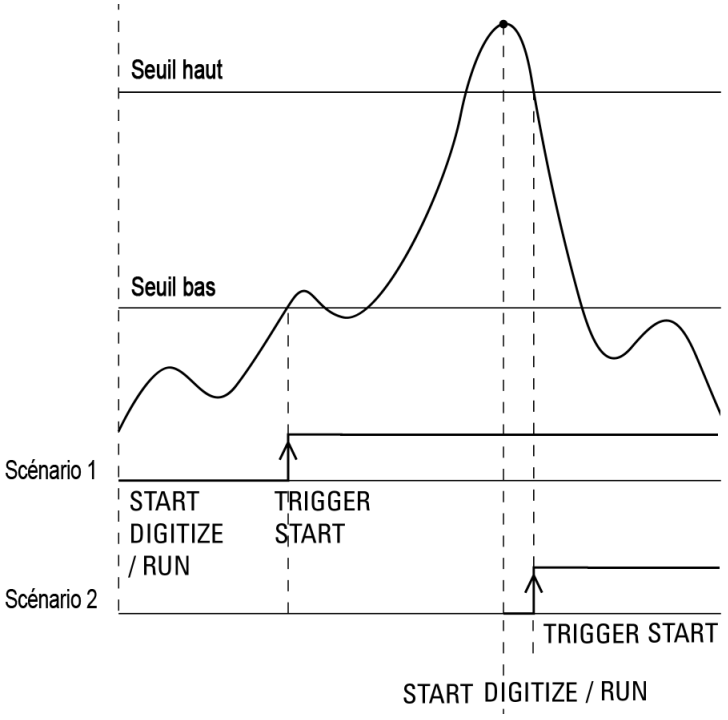



**Figure 3-12** Condition de déclenchement de fenêtre

**REMARQUE** La tension de seuil haut doit être supérieure à la tension de seuil bas.

# Exemples de programmes SCPI

## Entrée analogique

### Exemple 1 :

```
//Déclenchement numérique de type retardé
//Application du signal de déclenchement à la broche EXTD_AI_TRIG
-> *CLS; *RST
-> ROUT:ENAB 1, (@101)
-> ACQ:POIN 1000                    //Pour le mode « DIG »
-> ACQ:SRAT 1000
-> TRIG:SOUR EXTD                   //Déclenchement numérique
-> TRIG:DTRG:POL POS
-> TRIG:TYPE DEL
-> TRIG:DCNT 225000000              //Valeur de comptage ~= 4,6875 s
-> WAV:STAT?
<- EMPT
-> WAV:COMP?
<- YES
-> DIG                              //Démarre l'acquisition mono-coup
-> WAV:STAT?
<- FRAG
-> WAV:COMP?                        //Pour vérifier si l'acquisition a été
                                    effectuée pour DIG
<- NO
//Attente de déclenchement. Retard de cinq secondes après l'événement
de déclenchement
-> WAV:STAT?
<- DATA
```

```
-> WAV:COMP?
<- YES
<- WAV:DATA?
<- #800002000 <byte><byte>...   //Données brutes renvoyées par le système DAQ
```

Exemple 2 :

```
//Déclenchement numérique de type intermédiaire
-> *CLS; *RST
-> ROUT:ENAB 1, (@101)
-> WAV:POIN 1000                //Pour le mode « RUN »
-> ACQ:SRAT 1000
-> TRIG:SOUR EXTD               //Déclenchement numérique
-> TRIG:DTRG:POL POS
-> TRIG:TYPE MID
-> RUN
```

Exemple 3 :

```
//Déclenchement analogique de type pré-déclenchement
-> *CLS; *RST
-> ROUT:ENAB 1, (@101)
-> ACQ:POIN 1000                //Pour le mode « DIG »
-> ACQ:SRAT 1000
-> ROUT:SCAN (@101)
-> ROUT:CHAN:POL BIP,(@101)
-> TRIG:SOUR EXTA               //Déclenchement analogique
-> TRIG:ATRG:COND AHIG          //Condition de déclenchement au-dessus d'un seuil haut
-> TRIG:ATRG:HTHR 3             //Seuil haut de 3 V
```

```
-> TRIG:ATRG:LTHR –3          //Seuil bas de -3 V
-> TRIG:TYPE PRE              //Pré-déclenchement
-> DIG
```

*//Le déclenchement se produit lorsque le signal passe au-dessus de 3 volts*

Exemple 4 :

//Déclenchement analogique comme voie de déclenchement (CH101)

```
-> *CLS; *RST
-> ROUT:ENAB 1, (@101)
-> ACQ:POIN 1000              //Pour le mode « DIG »
-> ACQ:SRAT 1000
-> ROUT:CHAN:POL UNIP,(@133,101)
-> TRIG:SOUR EXTA
-> TRIG:ATRG:SOUR CH101       //Définit la source de déclenchement
                              sur la voie 101
-> TRIG:ATRG:COND BLOW        //Condition de déclenchement
                              en dessous d'un seuil bas
-> TRIG:ATRG:HTHR 6           //Seuil haut de 6 V
-> TRIG:ATRG:LTHR            //Seuil bas de 2 V
-> TRIG:TYPE POST            //Post-déclenchement
-> DIG
```

*//Le déclenchement a lieu lorsque le signal tombe en dessous de 2 volts sur la voie 133*

**REMARQUE** Le déclenchement intermédiaire et le pré-déclenchement ne sont pas autorisés en modes RUN et NONE.

## Sortie analogique

### Exemple 1 :

//Déclenchement numérique de type retardé

*//Application du signal de déclenchement à la broche EXTD_AO_TRIG*

```
-> OUTP:TRIG:SOUR EXTD
-> OUTP:TRIG:DTRG:POL NEG
-> OUTP:TRIG:TYPE DEL
-> OUTP:TRIG:DCNT 225000000      //Valeur de comptage ~= 4,6875 s
-> ROUT:ENAB ON,(@201)
-> OUTP ON
```

*//Attente de déclenchement*

*//Sortie activée après un retard de 4,6875 secondes (après l'événement de déclenchement)*

### Exemple 2 :

//Déclenchement analogique de type post-déclenchement

```
-> OUTP:TRIG:SOUR EXTA
-> OUTP:TRIG:ATRG:COND WIND      //Condition de déclenchement
                                 de fenêtre (-3 V à 3 V)
-> OUTP:TRIG:ATRG:HTHR 3         //Seuil haut de 3 V
-> OUTP:TRIG:ATRG:LTHR –3        //Seuil bas de -3 V
-> OUTP:TRIG:TYPE POST
-> ROUT:ENAB ON,(@201)
-> OUTP ON
```

CETTE PAGE EST BLANCHE INTENTIONNELLEMENT.

# 4 Caractéristiques et spécifications

Pour les caractéristiques et spécifications du de la série U2500A Systèmes d’acquisition de données multifonctions et d’échantillonnage simultané USB, référez-vous à la fiche de données à l'adresse http://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/5991-0651EN.pdf.

CETTE PAGE EST BLANCHE INTENTIONNELLEMENT.

# 5 Etalonnage

Auto-étalonnage 86

Ce chapitre présente les procédures du processus d’étalonnage des systèmes DAQ de la série U2500A afin de limiter les erreurs de mesure A/N et de sortie N/A.

# Auto-étalonnage

Les systèmes DAQ Keysight de la série U2500A sont étalonnés en usine avant expédition. La tension de référence intégrée a été étalonnée et mesurée afin d'en garantir la précision. Elle fournit la souplesse d'auto-étalonnage pour assurer la précision de la mesure réalisée dans une utilisation d'environnement différent.

En mode d'auto-étalonnage, la commande déclenche un réglage de tension en séquence pour la voie indiquée du convertisseur numérique/analogique. Cette séquence définit une constante de réglage du zéro et du gain pour chaque sortie du convertisseur numérique/analogique.

L'auto-étalonnage peut être effectué en utilisant la commande SCPI suivante :

```
CALibration:BEGin
```

Le DAQ ne peut pas fonctionner tant que l'auto-étalonnage n'est pas terminé. Vous pouvez demander l'état de l'étalonnage à l'aide de la commande SCPI suivante :

```
*OPC?
```

Cette section vous présente deux méthodes d'auto-étalonnage. La première méthode consiste à utiliser Keysight Connection Expert pour envoyer les commandes SCPI et la seconde méthode consiste à utiliser le logiciel d'application Keysight Measurement Manager.

### Méthode 1 : Auto-étalonnage avec Keysight Connection Expert

**AVERTISSEMENT**

- Avant d'effectuer l'auto-étalonnage, débranchez tous les câbles connectés au système DAQ.
- Si des câbles sont connectés au système DAQ, ils feront échouer le processus d'auto-étalonnage.

**REMARQUE** Nous vous recommandons de mettre le système DAQ sous tension au moins 20 minutes après avoir effectué l'auto-étalonnage.

1 Mettez le système DAQ sous tension et débranchez toutes ses connexions. Laissez-le préchauffer pendant 20 minutes pour vous assurer qu'il est en conditions stables de fonctionnement.

2 Cliquez sur **Démarrer > Tous les programmes > Keysight IO Libraries Suite > Keysight Connection Expert** pour lancer le programme Keysight Connection Expert.

3 Branchez le système DAQ à l'ordinateur avec un câble USB de type mini-B. Les systèmes DAQ connectés sont visibles dans le panneau **Instrument I/O on this PC** comme illustré dans la Figure 5-1.

4 Sélectionnez le système DAQ sur lequel vous souhaitez envoyer les commandes SCPI, puis cliquez sur l'icône **Interactive IO** de la barre d'outils pour lancer Keysight Interactive IO. Voir Figure 5-1.

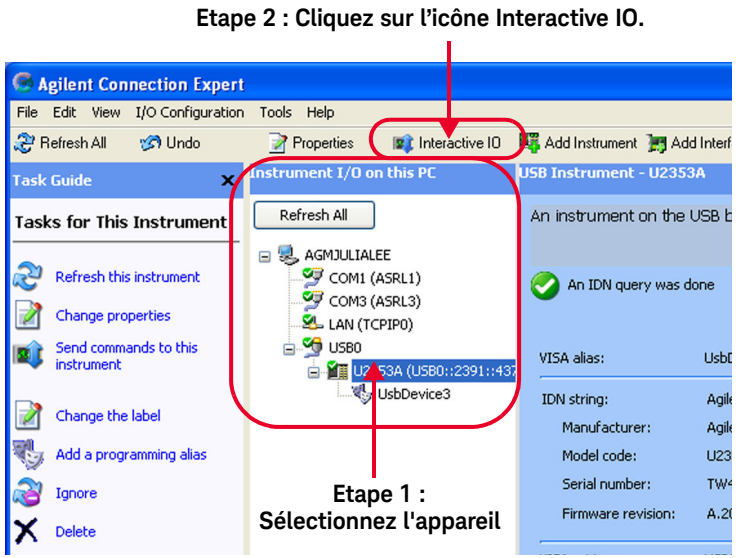



**Figure 5-1** Lancez Interactive IO dans Keysight Connection Expert

5 La boîte de dialogue **Keysight Interactive IO** apparaît comme illustré dans la Figure 5-2. Cliquez sur **Send & Read** pour envoyer la commande par défaut « `*IDN?` ». La réponse de cet appareil doit apparaître dans le panneau **Instrument Session History**.

6 Si la communication est établie entre Keysight Connection Expert et le matériel connecté, cela est indiqué dans le panneau **Instrument SessionHistory**. Les utilisateurs peuvent maintenant envoyer d'autres

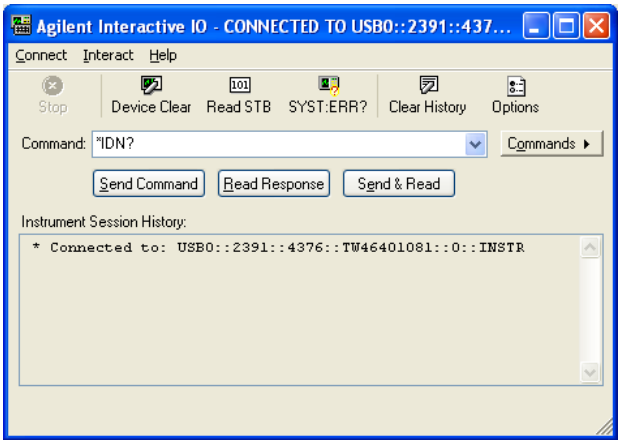



**Figure 5-2** Boîte de dialogue Interactive IO

7 Assurez-vous que le système DAQ a été préchauffé pendant 30 minutes. Envoyez les commandes SCPI « `*RST` » et « `*CLS` » pour vider le registre du système DAQ.

8 Envoyez « `CAL:BEG` » pour lancer le processus d'auto-étalonnage. Ce processus peut durer quelques minutes.

9 Envoyez « `*OPC?` » pour vérifier l'état complet de l'opération.

10 Si « `*OPC?` » renvoie la valeur 1, envoyez « `SYST:ERR?` » pour vérifier qu'aucune erreur système n'est intervenue pendant le processus d'auto-étalonnage. S'il n'y a pas d'erreur système, le processus d'auto-étalonnage est terminé. Sinon, le processus d'auto-étalonnage a échoué.

### Méthode 2 : Auto-étalonnage avec Keysight Measurement Manager

**AVERTISSEMENT**

- Avant d'effectuer l'auto-étalonnage, débranchez tous les câbles connectés au système DAQ.
- Si des câbles sont connectés au système DAQ, ils feront échouer le processus d'auto-étalonnage.

1. Mettez le système DAQ sous tension et débranchez toutes ses connexions. Laissez-le préchauffer pendant 20 minutes pour vous assurer qu'il est en conditions stables de fonctionnement.
2. Branchez le système DAQ à l'ordinateur avec un câble USB de type mini-B. Lancez Keysight Measurement Manager et sélectionnez le système DAQ sur lequel vous souhaitez lancer le processus d'auto-étalonnage.
3. Cliquez sur **Tools**, puis **Self Calibration**.
4. La boîte de dialogue **Self Calibration Form** s'affiche, comme indiqué ci-dessous.

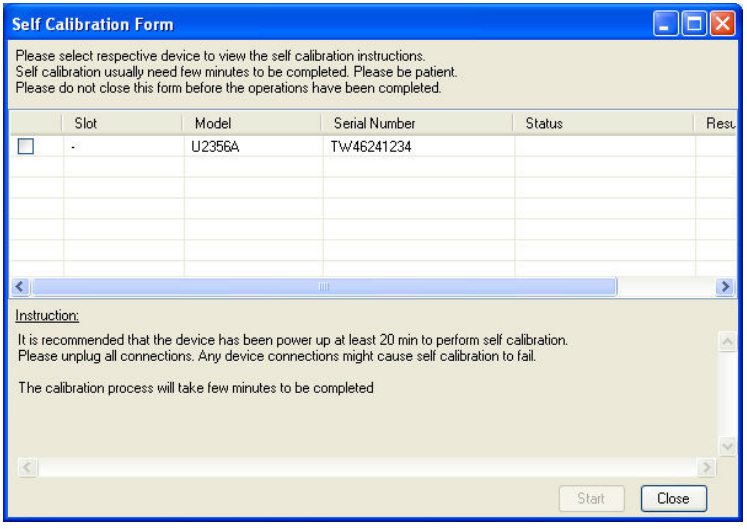



**Figure 5-3** Boîte de dialogue Self Calibration Form de Keysight Measurement Manager

5 Sélectionnez l'appareil pour lequel vous souhaitez réaliser l'auto-étalonnage afin d'activer le bouton **Start.** Cliquez sur **Start** pour continuer. Voir Figure 5-4.

6 Le processus d'étalonnage dure quelques minutes. Une fois terminé, l'état et les résultats du processus s'affichent comme illustré dans la Figure 5-5.

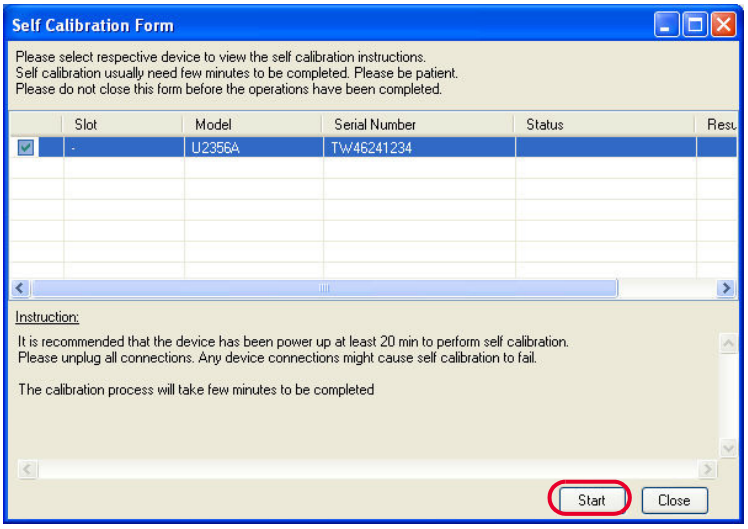



**Figure 5-4** Boîte de dialogue Self Calibration Form dans Keysight Measurement Manager indiquant un appareil sélectionné

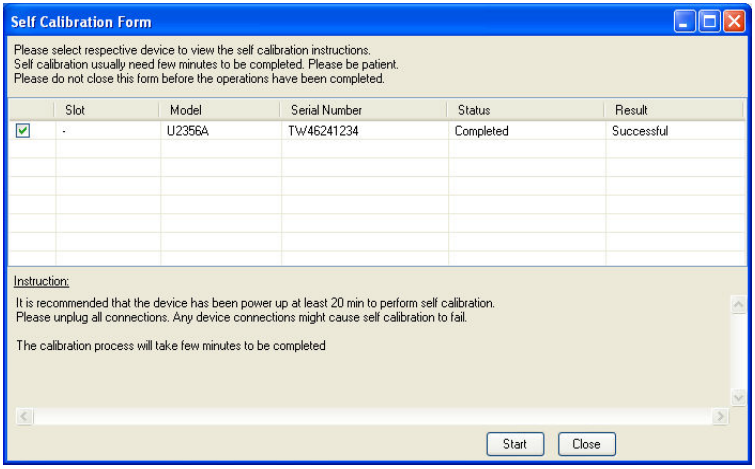



**Figure 5-5** Boîte de dialogue Self Calibration Form dans Keysight Measurement Manager indiquant l'état et les résultats du processus d'auto-étalonnage

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 2007-2020
Édition10, octobre2020

Imprimé en Malaisie

U2541-90002
www.keysight.com

# Dispositivi di acquisizione dati multifunzione a campionamento simultaneo USB Keysight serie U2500A

KEYSIGHT TECHNOLOGIES

Guida all'uso

NOTICE: This document contains references to Agilent Technologies. Agilent's former Test and Measurement business has become Keysight Technologies. For more information, go to **www.keysight.com.**

KEYSIGHT TECHNOLOGIES

# Avvisi

## Avviso sui diritti d'autore

© Keysight Technologies 2007-2020

Nessuna parte del presente manuale può essere riprodotta in qualsiasi forma o con qualsiasi mezzo, incluso archivio elettronico e sistema di recupero o traduzione in altra lingua, senza previa autorizzazione e consenso scritto di Keysight Technologies, come previsto dalle leggi sul diritto d'autore vigenti negli Stati Uniti e negli altri Paesi.

## Marchio

Pentium è un marchio registrato negli U.S.A. di Intel Corporation.

Microsoft, Visual Studio, Windows e MS Windows sono marchi di Microsoft Corporation negli Stati Uniti e/o in altri paesi.

## Codice del manuale

U2541-90003

## Edizione

Edizione 10, ottobre 2020

## Stampato in:

Stampato in Malesia

## Pubblicato da:

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

## 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. Accedere al 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 DI 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

| | | | |
|---|---|---|---|
|  | Corrente continua |  | On (alimentazione) |
|  | Corrente alternata |  | Off (alimentazione) |
|  | Sia corrente continua che alternata |  | Apparecchiatura interamente protetta tramite doppio isolamento o isolamento rinforzato |
|  | Corrente alternata trifase |  | Attenzione, rischio di scossa elettrica |
|  | Messa a terra |  | Attenzione, superficie calda |
|  | Terminale di conduttore di protezione |  | Attenzione, pericolo (vedere la nota) |
|  | Terminale di struttura o telaio |  | Posizione verso l'interno di un comando a trazione e pressione |
|  | Equipotenzialità |  | Posizione verso l’esterno di un comando a trazione e pressione |

# Informazioni sulla sicurezza

Le seguenti precauzioni generali per la sicurezza devono essere osservate in tutte le fasi di questo strumento. La mancata osservanza di queste precauzioni o di avvertenze specifiche riportate altrove nel presente manuale viola gli standard di sicurezza in base ai quali questo strumento è stato progettato, costruito e destinato all'uso. Keysight Technologies non si assume alcuna responsabilità per l'inosservanza di tali requisiti da parte del cliente.

**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.
- Non applicare una tensione maggiore di quella nominale, riportata sul dispositivo, tra i terminali dello strumento o tra un terminale e la terra esterna.
- Utilizzare sempre il dispositivo con i cavi in dotazione.
- Osservare tutti i marchi sul dispositivo prima di collegarlo.
- Spegnere 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 rimovibile è stato rimosso o allentato.
- Non connettere nessun cavo né il blocco terminale prima di aver eseguito la procedura di autotest.
- Utilizzare unicamente l'alimentatore fornito di serie per evitare pericoli imprevisti.
- Le fluttuazioni di tensione della rete non devono superare 10% della tensione di alimentazione nominale.

**ATTENZIONE**

- Non caricare i terminali di uscita oltre i limiti di corrente specificati. Una tensione eccessiva o il sovraccarico del dispositivo provocheranno danni irreversibili al sistema dei circuiti.
- Se si applica eccessiva tensione o si sovraccarica il terminale di ingresso si provocheranno danni permanenti al dispositivo.
- Se il dispositivo viene utilizzato in modo non corrispondente alle indicazioni del produttore, la protezione fornita dal dispositivo può risultare danneggiata.
- Utilizzare sempre un panno asciutto per pulire il dispositivo. Non utilizzare alcol etilico né qualunque altro liquido soggetto a evaporazione per pulire il dispositivo.
- 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 operativa | da 0°C a +55°C |
| Umidità operativa | Dal 15 % all'85% di umidità relativa (senza condensa) |
| Temperatura di stoccaggio | da -20°C a 70°C |
| Altitudine | Fino a 2000 m |
| Livello di inquinamento | 2 |
| Categoria di installazione | II |

**NOTA**

Il Serie U2500A Dispositivi di acquisizione dati multifunzione a campionamento simultaneo USB soddisfa i seguenti requisiti di sicurezza e di compatibilità elettromagnetica (EMC).

- IEC 61010-1:2001/EN 61010-1:2001
- Canada: CAN/CSA-C22.2 No.61010-1-04
- USA: ANSI/UL 61010-1: 2004
- IEC 61326-1:2002/EN 61326-1:1997+A1:1998+A2:2001+A3:2003
- CISPR 11: 1990/EN55011:1990 – Gruppo 1 Classe A
- Canada: ICES-001: 2004
- Australia/Nuova Zelanda: AS/NZS CISPR11:2004

Fare riferimento alla Dichiarazione di conformità per la revisione corrente. Per ulteriori informazioni, visitare http://www.keysight.com/go/conformity.

# Marchi relativi alle normative

| | | | |
|---|---|---|---|
| CE<br>ISM 1-A | 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. | SA ®<br>C US | Il marchio CSA è un marchio registrato della Canadian Standards Association. Se nel marchio CSA sono presenti i simboli "C" e "US" significa che il prodotto è certificato sia per il mercato statunitense sia per quello canadese, in base agli standard americani e canadesi in vigore. |
| **ICES/NMB-001** | IICES/NMB-001 indica che questo dispositivo ISM è conforme allo standard ICES-001 canadese. |  | Il marchio RCM è un marchio registrato dell'Autorità Australiana per le Comunicazioni e i Media. |

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

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 la seguente:



Non smaltire con i normali rifiuti domestici.

Per restituire questo strumento indesiderato, contattare l'ufficio Keysight 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/U2500A
  (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 . . . . . 5
Informazioni sulla sicurezza . . . . . 6
Condizioni ambientali . . . . . 8
Marchi relativi alle normative . . . . . 9
Direttiva WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment) n.2002/96/EC . . . . . 10
Categoria di prodotto: . . . . . 10
Supporto vendite e tecnico . . . . . 10

1 Operazioni preliminari

Presentazione dei dispositivi DAQ serie U2500A . . . . . 18
Panoramica del prodotto . . . . . 19
Caratteristiche esterne del prodotto . . . . . 19
Dimensioni del prodotto . . . . . 20
Panoramica del blocco dei terminali . . . . . 21
Elenco dei componenti forniti in dotazione . . . . . 22
Installazione del software . . . . . 23
Kit di montaggio a L . . . . . 24
Manutenzione generale . . . . . 26
Ulteriori informazioni . . . . . 27
Verifica dell'hardware . . . . . 27
Codice di campionamento . . . . . 28

2 Configurazione dei pin del connettore

Introduzione . . . . . 30
Configurazione dei pin del connettore per i dispositivi U2531A/U2541A/U2542A . . . . . 31
Connettore a 55 pin (J1) Configurazione dei pin . . . . . 34

3 Funzionalità

Panoramica delle funzionalità . . . . . 38
Modalità di funzionamento input analogici . . . . . 39
Conversione dati A/D . . . . . 46
Formato dati AI . . . . . 51
Modalità di funzionamento uscite analogiche . . . . . 53
Tensione di riferimento D/A . . . . . 56
Formato dati AO . . . . . 57
I/O digitale . . . . . 59
Contatore digitale per uso generico (GPC) . . . . . 62
Sorgenti di trigger . . . . . 68
Tipi di trigger . . . . . 69
Trigger digitale . . . . . 73
Trigger analogico . . . . . 73
Esempi di programmazione SCPI . . . . . 77
Ingresso analogico . . . . . 77
Uscita analogica . . . . . 80

4 Caratteristiche e specifiche

5 Calibrazione

Autocalibrazione . . . . . 84

# Elenco delle figure


Figura 2-1 Connettore nella vista verticale . . . . . 30
Figura 2-2 Connettore nella vista orizzontale . . . . . 30
Figura 2-3 Configurazione dei pin per i dispositivi U2531A/U2541A/U2542A . . . . . 31
Figura 2-4 Connettore (J1) a 55 pin . . . . . 34
Figura 3-1 Schema a blocchi delle funzioni del dispositivo DAQ serie U2500A . . . . . 40
Figura 3-2 I/O digitale per usi generali del DAQ Keysight serie U2500A . . . . . 59
Figura 3-3 Contatore digitale per uso generico . . . . . 62
Figura 3-4 Modalità Totalizzatore . . . . . 63
Figura 3-5 Pre-trigger . . . . . 69
Figura 3-6 Middle-trigger . . . . . 70
Figura 3-7 Post-trigger . . . . . 71
Figura 3-8 Delay-trigger . . . . . 72
Figura 3-9 Fronte positivo e negativo del trigger digitale. . . . . 73
Figura 3-10 Condizione di trigger sopra alto . . . . . 74
Figura 3-11 Condizione di trigger sotto basso . . . . . 75
Figura 3-12 Condizione di trigger finestra . . . . . 76
Figura 5-1 Avvio di Interactive IO in Keysight Connection Expert 85
Figura 5-2 Finestra di dialogo Interactive IO . . . . . 86
Figura 5-3 Finesra di dialogo Self Calibration Form in Keysight Measurement Manager . . . . . 87
Figura 5-4 Finestra di dialogo Self Calibration Form in Keysight Measurement Manager con un dispositivo selezionato . . . . . 88
Figura 5-5 Finestra di dialogo Self Calibration Form in Keysight Measurement Manager, che indica lo stato e il risultato del processo di autocalibrazione . . . . . 88

QUESTA PAGINA È STATA LASCIATA VOLUTAMENTE BIANCA.

# Elenco delle tabelle


Tabella 2-1 Legenda dei pin per i dispositivi U2531A/U2541A/U2542A . . . . . 32
Tabella 2-2 Assegnazione dei pin del connettore J1 serie U2500A . . . . . 34
Tabella 2-3 Legenda del connettore J1 serie U2500A . . . . . 35
Tabella 3-1 Panoramica del funzionamento dell'ingresso analogico . . . . . 40
Tabella 3-2 Intervallo di ingresso analogico e uscita codice digitale per bipolare . . . . . 51
Tabella 3-3 Intervallo di ingresso analogico e uscita codice digitale per unipolare . . . . . 51
Tabella 3-4 Intervallo di ingresso analogico e uscita codice digitale per bipolare . . . . . 52
Tabella 3-5 Intervallo di ingresso analogico e uscita codice digitale per unipolare . . . . . 52
Tabella 3-6 Panoramica del funzionamento dell'uscita analogica . 53
Tabella 3-7 Codice digitale e tabella uscita di tensione per l'impostazione bipolare (U2531A, U2541A e U2542A) . . . . . 58
Tabella 3-8 Codice digitale e tabella uscita di tensione per l'impostazione unipolare (U2531A, U2541A e U2542A) . . . . . 58
Tabella 3-9 Tipo di trigger per l'acquisizione singola della modalità continua . . . . . 68
Tabella 3-10 Tipo di trigger per l'acquisizione continua della modalità continua . . . . . 68

QUESTA PAGINA È STATA LASCIATA VOLUTAMENTE BIANCA.

# 1 Operazioni preliminari

Presentazione dei dispositivi DAQ serie U2500A 18
Panoramica del prodotto 19
Panoramica del blocco dei terminali 21
Elenco dei componenti forniti in dotazione 22
Installazione del software 23
Kit di montaggio a L 24
Manutenzione generale 26
Ulteriori informazioni 27

In questo capitolo sono riportate le istruzioni sulle operazioni preliminari da eseguire con i dispositivi DAQ serie U2500A, a partire dalla verifica dei requisiti di sistema, per proseguire con l'installazione dell'hardware e del software e terminare con l'avvio del software applicativo Keysight Measurement Manager.

# Presentazione dei dispositivi DAQ serie U2500A

I dispositivi di acquisizione dati (DAQ) multifunzione a campionamento simultaneo (SS) USB Keysight serie U2500A offrono prestazioni elevate e facilità di utilizzo e possono essere utilizzati sia come unità indipendenti sia come unità modulari. Se tuttavia vengono utilizzati come unità modulari, il modulo deve essere installato nello chassis dello strumento modulare USB Keysight U2781A. La serie U2500A è costituita da tre modelli:

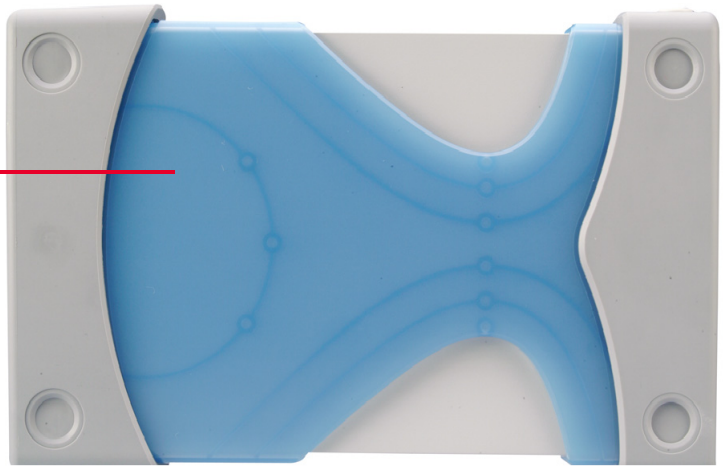
- U2531A: DAQ multifunzione SS a 4 canali 14 bit 2 MSa/s
- U2541A: DAQ multifunzione SS a 4 canali 16 bit 250 kSa/s
- U2542A: DAQ multifunzione SS a 4 canali 16 bit 500 kSa/s

I dispositivi DAQ della serie U2500A sono compatibili con un'ampia gamma di ambienti di sviluppo di applicazioni (ADE), quali Keysight VEE, LabVIEW, MATLAB e Microsoft Visual Studio. All'acquisto di ciascun dispositivo viene abbinato un software applicativo di facile utilizzo Keysight Measurement Manager.

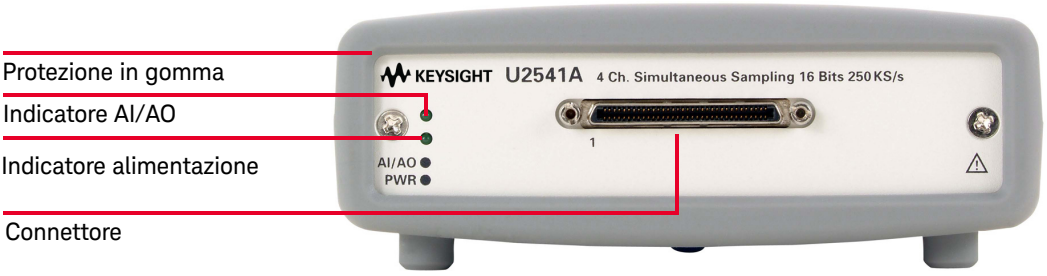
# Panoramica del prodotto

## Caratteristiche esterne del prodotto

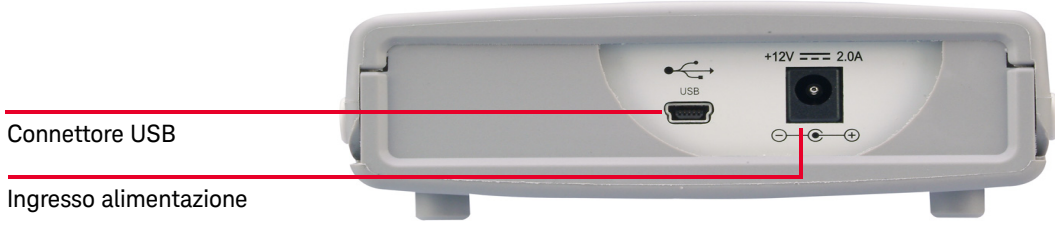
### Vista dall'alto




### Vista anteriore



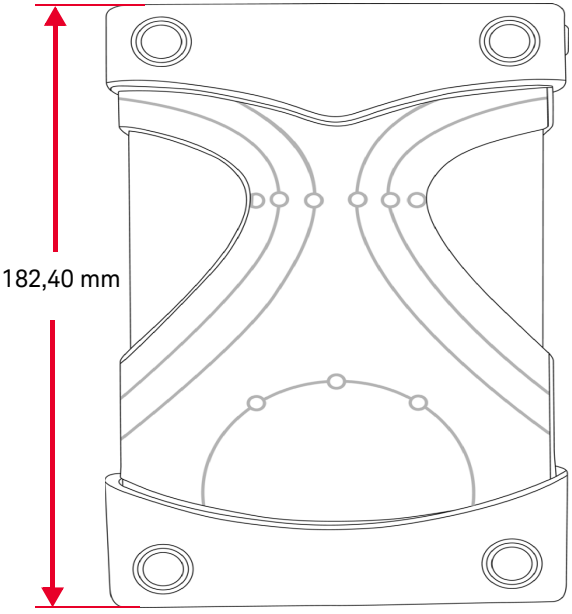

### Vista posteriore



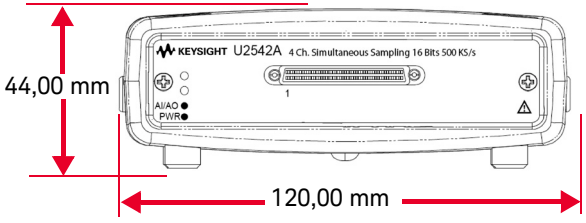
## Dimensioni del prodotto

**Con custodia in plastica**

Vista dall'alto

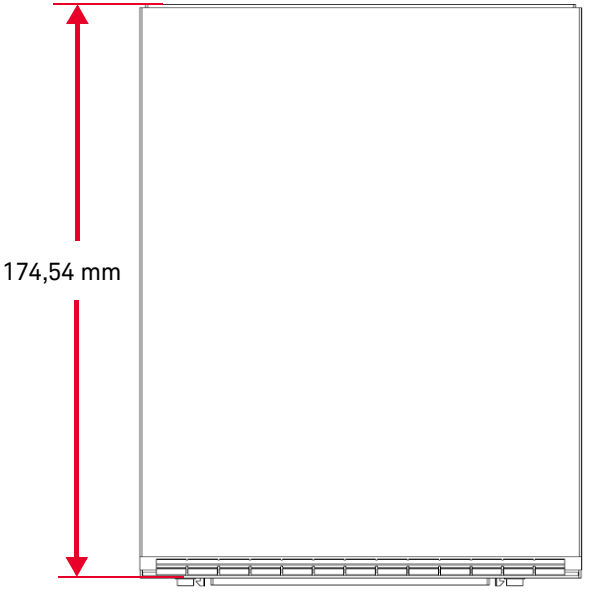



Vista anteriore

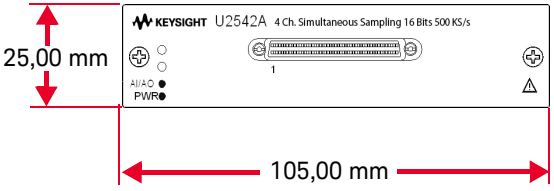



**Senza custodia in plastica**

Vista dall'alto

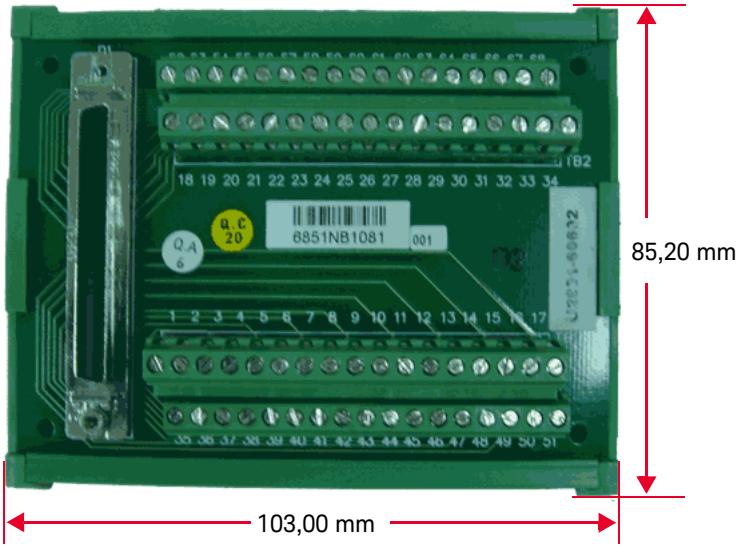



Vista anteriore

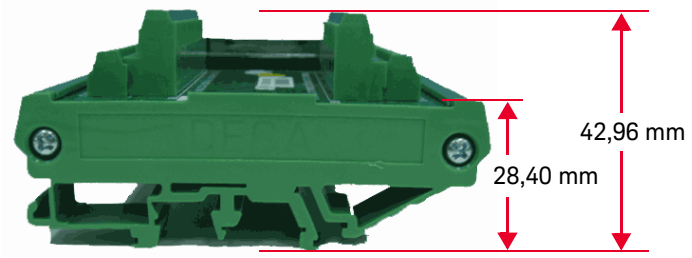


# Panoramica del blocco dei terminali

## Vista anteriore




## Vista laterale



# Elenco dei componenti forniti in dotazione

Se si è acquistato un modello standard DAQ serie U2500A, assicurarsi che nella confezione siano presenti i seguenti articoli. In caso di parti mancanti, contattare il reparto vendite Keysight più vicino.

- ✔ Adattatore di corrente CC
- ✔ Cavo di alimentazione
- ✔ Cavo prolunga USB
- ✔ Kit per montaggio a L (utilizzato con chassis dello strumento modulare Keysight U2781A)
- ✔ Guida rapida ai prodotti e sistemi modulari USB Keysight
- ✔ Prodotti e sistemi modulari USB Keysight - Product Reference DVD-ROM
- ✔ CD-ROM Keysight Automation-Ready (contiene Keysight IO Libraries Suite)
- ✔ Certificato di calibrazione

**AVVERTENZA** **Per evitare rischi imprevisti, utilizzare esclusivamente l'adattatore di alimentazione fornito dal produttore.**

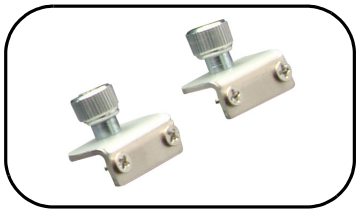
# Installazione del software

Se insieme ai dispositivi DAQ serie U2500A si desidera utilizzare il software applicativo Keysight Measurement Manager, seguire le istruzioni passo-passo riportate nella *Guida rapida ai prodotti e sistemi modulari USB Keysight*.

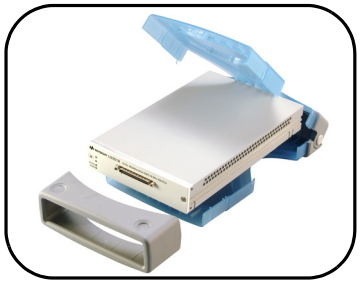
**NOTA** **Prima di utilizzare i dispositivi serie U2500A con altri ambienti di sviluppo di applicazioni potrebbe essere necessario installare il driver IVI-COM.**

# Kit di montaggio a L

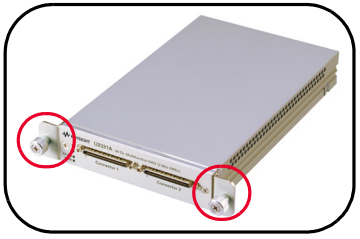
Il kit L-Mount deve essere utilizzato con lo chassis dello strumento modulare USB Keysight U2781A. Le seguenti istruzioni decrivono le semplici procedure di installazione del kit L-Mount su un dispositivo USB U2600A.



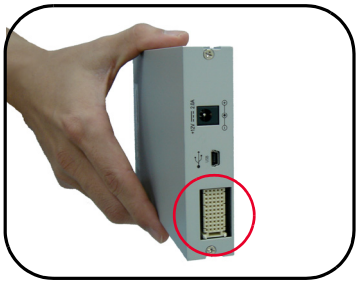
**1** Togliere il kit L-Mount dall'imballaggio.



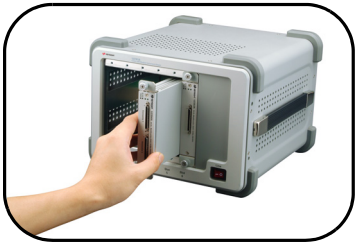
**2** Estrarre il dispositivo USB dalla custodia di plastica tirando il piede della protezione in gomma (lato anteriore della custodia) verso l'esterno, quindi, sollevare l'involucro di plastica e toglierlo dal dispositivo USB.



**3** Tramite il cacciavite *Philips*, svitare il kit L-Mount dal dispositivo USB.



**4** Per inserire il modulo USB nello chassis, ruotarlo perpendicolarmente e assicurarsi che il connettore backplane a 55 pin si trovi sulla base del modulo USB.



**5** Il dispositivo USB è pronto per essere inserito nello chassis di uno strumento.

# Manutenzione generale

**NOTA** **Gli interventi di riparazione o di manutenzione che non sono descritti in questo capitolo devono essere effettuati esclusivamente da personale qualificato.**

Per eliminare la sporcizia o l'umidità del dispositivo USB, seguire le istruzioni riportate di seguito.

1. Spegnere il dispositivo USB ed estrarre il cavo dell'alimentatore CA/CC e il cavo USB dal dispositivo.
2. Estrarre il dispositivo USB dalla custodia di plastica tirando il piede della protezione in gomma (lato anteriore della custodia) verso l'esterno, quindi, sollevare l'involucro di plastica e toglierlo dal dispositivo USB.
3. Sorreggendo il dispositivo USB, scuotere la sporcizia e la polvere che possono essersi accumulate sul pannello del dispositivo USB.
4. Pulire il dispositivo USB con un panno asciutto pulito.

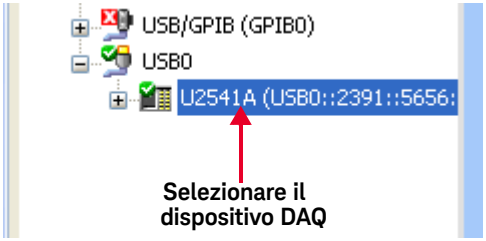
# Ulteriori informazioni

## Verifica dell'hardware

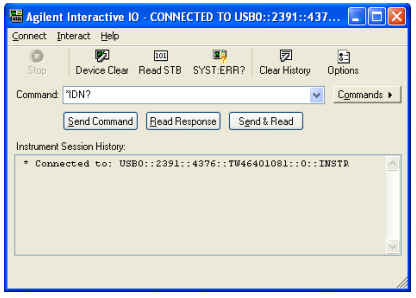
Keysight Connection Expert è una delle utilità di Keysight IO Libraries. Keysight Connection Expert rivela automaticamente i dispositivi USB collegati al PC e disattiva la comunicazione tra il dispositivo USB e il PC. Per verificare se il dispositivo USB ha stabilito una connessione con il PC, procedere come segue.

1 Fare clic su **Start > Tutti i programmi > Keysight IO Libraries Suite > Keysight Connection Expert** per avviare Keysight Connection Expert.

2 Il dispositivo USB collegato viene visualizzato nel riquadro **Instrument I/O on this PC** come mostrato di seguito. Selezionare l'interfaccia di connessione del DAQ e fare clic con il pulsante destro del mouse.




3 iene visualizzato un menu contestuale. Fare clic su **Send Commands To This Instrument**. Viene visualizzata la finestra di dialogo Keysight Interactive IO come mostrato di seguito. Fare clic su **Send & Read** per inviare il comando SCPI `*IDN?` predefinito. La risposta dello strumento viene visualizzata nel riquadro **Instrument Session History**.




4 La corretta comunicazione tra il PC e l'hardware collegato indica che l'installazione dell'hardware e il collegamento sono stati eseguiti in modo corretto.

## Codice di campionamento

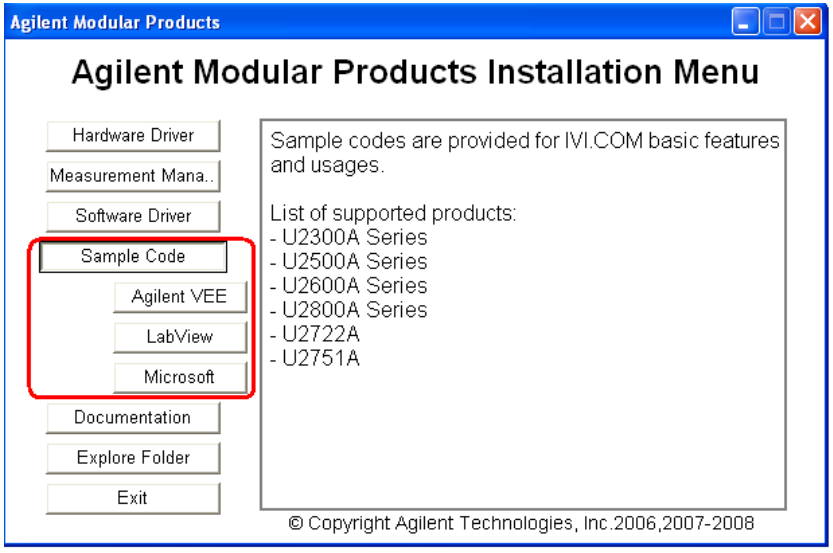
Vengono forniti codici di campionamento per Keysight VEE, LabView e Microsoft (C#, C++, VB7 e VB6) per aiutare l'utente ad iniziare a utilizzare e a familiarizzare con lo strumento. I codici di campionamento per ciascun linguaggio sono i seguenti.

- **Example1**: indica l'inizializzazione dello strumento
- **DigitalIO**: lettura di dati dallo strumento e scrittura di dati nello strumento
- **OneShot**: acquisizione di dati da misurazione e restituzione all'utente
- **Counter**: esecuzione di funzionalità di contatore di base quali la configurazione del contatore e la frequenza di misurazione
- **ArbWav**: generazione di forma d'onda arbitraria
- **StdWav**: generazione di forma d'onda standard

### Come visualizzare il codice di campionamento

Selezionare **Sample Code** dal menu Keysight Modular Products Installation e scegliere il tipo di linguaggio.

Vedere la figura seguente.



# 2 Configurazione dei pin del connettore

Introduzione 30
Configurazione dei pin del connettore per i dispositivi U2531A/U2541A/U2542A 31
Connettore a 55 pin (J1) Configurazione dei pin 34

Questo capitolo descrive la configurazione dei pin dei dispositivi di acquisizione dati multifunzione a campionamento simultaneo USB serie U2500A e la configurazione dei pin del connettore backplane a 55 pin.

# Introduzione

I dispositivi di acquisizione dati (DAQ) multifunzione a campionamento simultaneo USB serie U2500A sono muniti di un connettore femmina di tipo VHDCI a 68 pin. In questo capitolo viene fornita la configurazione dei pin del connettore di tutti i dispositivi DAQ serie U2500A.

Se il modulo DAQ viene utilizzato in uno chassis per strumento modulare (U2781A), consultare la Figura 2-1 per la numerazione dei pin. Se il modulo DAQ viene utilizzato come unità indipendente, vedere la Figura 2-2.

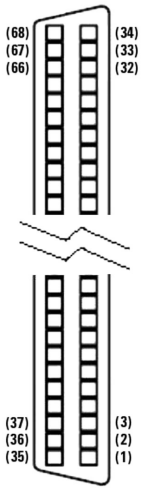



**Figura 2-1** Connettore nella vista verticale

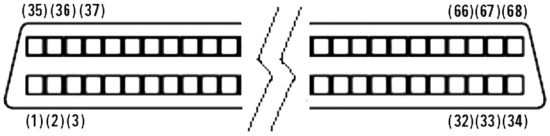



**Figura 2-2** Connettore nella vista orizzontale

# Configurazione dei pin del connettore per i dispositivi U2531A/U2541A/U2542A

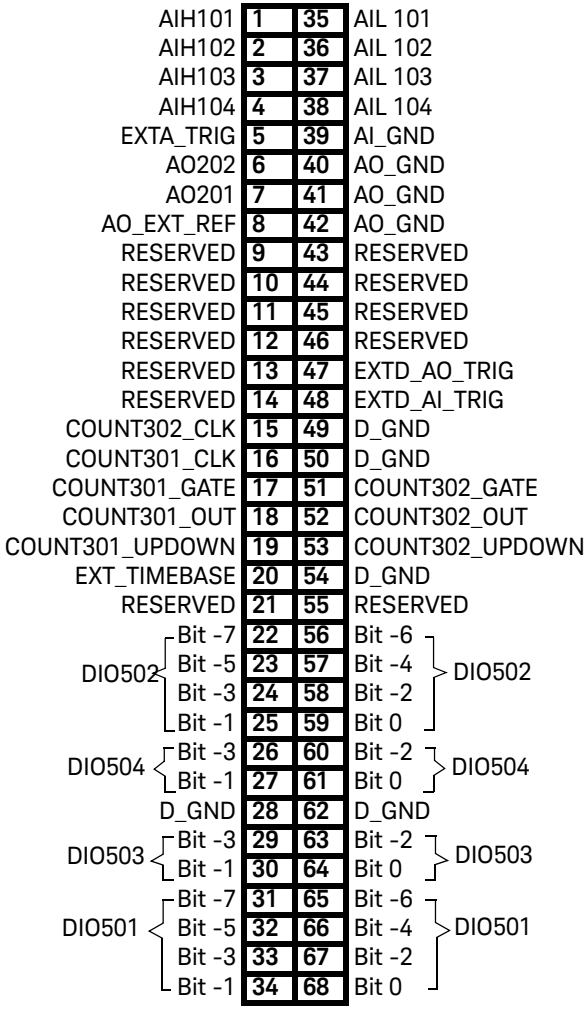



**Figura 2-3** Configurazione dei pin per i dispositivi U2531A/U2541A/U2542A

**Tabella 2-1** Legenda dei pin per i dispositivi U2531A/U2541A/U2542A

| Pin | Nome del segnale | Direzione | Riferimento | Descrizione |
|---|---|---|---|---|
| Da 1 a 4 | AIH<101...104> | Ingresso | AIL<101...104> | Ingresso positivo differenziale per il canale AI <101...104> |
| 5 | EXTA_TRIG | Ingresso | AI_GND | Trigger analogico AI esterno |
| 6 | AO202 | Output | AO_GND | AO canale 2 |
| 7 | AO201 | Output | AO_GND | AO canale 1 |
| 8 | AO_EXT_REF | Ingresso | AO_GND | Riferimento esterno per i canali AO |
| Da 9 a 12 | RISERVATO | Ingresso | N/D | RISERVATO |
| 13, 14 | RISERVATO | Output | D_GND | RISERVATO |
| 15 | COUNT<302>_CLK | Ingresso | D_GND | Sorgente del contatore <302> |
| 16 | COUNG<301>_CLK | Ingresso | D_GND | Sorgente del contatore <301> |
| 17, 51 | COUNT<301,302>_ GATE | Ingresso | D_GND | Gate del contatore <301,302> |
| 18, 52 | COUNT<301,302>_ OUT | Ingresso | D_GND | Uscita del contatore <301,302> |
| 19, 53 | COUNT<301,302>_ UPDOWN | Ingresso | D_GND | Bidirezionale del contatore <301,302> |
| 20 | EXT_TIMEBASE | Ingresso | D_GND | TIMEBASE esterno |
| 21, 28, 49, 50, 54, 62 | D_GND | N/D | N/D | Terra digitale |
| 22, 56, 23, 57, 24, 58, 25, 59 | DIO502<7,0> | PIO | D_GND | DIO programmabile del canale 502 |
| 26, 60, 27, 61 | DIO504<3,0> | PIO | D_GND | DIO programmabile del canale 504 |
| 29, 63, 30, 64 | DIO503<3,0> | PIO | D_GND | DIO programmabile del canale 503 |
| 31, 65, 32, 66, 33, 67, 34, 68 | DIO501<7,0> | PIO | D_GND | DIO programmabile del canale 501 |
| Da 35 a 38 | AIL<101...104> | Ingresso | N/D | Ingresso negativo differenziale per il canale AI <101...104> |
| 39 | AI_GND | N/D | N/D | Terra analogico per AI |
| Da 40 a 42 | AO_GND | N/D | N/D | Terra analogico per AO |

**Tabella 2-1** Legenda dei pin per i dispositivi U2531A/U2541A/U2542A (continuazione)

| Pin | Nome del segnale | Direzione | Riferimento | Descrizione |
|---|---|---|---|---|
| Da 43 a 46 | RISERVATO | Ingresso | N/D | RISERVATO |
| 47 | EXTD_AO_TRIG | Ingresso | D_GND | Trigger a forma d'onda AO esterno |
| 48 | EXTD_AI_TRIG | Ingresso | D_GND | Trigger digitale AI esterno |
| 21, 55 | RISERVATO | Ingresso | N/D | RISERVATO |

# Connettore a 55 pin (J1) Configurazione dei pin

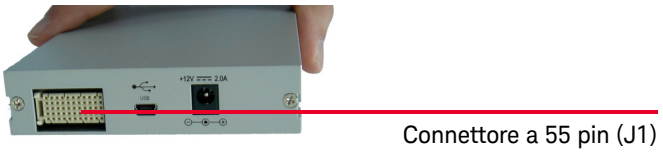



**Figura 2-4** Connettore (J1) a 55 pin

**Tabella 2-2** Assegnazione dei pin del connettore J1 serie U2500A

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11 | GND | +12 V | +12 V | GND | USB_D+ | USB_D- | GND |
| 10 | GND | +12 V | +12 V | +12 V | GND | GND | GND |
| 9 | GND | +12 V | +12 V | +12 V | GND | USB_VBUS | GND |
| 8 | GND | LBL0 | BRSV | GND | TRIG0 | LBR0 | GND |
| 7 | GND | LBL1 | GA0 | TRIG7 | GND | LBR1 | GND |
| 6 | GND | LBL2 | GA1 | GND | TRIG1 | LBR2 | GND |
| 5 | GND | LBL3 | GA2 | TRIG6 | GND | LBR3 | GND |
| 4 | GND | LBL4 | STAR_TRIG | GND | TRIG2 | LBR4 | GND |
| 3 | GND | LBL5 | GND | TRIG5 | GND | LBR5 | GND |
| 2 | GND | LBL6 | CLK10M | GND | TRIG3 | LBR6 | GND |
| 1 | GND | LBL7 | GND | TRIG4 | GND | LBR7 | GND |
| | Z | A | B | C | D | E | F |

**Tabella 2-3** Legenda del connettore J1 serie U2500A

| Pin | Descrizioni |
|---|---|
| +12 V | +12 V potenza da backplane |
| GND | Terra |
| BRSV | Pin riservati |
| Da TRIG0 a TRIG7 | Trigger bus 0 - 7 |
| STAR_TRIG | Star trigger |
| CLK10M | Clock di riferimento da 10 MHz |
| USB_VBUS | Potenza bus USB, +5 V |
| USB_D+, USB_D- | Coppia differenziale USB |
| LBL <0..7> e LBR <0..7> | Pin riservati |
| GA0, GA1, GA2 | Pin indirizzo geografico |

QUESTA PAGINA È STATA LASCIATA VOLUTAMENTE BIANCA.

# 3 Funzionalità

Panoramica delle funzionalità 38
Modalità di funzionamento input analogici 39
Modalità di funzionamento uscite analogiche 53
I/O digitale 59
Contatore digitale per uso generico (GPC) 62
Sorgenti di trigger 68
Esempi di programmazione SCPI 77

Questo capitolo descrive le funzionalità dei dispositivi DAQ multifunzione a campionamento simultaneo USB Keysight serie U2500A. Include la modalità di funzionamento ingresso analogico, la modalità di funzionamento uscita analogica, l'I/O digitale e il contatore digitale per uso generico. Inoltre, illustra le sorgenti di trigger disponibili per il dispositivo e fornisce alcuni esempi di SCPI per aiutare l'utente in fase di programmazione.

# Panoramica delle funzionalità

**U2531A** Risoluzione di ingresso analogico a 14 bit confrequenza di campionamento massima di 2 MSa/s

**U2541A** Risoluzione di ingresso analogico a 16 bit confrequenza di campionamento massima di 250 kSa/s

**U2542A** Risoluzione di ingresso analogico a 16 bit confrequenza di campionamento massima di 500 kSa/s

- Campionamento simultaneo per l'ingresso analogico
- Risoluzione di 14 bit e 16 bit
- 4 ingressi differenziali simultanei (DI)
- Ingresso analogico bipolare e unipolare programmabile
- Supporto di autocalibrazione
- Compatibile USBTMC 488.2
- Interfaccia USB 2.0 ad elevata velocità
- Sorgenti di trigger multiple– nessuna (trigger immediato), trigger analogico/digitale esterno e SSI/star trigger (utilizzato con lo chassis modulare)

# Modalità di funzionamento input analogici

I dispositivi DAQ serie U2500A dispongono di quattro canali di ingresso analogico (AI) a campionamento simultaneo (SS) con frequenza di campionamento programmabile. Per misurare i segnali analogici, è necessario definire le proprietà dei segnali misurati. Tali proprietà comprendono la modalità (polling/continua), la polarità (bipolare/unipolare) e l'intervallo di tensione. Può essere necessario anche impostare i canali desiderati per immettere i segnali analogici. Per tutti i modelli a campionamento simultaneo, la configurazione di misurazione è in modalità differenziale (DIFF).

Le operazioni AI richiedono una sorgente di trigger. L'acquisizione dei dati ha inizio dopo che la condizione di trigger è stata soddisfatta. Il segnale misurato viene memorizzato temporaneamente in un Data FIFO. Gli ingressi analogici sono in grado di misurare le tensioni in ingresso comprese tra ±1,25 V e ±10 V. Il diagramma della Figura 3-1 illustra lo schema a blocchi delle funzioni dei dispositivi DAQ serie U2500A.

Quando i dispositivi DAQ serie U2500A vengono accesi, le costanti di calibrazione vengono caricate dalla EEPROM su scheda per garantire il corretto funzionamento dei DAC di calibrazione e del circuito PGA. Per quanto riguarda lo schema a blocchi funzionale riportato nella Figura 3-1, i segnali AI arrivano prima al multiplexer analogico e poi al PGA. Quindi, passano attraverso il convertitore analogico-digitale (ADC), in cui la tensione analogica viene convertita in informazioni digitali, in modo che il computer elabori o archivi i segnali. Osservare che se si desidera utilizzare il trigger analogico, è necessario definire il livello di trigger per il convertitore analogico-digitale (DAC).

In questa sezione vengono descritti diversi tipi di modalità di ingresso analogico. Inoltre, viene spiegata la conversione dei dati da analogici a digitali per 16 bit e 14 bit tramite alcune formule (bipolari e unipolari). Infine, viene fornito il formato di dati AI per la serie U2500A.

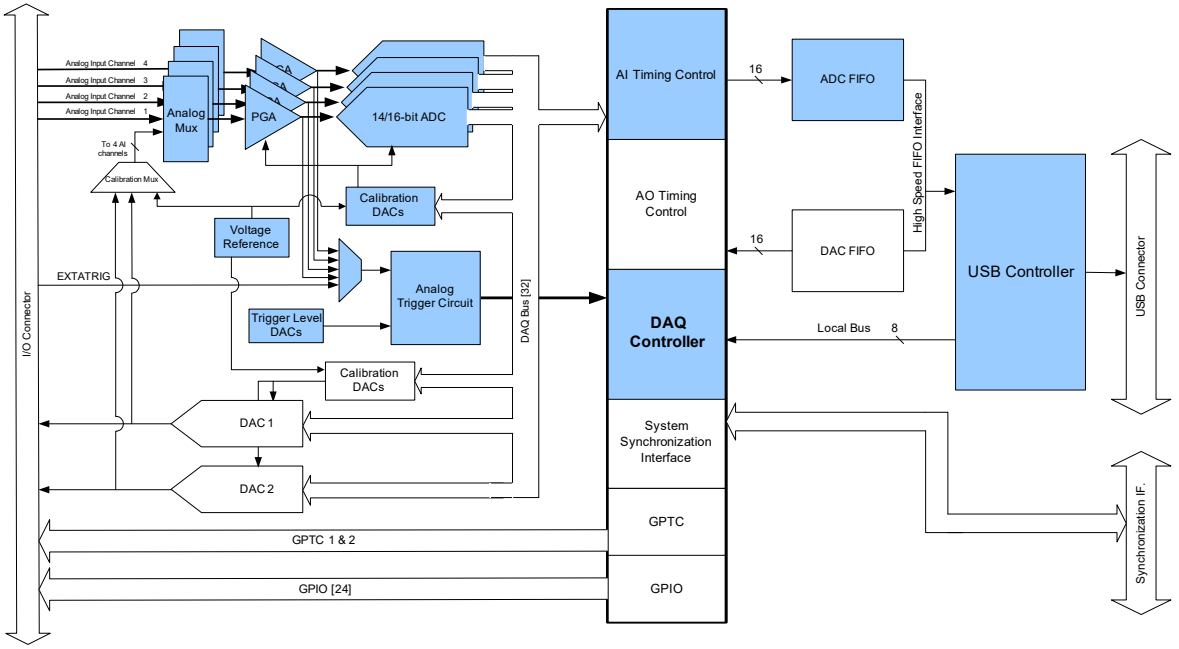



**Figura 3-1** Schema a blocchi delle funzioni del dispositivo DAQ serie U2500A

Esistono due modalità diverse di funzionamento con ingressi analogici: polling e continua.

**Tabella 3-1** Panoramica del funzionamento dell'ingresso analogico

| Funzionamento | Modalità | Tipi di acquisizione |
|---|---|---|
| Ingresso analogico | Modalità polling | Acquisizione di dati singoli A/D |
| | Modalità continua | – Acquisizione singola |
| | | – Acquisizione continua |

### Modalità polling

È il modo più semplice per acquisire una misurazione A/D singola per quattro canali diversi. Il convertitore A/D comincia a convertire una lettura ogni volta che viene eseguito il comando SCPI dedicato. Il comando SCPI per l'esecuzione della misurazione della modalità polling è sotto il sottosistema MEASure. In questa modalità, la sincronizzazione della conversione A/D è completamente controllata dal software.

Prima di utilizzare la modalità polling, occorre definire le proprietà del segnale misurato. Le proprietà da definire sono l'intervallo di tensione (±10 V, ±5 V, ±2,5 V, ±1,25 V) e la polarità (unipolare/bipolare). L'intervallo di tensione predefinito è ±10 V e la polarità predefinita è bipolare. Queste proprietà possono essere impostate tramite i comandi SCPI nell'ambito del sottosistema SOURce. Il tipo di segnale per la serie U2500A è in modalità differenziale (DIFF).

Per impostazione predefinita, la misurazione in modalità di polling viene eseguita dopo che i dispositivi hanno ricevuto il comando di query `MEASure?`. Questa funzione può essere modificata istruendo il dispositivo a calcolare la media di un intervallo di misure prima di restituire il valore finale agli utenti. Ad esempio, impostando il seguente comando SCPI

```
[SENSe:]VOLTage:AVERage 10,(@101)
```

prima del comando di query `MEASure? (@101)`, il dispositivo esegue dieci misurazioni, ne calcola la media e restituisce il valore medio agli utenti.

**NOTA** Per ulteriori informazioni sui sottosistemi MEASure, SOURce e su [SENSe:]VOLTage, consultare la guida *Keysight U2500A Series USB Simultaneous Sampling Multifunction Data Acquisition Devices Programmer's Reference*.

### Esempio 1: Polling dell'ingresso analogico

```
-> *CLS;*RST                    //Per riportare il DAQ allo stato di accensione predefinito, questo comando può essere ignorato se questa operazione non è necessaria
-> MEAS? (@101,102,103,104)     //Polling AI con condizione predefinita
<- 1.50123,5.0012,7.1234,9.1112 //Misurazione restituita
```

### Esempio 2: Polling dell'ingresso analogico con impostazioni

```
-> *CLS;*RST                    //Per riportare il DAQ allo stato di accensione predefinito, questo comando può essere ignorato se questa operazione non è necessaria
-> VOLT:RANG 10,(@101.103)      //Imposta l'intervallo a 10 V sul canale CH 101, 103
-> VOLT:POL UNIP,(@101,103)     //Imposta la misurazione UNIPolare sul canale CH 101,103
-> VOLT:AVER 100                //Imposta il polling per misurare 100 volte e calcolare il valore medio
-> MEAS? (@101,103)             //Chiede al polling AI di attivarsi sull'impostazione sopra indicata con 100 misurazioni e calcolare il valore medio
<- 1.50123,5.3212               //Valore medio calcolato di 100 misurazioni da ciascun canale
```

### Modalità continua

Esistono due tipi di modalità continua, ovvero acquisizione singola e continua. Nell'acquisizione singola, i dati vengono acquisiti a un punto di campionamento specificato ed elaborati una volta. Nell'acquisizione continua, il processo di acquisizione dei dati è continuo finché non viene inviato un comando di `STOP`. Per avviare il processo di acquisizione vengono utilizzati i comandi SCPI seguenti:

– Acquisizione singola:

```
DIGitize
```

– Acquisizione continua:

```
RUN
```

Nella modalità continua, vi sono due parametri che devono essere specificati:

### a) Frequenza di campionamento

La frequenza di campionamento massima dipende dalla frequenza di campionamento di ADC. Ad esempio, impostando la frequenza di campionamento al massimo, ovvero 500 kSa/s per U2542A, tutti i canali AI eseguono il campionamento dei dati singolarmente con la stessa frequenza di campionamento. Il comando SCPI per impostare la frequenza di campionamento per AI è:

```
ACQuire:SRATe <value>
```

La frequenza di campionamento predefinita è 1 kHz.

### b) Punti di campionamento

Il parametro dei punti di campionamento viene utilizzato per impostare il numero di punti di acquisizione per ciascun canale. Ad esempio, se vengono impostati 800 punti di campionamento, la misurazione simultanea di quattro canali AI richiederà l'acquisizione di 3200 campioni in totale. Il comando SCPI per impostare i punti di campionamento per AI è:

```
ACQuire:POINts <value>
```

I punti di campionamento predefiniti sono 500.

**NOTA** I punti di campionamento massimi per l'acquisizione singola sono 8 MSa divisi per il numero di canali abilitati e per l'acquisizione continua 4 MSa divisi per il numero di canali abilitati.

Esempio1: Acquisizione singola

```
-> *CLS;*RST                          //Per riportare il DAQ allo stato di accensione predefinito, questo comando può essere ignorato se questa operazione non è necessaria
-> ROUT:ENAB 1,(@101,103)             //Abilita l'acquisizione sul canale CH 101 e 103
-> ROUT:CHAN:RANG 10,(@101,103)       //Imposta l'intervallo a 10 V sul canale CH 101 e 103
-> ROUT:CHAN:POL BIP,(@101,103)       //Imposta la modalità di misurazione BIPolare sul canale CH 101 e 103
-> ACQ:SRAT 10000                     //Imposta l'acquisizione con 10000 Sa/s di frequenza di campionamento
-> ACQ:POIN 1000                      //Imposta il punto 1000 per l'acquisizione per ciascun canale
-> DIG                                //Attiva l'acquisizione singola
-> WAV:COMP?                          //Verifica che l'acquisizione sia completata
<- NO                                 //L'acquisizione non è completata, occorre 1 sec per completarla
-> WAV:COMP?                          //Verifica che l'acquisizione sia completata
<- YES                                //Acquisizione completata
-> WAV:DATA?                          //Riporta i dati al PC dell'utente
<- #800004000<data><data>….           //Dati grezzi restituiti in blocco binario
```

### Esempio 2: Acquisizione continua

| | |
|---|---|
| `-> *CLS;*RST` | *//Per riportare il DAQ allo stato di accensione predefinito, questo comando può essere ignorato se questa* operazione non è necessaria |
| `-> ROUT:ENAB 1,(@101,103)` | *//Abilita l'acquisizione sul canale 101 e 103* |
| `-> ROUT:CHAN:RANG 10,(@101,103)` | *//Imposta l'intervallo a 10 V sul canale CH 101 e 103* |
| `-> ROUT:CHAN:POL BIP,(@101,103)` | *//Imposta la modalità di misurazione BIPolare sul canale CH 101 e 103* |
| `-> ACQ:SRAT 10000` | *//Imposta l'acquisizione con 10000 Sa/s di frequenza di campionamento* |
| `-> WAV:POIN 1000` | *//Imposta il punto 1000 Sa per l'acquisizione per ogni blocco di dati* |
| `-> DIG` | *//Attiva l'acquisione singola* |
| `-> WAV:STAT?` | *//Verifica lo statodell'acquisizione* |
| `<- FRAG` | *//L'acquisizione non è ancora completata, occorre 1 sec per completare questo blocco di acquisizione* |
| `-> WAV:STAT?` | *//Verifica lo stato dell'acquisizione* |
| `<- DATA` | *//Questo blocco di acquisizione è completo* |
| `-> WAV:DATA?` | *//Riporta i dati al PC dell'utente* |
| `<- #800004000<data><data>….` | *//Dati grezzi restituiti in blocco binario* |

## Conversione dati A/D

Il convertitore di dati A/D converte la tensione analogica in dati digitali. In questa sezione è illustrato il formato dei dati grezzi acquisiti attraverso la conversione A/D.

I dati restituiti sono in formato binario a blocchi. Di seguito è riportato un esempio del formato binario a blocchi per tre canali AI.(CH 101, CH 102 e CH 103). La disposizione dei dati nel buffer va dal canale inferiore CH 101 al canale superiore CH 103.

**Intestazione ASCII** ◄► **Numeri in formato esadecimale** ►

| **#800001000** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **...** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Indicatore della lunghezza dei dati. "#8" indica gli 8 byte successivi, (0000 1000) indica la lunghezza dei dati attuali, non i dati attuali. Ad esempio, per #800001000, "00001000" è la lunghezza dei dati tradotta in 1000 byte di dati grezzi, che corrisponde a 500 punti di dati misurati. | 1° dato LSB | 1° dato MSB | 1° dato LSB | 1° dato MSB | 1° dato LSB | 1° dato MSB | 2° dato LSB | 2° dato MSB | ... |
| | CH 101 | | CH 102 | | CH 103 | | CH 101 | | ... |

I campioni misurati in modalità di acquisizione continua sono memorizzati in formato Little-Endian. Ovvero, ogni campione misurato viene restituito in modo che venga ordinato per primo il suo bit meno significativo (LSB), seguito dal byte più significativo (MSB).

### Formato dei dati a 16 bit

| **LSB** | **MSB** |
|---|---|
| DDDD DDDD | DDDD DDDD |

### Formato dei dati a 14 bit

| LSB | MSB |
|---|---|
| DDDD DDXX | DDDD DDDD |

D – Bit di dati

X – Bit non utilizzati

### Conversione dei dati grezzi

Per convertire i dati nel numero float attuale, sono necessarie le informazioni sull'intervallo di tensione e sulla polarità. Di seguito vengono presentati i calcoli sulla conversione dei dati grezzi per la modalità bipolare e unipolare.

Per eseguire un calcolo campione della conversione, prendere come esempio U2541A. Supponendo che il livello della tensione sia impostato nell'intervallo tra 0 V e 10 V per l'impostazione unipolare e tra –10 V e 10 V per l'impostazione bipolare, il blocco binario campione risulta essere come segue.

| **#800001000** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **...** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1° dato LSB | 1° dato MSB | 1° dato LSB | 1° dato MSB | 1° dato LSB | 1° dato MSB | 2° dato LSB | 2° dato MSB | ... |
| | CH 101 | | CH 102 | | CH 103 | | CH 101 | | ... |
| **Formato Little Endian** | | | | | | | | | |
| #800001000 | e0 | 31 | ff | cf | ff | ca | ff | c4 | |
| **Conversione in formato decimale** | | | | | | | | | |
| #800001000 | 12768 | | 53247 | | 51967 | | 50431 | | |

La risoluzione per U2541A è di 16 bit e il valore misurato Int16 restituito dal DAQ è 12768. Il numero binario per 12768 è 00110001 11100000. Tuttavia, poiché i dati sono memorizzati in formato Little-Endian, il calcolo letto nuovamente in formato binario a 16 bit risulta:

| | LSB | MSB |
|---|---|---|
| **Valore esadecimale:** | **e0** | **31** |
| **Valore binario:** | **‹11100000›** | **‹00110001›** |
| **Valore decimale:** | **12768** | |

**NOTA** I dati grezzi forniti dai dispositivi DAQ serie U2500A sono nell'ordine di byte che inizia da LSB.

Bipolare:

$$\text{Valore convertito} = \left( \frac{2 \times \text{valore Int16}}{2^{\text{risoluzione}}} \right) \times \text{Intervallo}$$

$$\text{Esempio di valore convertito} = \left( \frac{2 \times 12768}{2^{16}} \right) \times 10 = 3{,}896 \text{ V}$$

Unipolare:

$$\text{Valore convertito} = \left( \frac{\text{valore Int16}}{2^{\text{risoluzione}}} + 0.5 \right) \times \text{Intervallo}$$

$$\text{Esempio di valore convertito} = \left( \frac{12768}{2^{16}} + 0.5 \right) \times 10 = 6{,}948 \text{ V}$$

**NOTA** Il valore convertito è di tipo float. Come tale, può essere necessario convertire il valore Int16 in float nell'ambiente di programmazione.

Per eseguire un calcolo campione della conversione, prendere come esempio U2531A. Supponendo che il livello della tensione sia impostato nell'intervallo tra 0 V e 10 V per l'impostazione unipolare e tra –10 V e 10 V per l'impostazione bipolare.

La risoluzione per il modello U2531A è 14 bit mentre il valore misurato Int12 fornito da DAQ è 12768. Il numero binario per 12768 è 00110001 11100000. Tuttavia, essendo i dati memorizzati nel formato little-endian, il calcolo a 14 bit binario riletto sarà quindi come segue.

| | **LSB** | **MSB** |
|---|---|---|
| **Valore esadecimale:** | **e0** | **31** |
| **Valore binario:** | **‹11100000›** | **‹00110001›** |
| **Valore decimale:** | **12768** | |

Esistono bit inutilizzati nel formato dati a 14 bit. È quindi necessario eseguire un'operazione di spostamento a destra di 2 bit. Il calcolo a 14 bit binario riletto sarà quindi come segue.

| **LSB** | **MSB** |
|---|---|
| **‹01111100›** | **‹00001100›** |

**=3192**

**NOTA** I dati grezzi forniti dai dispositivi DAQ serie U2500A sono nell'ordine di byte che inizia da LSB.

**Bipolare:**

$$\text{Valore convertito} = \left( \frac{2 \times \text{valore Int16}}{2^{\text{risoluzione}}} \right) \times \text{Intervallo}$$

$$\text{Esempio di valore convertito} = \left( \frac{2 \times 3192}{2^{14}} \right) \times 10 = 3{,}896 \text{ V}$$

**Unipolare:**

$$\text{Valore convertito} = \left( \frac{\text{valore Int16}}{2^{\text{risoluzione}}} + 0.5 \right) \times \text{Intervallo}$$

$$\text{Esempio di valore convertito} = \left( \frac{3192}{2^{14}} + 0.5 \right) \times 10 = 6{,}948 \text{ V}$$

**NOTA**

- Il valore convertito è di tipo float. Come tale, può essere necessario convertire il valore Int14 in float nell'ambiente di programmazione.
- Per U2531A, è necessario eseguire un'operazione di spostamento a destra di 2 bit. Questo perché l'unità è dotata di ADC a 14 bit e gli ultimi 2 bit sono troncati.

## Formato dati AI

### Intervallo AI a 14 bit

Le tabelle 3-2 e 3-3 riportate di seguito descrivono le caratteristiche di trasferimento ideali di U2531A degli intervalli di ingresso analogici bipolari e unipolari. Il numero del codice digitale è un numero a due insiemi.

**Tabella 3-2** Intervallo di ingresso analogico e uscita codice digitale per bipolare

| Descrizione | Intervallo di ingresso analogico bipolare | | | | Uscita codice digitale |
|---|---|---|---|---|---|
| Valore di fondo scala (FSR) | ± 10 V | ± 5 V | ± 2,5 V | ± 1,25 V | |
| Bit meno significativo (LSB) | 1,22 mV | 0,61 mV | 0,305 mV | 0,153 mV | |
| FSR–1LSB | 9,9988 V | 4,9994 V | 2,4997 V | 1,2499 V | 1FFF |
| Mezza scala +1LSB | 1,22 mV | 0,61 mV | 0,305 mV | 0,153 mV | 0001 |
| Mezza scala | 0 V | 0 V | 0 V | 0 V | 0000 |
| Mezza scala -1LSB | -1,22 mV | -0,61 mV | -0,305 mV | -0,153 mV | 3FFF |
| –FSR | -10 V | -5 V | -2,5 V | -1,25 V | 2000 |

**Tabella 3-3** Intervallo di ingresso analogico e uscita codice digitale per unipolare

| Descrizione | Intervallo di ingresso analogico unipolare | | | | Uscita codice digitale |
|---|---|---|---|---|---|
| Valore di fondo scala (FSR) | da 0 V a 10 V | da 0 V a +5 V | da 0 V a +2,5 V | Da 0 a 1,25 V | |
| Bit meno significativo (LSB) | 0,61 mV | 0,305 mV | 0,153 mV | 76,3 µV | |
| FSR–1LSB | 9,9994 V | 4,9997 V | 2,9999 V | 1,2499 V | 1FFF |
| Mezza scala +1LSB | 5,00061 V | 2,50031 V | 1,25015 V | 625,08 mV | 0001 |
| Mezza scala | 5 V | 2,5 V | 1,25 V | 625 mV | 0000 |
| Mezza scala -1LSB | 4,99939 V | 2,49970 V | 1,24985 V | 624,92 mV | 3FFF |
| –FSR | 0 V | 0 V | 0 V | 0 V | 2000 |

### Intervallo AI a 16 bit

Le tabelle 3-4 e 3-5 riportate di seguito descrivono le caratteristiche di trasferimento ideali degli intervalli di ingresso bipolari e unipolari dei modelli U2541A e U2542A.

**Tabella 3-4** Intervallo di ingresso analogico e uscita codice digitale per bipolare

| Descrizione | Intervallo di ingresso analogico bipolare | | | | Uscita codice digitale |
|---|---|---|---|---|---|
| Valore di fondo scala (FSR) | ± 10 V | ± 5 V | ± 2,5 V | ± 1,25 V | |
| Bit meno significativo (LSB) | 305,2 µV | 152,6 µV | 76,3 µV | 38,15 µV | |
| FSR–1LSB | 9,999695 V | 4,999847 V | 2,499924 V | 1,249962 V | 7FFF |
| Mezza scala +1LSB | 305,2 µV | 152,6 µV | 76,3 µV | 38,15 µV | 0001 |
| Mezza scala | 0 V | 0 V | 0 V | 0 V | 0000 |
| Mezza scala -1LSB | -305,2 µV | -152,6 µV | -76,3 µV | -38,15 µV | FFFF |
| –FSR | -10 V | -5 V | -2,5 V | -1,25 V | 8000 |

**Tabella 3-5** Intervallo di ingresso analogico e uscita codice digitale per unipolare

| Descrizione | Intervallo di ingresso analogico unipolare | | | | Uscita codice digitale |
|---|---|---|---|---|---|
| Valore di fondo scala (FSR) | da 0 V a 10 V | da 0 V a +5 V | da 0 V a +2,5 V | da 0 V a +1,25 V | |
| Bit meno significativo (LSB) | 152,6 µV | 76,3 µV | 38,15 µV | 19,07 µV | |
| FSR–1LSB | 9,999847 V | 4,999924 V | 2,499962 V | 1,249981 V | 7FFF |
| Mezza scala +1LSB | 5,000153 V | 2,500076 V | 1,250038 V | 0,625019 V | 0001 |
| Mezza scala | 5 V | 2,5 V | 1,25 V | 0,625 V | 0000 |
| Mezza scala -1LSB | 4,999847 V | 2,499924 V | 1,249962 V | 0,624981 V | FFFF |
| –FSR | 0 V | 0 V | 0 V | 0 V | 8000 |

# Modalità di funzionamento uscite analogiche

Nei dispositivi DAQ serie U2500A sono presenti due canali di uscita analogica (a 12 bit) in grado di erogare tensioni in uscita nell'intervallo 0 - 10 V e ±10 V. Ogni canale DAC assorbe una corrente massima di 5 mA. Le due uscite analogiche possono essere usate come sorgente di tensione per il DUT. Inoltre, sono dotate di generatori di funzione predefiniti o di qualsiasi forma d'onda arbitraria.

La modalità di funzionamento con uscite analogiche comprende l'uscita di tensione e l'uscita continua. La modalità di uscita continua viene fornita con due funzioni, ovvero generatore di funzioni e arbitraria. Il DAQ serie U2500A è in grado di generare forme d'onda sinusoidali, quadre, triangolari, a dente di sega e di tipo generatore di disturbo.

**Tabella 3-6** Panoramica del funzionamento dell'uscita analogica

| Funzionamento | Modalità | Tipi di uscita |
|---|---|---|
| Uscita analogica | Uscita di tensione singola | Uscita di tensione CC |
| | Uscita continua | – Forma d'onda predefinita<br>– Onda sinusoidale<br>– Onda quadra<br>– Onda triangolare<br>– Onda a dente di sega<br>– Generatore di disturbo |
| | | – Onda arbitraria |

## Modalità di uscita di tensione singola

I seguenti comandi SCPI eseguono un esempio di uscita di un livello di tensione CC per i canali DA specificati.

### Esempio 1, Emissione di tensione CC tramite il canale CH 201

```
-> *CLS;*RST                    //Per riportare il DAQ allo stato di accensione predefinito, questo comando può essere ignorato se l'operazione non è necessaria
-> SOUR:VOLT 2.5, (@201)        //Il riferimento è AO_GND
-> SOUR:VOLT 3.2, (@201)        //Cambia l'uscita da 2,5 V CC a 3,2 V CC
-> SOUR:VOLT –3.2, (@201)       //Cambia l'uscita da 3,2 V CC a –3,2 V CC
-> SOUR:VOLT? (@202)            //Per inviare una query sullo stato di CH 202
<- 0                            //Per impostazione predefinita, CH202 è 0 V CC
```

### Esempio 2, emissione di due tensioni CC tramite i canali CH 201 e CH 202

```
-> *CLS;*RST                    //Per riportare il DAQ allo stato di accensione predefinito; questo comando può essere ignorato se l'operazione non è necessaria
-> SOUR:VOLT 3.5, (@201)        //Imposta l'uscita a 3,5 V CC sul canale CH 201
-> SOUR:VOLT 8,1, (@202)        //Imposta l'uscita a 8,1 V CC sul canale CH 202
```

### Modalità uscita continua

La modalità di uscita continua comprende il generatore di funzioni e la modalità arbitraria. È possibile utilizzare i seguenti comandi SCPI nella modalità arbitraria:

```
DATA[:USER]

APPLy:USER
```

**NOTA** Per ulteriori informazioni, consultare *Keysight U2500A Series USB Simultaneous Sampling Multifunction Data Acquisition Devices Programming Guide*.

### Esempio 3, emissione di un'onda sinusoidale tramite il canale CH 201

```
-> *CLS;*RST                    //Per riportare il DAQ allo stato di accensione predefinito; questo comando può essere ignorato se l'operazione non è necessaria
-> ROUT:ENAB ON, (@201)         //Abilita il canale CH 201
-> APPL:SIN 5,0, (@201)         //Onda sinusoidale con 5 Vp (10 Vpp) e offset 0 V CC
-> SYST:ERR?                    //Per controllare la presenza di errori, è possibile ignorare questo comando se l'operazione non è necessaria
<- +0, "No Error"
-> OUTP ON                      //Attiva l'uscita
-> OUTP:WAV:FREQ? (@201)
<- 4000                         //La forma d'onda di uscita predefinita è 4 kHz
-> OUTP OFF                     //Disattiva l'uscita (dei canali CH 201 e CH 202 a 0 V CC)
-> OUTP:WAV:FREQ 5000           //Modifica la frequenza di uscita a 5 kHz
-> OUTP ON                      //Attiva l'uscita
```

### Esempio 4, emissione di un'onda sinusoidale e di un'onda quadra tramite i canali CH 201 e CH 202 rispettivamente

```
-> *CLS;*RST                    //Per riportare il DAQ allo stato di accensione predefinito; questo comando può essere ignorato se l'operazione non è necessaria
-> ROUT:ENAB ON,(@201,202)      //Abilita i canali CH 201 e CH 202
-> APPL:SIN 5,0, (@201)         //Onda sinusoidale con 5 Vp (10 Vpp) e offset 0 V CC
-> APPL:SQU 3,-1, (@202)        //Onda quadra con 3 Vp (6 V pp) e offset –1 V CC
```

```
-> OUTP:WAV:FREQ 3500          //Imposta l'uscita di entrambi i canali su 3,5 kHz
-> SYST:ERR?
<- +0, "No Error"              //Per controllare la presenza di errori, è possibile ignorare questo comando se l'operazione non è necessaria
-> OUTP ON                     //Attiva l'uscita
```

## Tensione di riferimento D/A

Per impostazione predefinita, la tensione di riferimento interna è 10V. Tuttavia, il riferimento esterno può essere fornito attraverso il pin di ingresso di riferimento esterno (AO_EXT_REF). L'intervallo dell'uscita DAC è direttamente correlato al riferimento. La tensione di uscita analogica può essere generata moltiplicando i codici digitali che sono aggiornati con il 10V come riferimento interno. Pertanto, quando 10V è assunto come riferimento interno, il fine scala sarebbe –10V - +9,9951 V nella modalità di uscita bipolare e 0V – 9,9976V nella modalità di uscita unipolare.

Durante l'uso del riferimento esterno, intervalli di tensione di uscita differenti possono essere ottenuti connettendo tensioni di riferimento diverse. Per esempio, se si connette un 5 V CC con il riferimento esterno (AO_EXT_REF), è possibile ottenere l'intervallo da –4,9976V a +5V nell'uscita bipolare. Le tabelle seguenti illustrano la relazione tra il codice digitale e le tensioni di uscita.

## Formato dati AO

I formati dati per AO arbitraria di canali singoli (quando è abilitato un canale e la modalità USER) sono visualizzati nella tabella seguente.

| **#800001000** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **...** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Indicatore della lunghezza dei dati. "#8" indica gli 8 byte successivi, (0000 1000) indica la lunghezza dei dati attuali, non i dati attuali. Ad esempio, per #800001000, "00001000" è la lunghezza dei dati tradotta in 1000 byte di dati grezzi, che corrisponde a 500 punti di dati emessi. | 1° dato LSB | 1° dato MSB | 2° dato LSB | 2° dato MSB | 3° dato LSB | 3° dato MSB | 4° dato LSB | 4° dato MSB | ... |
| | CH 201 o 202 | | CH 201 o 202 | | CH 201 o 202 | | CH 201 o 202 | | ... |

I formati dati per AO arbitraria di due canali (quando sono abilitati due canali e la modalità USER) sono visualizzati nella tabella seguente.

| **#800001000** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **...** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Indicatore della lunghezza dei dati. "#8" indica gli 8 byte successivi, (0000 1000) indica la lunghezza dei dati attuali, non i dati attuali. Ad esempio, per #800001000, "00001000" è la lunghezza dei dati tradotta in 1000 byte di dati grezzi, che corrisponde a 500 punti di dati emessi. | 1° dato LSB | 1° dato MSB | 1° dato LSB | 1° dato MSB | 2° dato LSB | 2° dato MSB | 2° dato LSB | 2° dato MSB | ... |
| | CH 201 | | CH 202 | | CH 201 | | CH 202 | | ... |

### Formato dei dati a 12 bit

| **LSB** | **MSB** |
|---|---|
| DDDD DDDD | XXXX DDDD |

D – Bit di dati

X – Bit non utilizzati

**Tabella 3-7** Codice digitale e tabella uscita di tensione per l'impostazione bipolare (U2531A, U2541A e U2542A)

| Codice digitale (Hex) | Uscita analogica | Uscita di tensione (con riferimento interno di +10 V) |
|---|---|---|
| 0x0FFF | Vref * (2047/2048) | 9,9951 V |
| 0x0801 | Vref * (1/2048) | 0,0048 V |
| 0x0800 | 0 V | 0,0000 V |
| 0x07FF | –Vref * (1/2048) | -0,0048 V |
| 0x0000 | –Vref | -10.000 V |

**Tabella 3-8** Codice digitale e tabella uscita di tensione per l'impostazione unipolare (U2531A, U2541A e U2542A)

| Codice digitale (Hex) | Uscita analogica | Uscita di tensione (con riferimento interno di +10 V) |
|---|---|---|
| 0x0FFF | Vref * (4095/4096) | 9,9976 V |
| 0x0800 | Vref * (2048/4096) | 5.000 V |
| 0x0001 | Vref * (1/4096) | 0,0024 V |
| 0x0000 | Vref * (0/4096) | 0 V |

# I/O digitale

Il DAQ della serie U2500A fornisce 24 bit di I/O digitale per usi generali (GPIO), compatibile TTL.

I GPIO a 24 bit sono segmentati in quattro canali (CH 501 - 504). I canali 501 e 502 comprendono otto bit di dati mentre i canali 503 e 504 comprendono quattro bit di dati. Tutti e quattro i canali sono programmabili come ingresso e uscita. Quando il sistema parte e resetta, tutti i pin I/O vengono riportati alla configurazione di ingresso e in impedenza elevata.

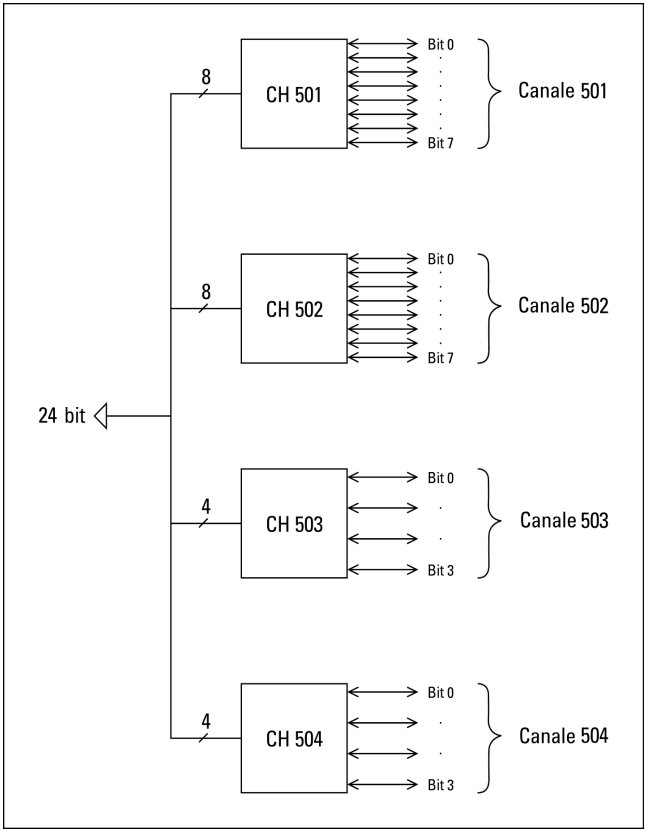



**Figura 3-2** I/O digitale per usi generali del DAQ Keysight serie U2500A

Gli esempi di programmazione SCPI di seguito aiutano a configurare il DIO e a leggere il canale digitale.

### Configurazione del canale digitale come USCITA e query/verifica dei dati del pattern in uscita

Esempio 1:

```
-> CONF:DIG:DIR OUTP,(@501)
-> SOUR:DIG:DATA 123,(@501)
-> SOUR:DIG:DATA? (@501)
<- 123
```

Esempio 2:

```
-> CONF:DIG:DIR OUTP,(@502)          //Configura il canale CH 502 nello stato di uscita digitale
-> SOUR:DIG:DATA:BIT 1,4,(@502)      //Per impostare immediatamente il bit 4 del canale 502 su 1
-> SOUR:DIG:DATA:BIT? 4,(@502)       //Stato di query del bit 4 del canale CH 502
<- 1
```

### Configurazione del canale digitale su INPUT e lettura del valore

Esempio 1:

```
-> CONF:DIG:DIR INP,(@501)           //Configura il canale CH 501 nello stato di ingresso digitale
-> MEAS:DIG? (@501)                  //Per leggere il valore digitale sul canale 501
<- 23
```

Esempio 2:

```
-> CONF:DIG:DIR INP,(@501)        //Per leggere lo stato logico del bit 3 del canale 501
-> MEAS:DIG:BIT? 3,(@501)
<- 0
```

**NOTA** I comandi di ingresso non sono ammessi quando il canale è in modalità Uscita, mentre i comandi di uscita non sono ammessi quando il canale è in modalità Ingresso.

Esempio 3:

```
-> CONF:DIG:DIR OUTP,(@501.503)
-> CONF:DIG:DIR INP,(@502.504)
-> CONF:DIG:DIR? (@501:504)
<- OUTP,INP,OUTP,INP
-> MEAS:DIG? (@501)              //CH 501 è stato impostato sullo stato di uscita, pertanto non può eseguire l'attività di ingresso
<-! VI_ERROR_TMO: Si è verificato un timeout
-> SOUR:DIG:DATA? (@502)         //CH 502 è stato impostato sullo stato di uscita, pertanto non può eseguire l'attività di uscita
<-! VI_ERROR_TMO: Si è verificato un timeout
```

# Contatore digitale per uso generico (GPC)

Il dispositivo DAQ della serie U2500A ha due contatori indipendenti bidirezionali da 31 bit per misurare i canali di ingresso, che sono TTL compatibili. Dispone di un clock di contatore programmabile fino a 12 MHz o della generazione di clock. Per una illustrazione più dettagliata consultare la figura seguente.

Il contatore è concepito con le seguenti funzioni:

- capacità di conteggio bidirezionale
- sorgente del clock del contatore programmabile interna/esterna fino a 12 MHz
- Selezione del gate programmabile che può essere attivata internamente o esternamente
- conteggio iniziale software precaricato per Totalizer
- capacità di rilettura del conteggio corrente, senza influenzare il processo di conteggio

Questo contatore digitale funziona in due modi: totalizzatore e misurazione.

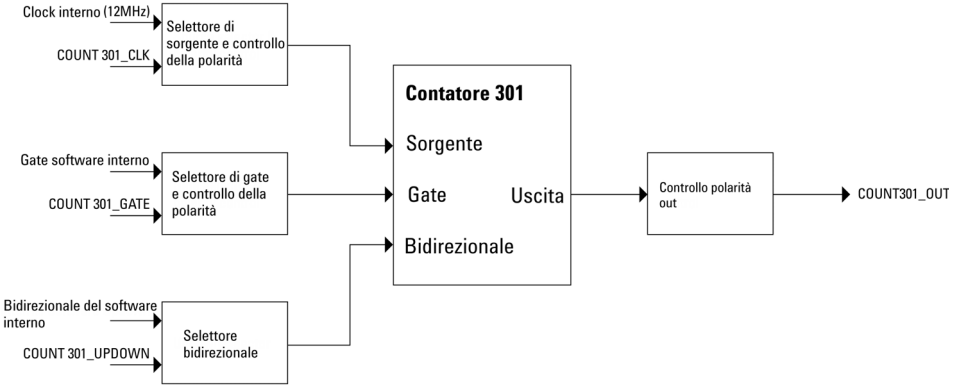



**Figura 3-3** Contatore digitale per uso generico

### Modalità Totalizzatore

Nella modalità totalizzatore, il contatore comincia a contare il numero di impulsi generati su COUNT_CLK. Questo avviene dopo l'attivazione di GATE. Il conteggio totalizzato viene misurato con il seguente comando:

```
MEASure:COUNter:TOTalize? (@301)
```

L'esempio seguente illustra la modalità di conteggio quando il contatore è configurato come Totalize con il conteggio iniziale impostato su 0.

COUNT_GATE attiva il conteggio dopo che la funzione Totalize è stata attivata e il pin COUNT_OUT emette una serie di impulsi come indicato di seguito.

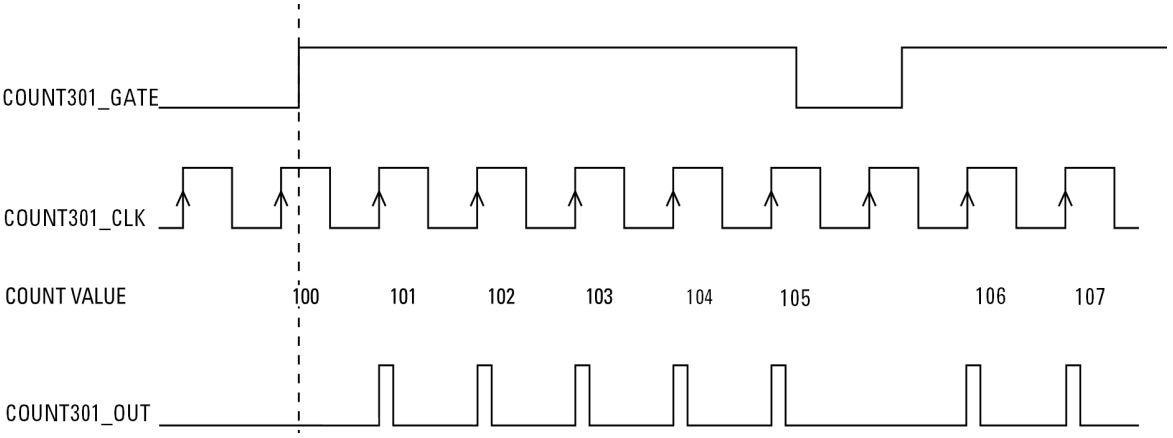



**Figura 3-4** Modalità Totalizzatore

**NOTA** L'ampiezza degli impulsi in uscita è pari a 20,8ns.

Il seguente esempio di programmazione SCPI mostra come impostare la modalità del contatore.

```
//Fornire il segnale a COUNT301_CLK
//Impostazione modalità contatore
-> COUN:FUNC TOT,(@301)              //Impostare come funzione Totalize
-> COUN:GATE:SOUR INT,(@301)         //Impostare la sorgente GATE come interna
-> COUN:CLK:POL AHI,(@301)           //Impostare la polarità del clock come alta attiva
-> COUN:CLK:SOUR EXT,(@301)          //Impostare la sorgente del clock come esterna
-> COUN:TOT:IVAL 100,(@301)          //Valore di conteggio iniziale
-> COUN:TOT:UDOW:DIR UP,(@301)       //Impostare la modalità di conteggio crescente
-> COUN:TOT:UDOW:SOUR INT,(@301)     //Impostare la sorgente bidirezionale come interna
-> SOUR:COUN:OUTP:POL AHI,(@301)
-> COUN:TOT:INIT (@301)              //Avviare la totalizzazione
-> MEAS:COUN:TOT? (@301)             //Valore iniziale = 100
<- 100
-> MEAS:COUN:DATA? (@301)            //Restituire il valore Totalize
<- 100
-> COUN:GATE:CONT ENAB,(@301)        //Avviare il conteggio (solo per il gate INT)
-> COUN:GATE:CONT DIS,(@301)         //Arrestare il conteggio (solo per gate INT)
-> MEAS:COUN:TOT? (@301)
<- 105
-> MEAS:COUN:DATA? (@301)
<- 105
```

```
-> COUN:ABOR (@301)          //Abbandonare tutte le operazioni del contatore
-> COUN:TOT:CLE (@301)       //Cancellare il valore del contatore
-> MEAS:COUN:TOT? (@301)
<- 0
-> MEAS:COUN:DATA? (@3011)
<- 0
```

### Modalità di misurazione

Nella modalità di misurazione, vengono misurate la frequenza, il periodo e l'ampiezza degli impulsi. Il segnale di misurazione voluto deve essere inviato alla porta COUNT301_GATE.

La sorgente gate viene impostata con il comando seguente:

```
[SENSe:]COUNter:GATE:SOURce
```

Dato che tutte e tre le misurazioni sono derivate dalla stessa misurazione di base, la frequenza, il periodo e l'ampiezza degli impulsi misurati possono essere facilmente recuperati dai comandi seguenti:

```
MEAS:COUN:FREQ? (@<ch_list>
MEAS:COUN:PER? (@<ch_list>
MEAS:COUN:PWID? (@<ch_list>
```

Il valore restituito per le misurazioni della frequenza, del periodo e dell'ampiezza degli impulsi è un valore floating.

**NOTA**

- L'intervallo misurabile della frequenza di ingresso varia da 0,1 Hz a 6 MHz, dove la risoluzione della frequenza di misurazione è:

  12 MHz/n, n = 2, 3, 4, 5, ..., 120M
  = 6 MHz, 4 MHz, 3 MHz, 2.4 MHz, 2.0 MHz, ..., 0.1 Hz
  (fino a sei punti decimali)

- La misurazione dell'ampiezza degli impulsi è compresa tra 0,167 µs e 178,956s.

Gli esempi di programmazione SCPI seguenti si riferiscono alle misurazioni della frequenza, del periodo e dell'ampiezza degli impulsi.

### Esempio 1:

```
//Fornire il segnale a COUNT301_GATE
//Impostazione modalità contatore
//Prendere 5,5 kHz con un onda quadra di duty cycle del 70% come misurazione
-> COUN:GATE:SOUR EXT,(@301)
-> COUN:GATE:POL AHI,(@301)
-> COUN:CLK:POL AHI,(@301)
-> COUN:CLK:SOUR INT,(@301)
-> COUN:CLK:INT?
<- 12000 KHz
-> SOUR:COUN:OUTP:POL AHI,(@301)
-> COUN:FUNC FREQ,(@301)
-> MEAS:COUN:DATA? (@301)        //Restituire il valore in base alla
                                 funzione impostata
<- 5.499542                      //Frequenza in kHz
-> COUN:FUNC PER,(@301)
-> MEAS:COUN:DATA? (@301)
<- 0.1818333                     //Periodo in ms
-> COUN:FUNC PWID,(@301)
-> MEAS:COUN:DATA? (@301)
<- 0.12725                       //Ampiezza degli impulsi in ms
-> MEAS:COUN:FREQ? (@301)
<- 5.499542
-> COUN:FUNC? (@301)
<- FREQ                          //Funzione automatica impostata su
                                 FREQ
```

```
-> MEAS:COUN:PER? (@301)
<- 0.1818333
-> COUN:FUNC? (@301)
<- PER                          //Funzione automatica impostata su PER
-> MEAS:COUN:PWID? (@301)
<- 0.12725
-> COUN:FUNC? (@301)
<- PWID                         //Funzione automatica impostata su PWID
```

Esempio 2:

```
//Utilizzare il clock esterno 10MHz per la misurazione FREQ,PER,PWID
-> COUN:CLK:SOUR EXT,(@301)
-> COUN:CLK:EXT 10000,(@301)    //Occorre impostare il valore Clock esterno (KHz)
-> COUN:CLK:EXT? (@301)
<- 10000
```

**NOTA** La direzione del contatore e il valore iniziale del contatore non sono importanti per questa modalità.

# Sorgenti di trigger

I dispositivi DAQ USB Keysight serie U2500A forniscono opzioni di trigger flessibili per le varie applicazioni. Esistono quattro tipi di sorgenti di trigger:

- nessuna (trigger immediato)
- trigger digitale
- trigger analogico
- star trigger

Gli utenti possono configurare la sorgente di trigger in maniera remota per i funzionamenti A/D e D/A.

**NOTA**

- **Le conversioni D/A e A/D condividono il medesimo trigger analogico.**
- **Lo star trigger viene usato quando il DAQ è connesso allo chassis modulare.**

Tutti e quattro i tipi di sorgenti di trigger sono riepilogati nelle seguenti tabelle:

**Tabella 3-9** Tipo di trigger per l'acquisizione singola della modalità continua

| Sorgente di trigger | Tipo | Condizione | Selezione pin |
|---|---|---|---|
| Nessuno (trigger immediato) | – Post<br>– Delay | N/D | N/D |
| Trigger digitale | – Pre<br>– Middle<br>– Post<br>– Delay | Positivo/negativo | EXTD_AI_TRIG, EXTD_AO_TRIG |
| Trigger analogico | | Sopra alto/Sotto basso/Finestra | EXTA_TRIG, CH101, CH102, CH103, CH104 |

**Tabella 3-10** Tipo di trigger per l'acquisizione continua della modalità continua

| Sorgente di trigger | Tipo | Condizione | Selezione pin |
|---|---|---|---|
| Nessuno (trigger immediato) | – Post<br>– Delay | N/D | N/D |
| Trigger digitale | | Positivo/negativo | EXTD_AI_TRIG, EXTD_AO_TRIG |
| Trigger analogico | | Sopra alto/Sotto basso/Finestra | EXTA_TRIG, CH101, CH102, CH103, CH104 |

## Tipi di trigger

Esistono quattro tipi di trigger, ossia pre-trigger, post-trigger, middle-trigger e delay-trigger.

### Pre-trigger

Questo tipo di trigger viene usato quando si desidera raccogliere dati prima di un evento di trigger. La conversione A/D ha inizio quando si eseguono le chiamate di funzione specificate e ha termine quando si verifica l'evento di trigger. Per esempio, si specificano quattro punti di campionamento e il trigger analogico si verifica dopo la conversione di quattro punti di campionamento. Il comando SCPI utilizzato per impostare il tipo di trigger come pre-trigger è:

```
TRIG:TYPE PRE
```

Per un'illustrazione più dettagliata consultare la Figura 3-5 seguente.

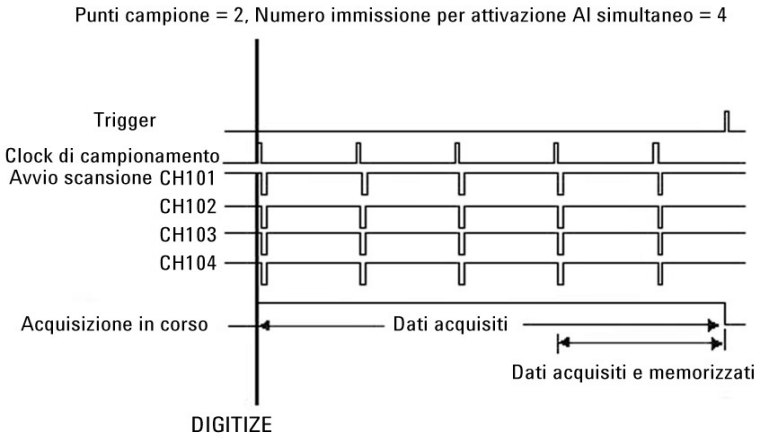



**Figura 3-5** Pre-trigger

### Middle-trigger

Questo tipo di trigger viene usato quando si desidera raccogliere dati prima e dopo un evento di trigger. I dati campionati sono uguali prima e dopo il trigger. Per esempio, se l'utente specifica 4 punti di campionamento, la conversione avrà inizio solo dopo il verificarsi dell'evento di trigger. Vengono rilevati due punti di campionamento prima e dopo il trigger. Il comando SCPI utilizzato per impostare il tipo di trigger come middle-trigger è:

```
TRIG:TYPE MID
```

Per un'illustrazione più dettagliata consultare la Figura 3-6 seguente.

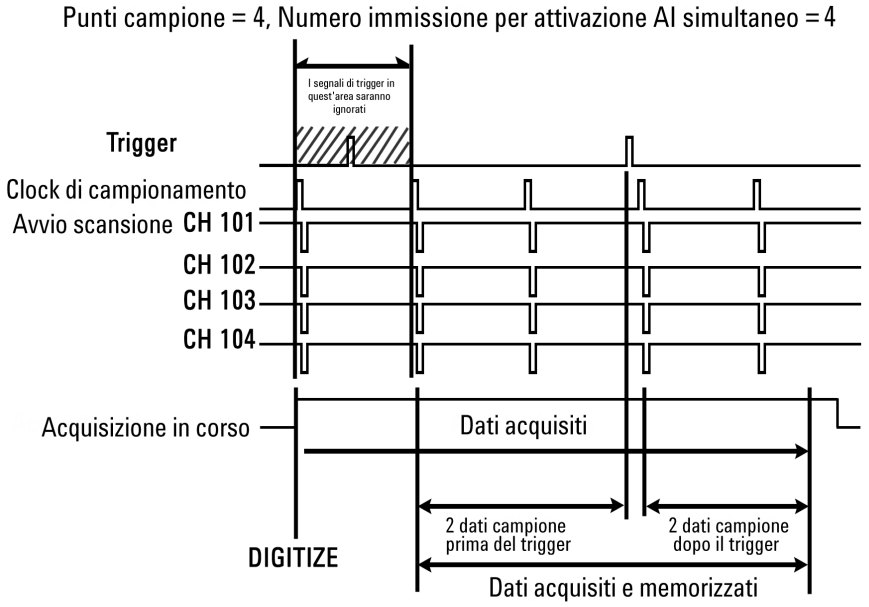



**Figura 3-6** Middle-trigger

## Post-trigger

Il post-trigger è l'impostazione predefinita e viene usata nelle applicazioni quando si desiderano raccogliere dati dopo un evento di trigger. Come illustrato nella figura seguente, i punti di campionamento sono impostati su due. Dopo l'avvio del trigger vengono prelevati un totale di due punti di campionamento.

Il comando SCPI utilizzato per impostare il tipo di trigger come post-trigger è:

```
TRIG:TYPE POST
```

Per un'illustrazione più dettagliata consultare la Figura 3-7 seguente.

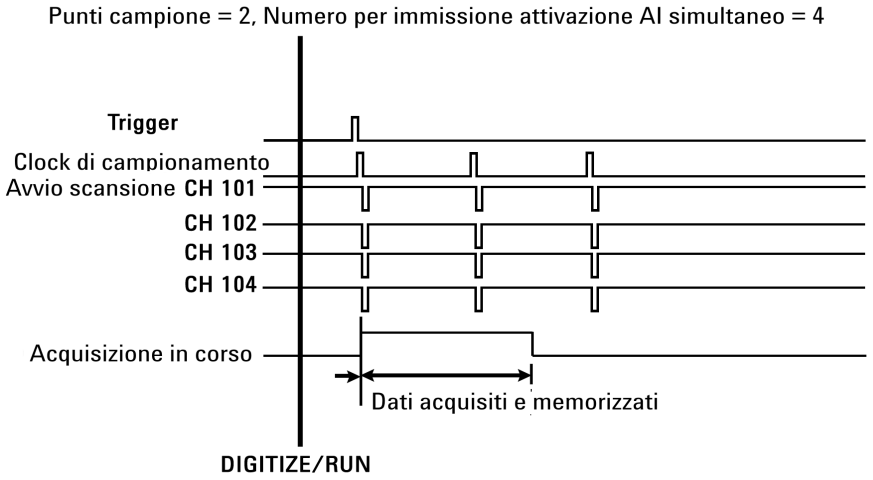



**Figura 3-7** Post-trigger

## Delay-trigger

L'acquisizione del trigger viene usata nelle applicazioni se si desidera ritardare il processo di raccolta dati dopo un evento di trigger specificato. Il ritardo è controllato dal valore precaricato nel Delay_counter (31 bit). La sorgente del clock è il clock Timebase. Quando il conteggio raggiunge 0, il contatore si arresta e la scheda comincia ad acquisire i dati. Quando 48 MHz interno è impostato come clock Timebase, il ritardo rientra nell'intervallo 20,8 ns a 89,47 s. Se il clock Timebase proviene dal clock esterno (48 MHz - 1 MHz), il ritardo può essere variato dall'impostazione dell'utente.

Per un'illustrazione più dettagliata consultare la Figura 3-8 seguente.

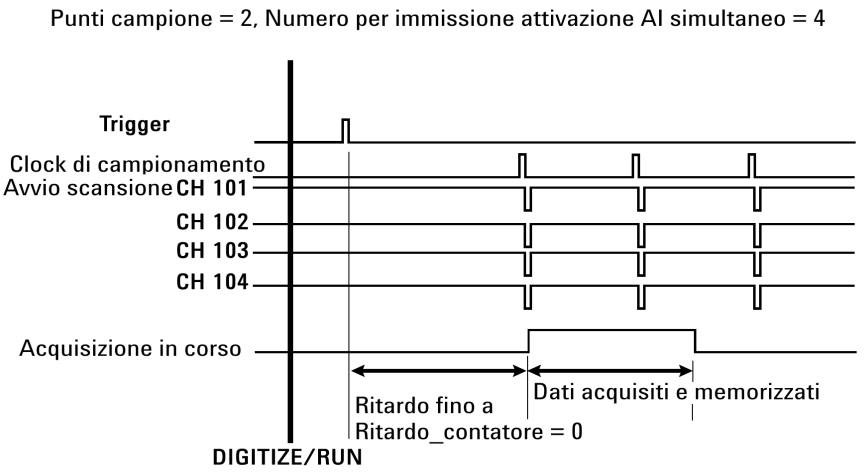



**Figura 3-8** Delay-trigger

## Trigger digitale

Nel trigger digitale vi sono condizioni positive e negative. Viene usato quando sul segnale digitale viene individuato un fronte di salita o di discesa. La condizione positiva viene usata quando il trigger va dal basso in alto, quella negativa quando il trigger va dall'alto al basso.

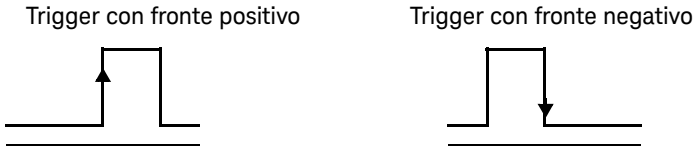



**Figura 3-9** Fronte positivo e negativo del trigger digitale.

## Trigger analogico

Esistono tre condizioni di trigger analogico nel DAQ della serie U2500A e le condizioni di trigger sono le seguenti:

- Sopra alto
- Sotto basso
- Finestra

Utilizza 2 tensioni soglia, che sono Soglia_basso e Soglia_alto. Gli utenti possono facilmente configurare le condizioni di trigger analogico utilizzando il software Keysight Measurement Manager.

### Sopra alto

La figura seguente illustra la condizione di trigger analogico sopra alto. Il segnale di trigger viene generato quando il segnale di ingresso analogico è superiore alla tensione Soglia_alto. In questa condizione di trigger, la tensione Soglia_basso non viene usata.

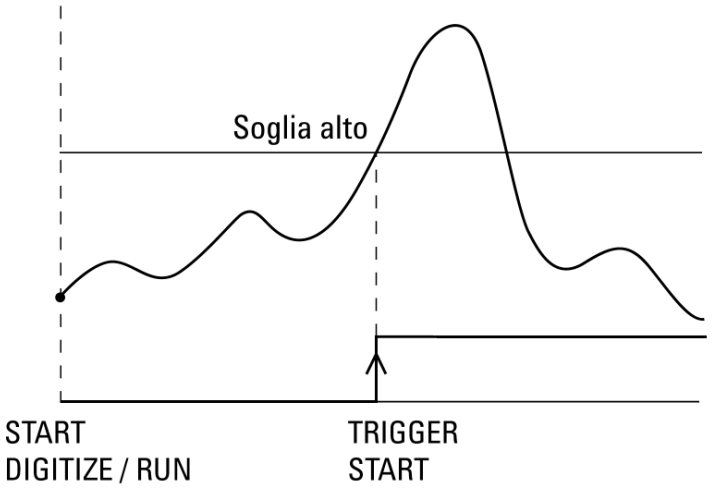



**Figura 3-10** Condizione di trigger sopra alto

### Sotto basso

Nella condizione di trigger sotto basso, il segnale di trigger viene generato quando il segnale di ingresso analogico è inferiore alla tensione Soglia_basso. In questa condizione di trigger, la tensione Soglia_alto non viene usata. La figura seguente illustra la condizione di trigger analogico sotto basso.

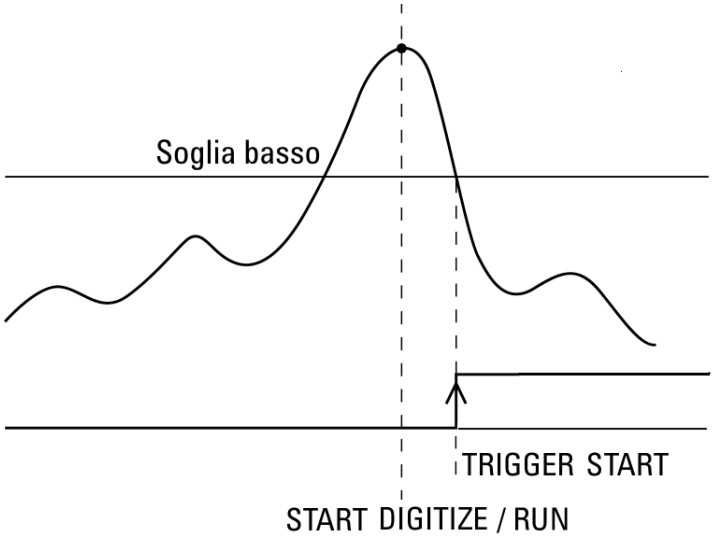



**Figura 3-11** Condizione di trigger sotto basso

### Finestra

La condizione di trigger finestra è indicata nel seguente diagramma. Il segnale di trigger viene generato quando il segnale analogico in ingresso rientra nell'intervallo di tensione Soglia_alto e Soglia_basso.

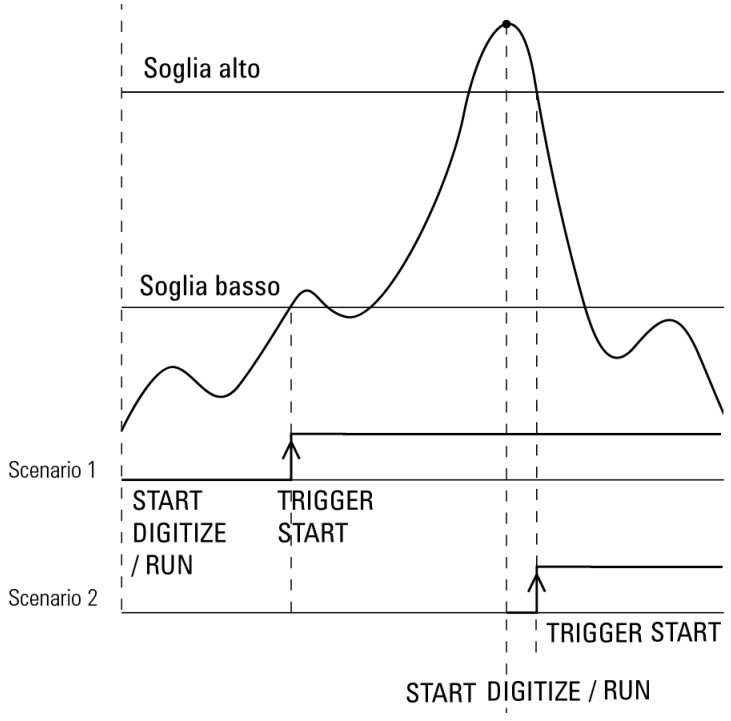



**Figura 3-12** Condizione di trigger finestra

**NOTA** La tensione Soglia_alto deve essere impostata in modo da essere più elevata di Soglia_basso.

# Esempi di programmazione SCPI

## Ingresso analogico

### Esempio 1:

```
//Trigger digitale con tipo di trigger delay
//Fornire segnale di trigger digitale a EXTD_AI_TRIG
-> *CLS; *RST
-> ROUT:ENAB 1, (@101)
-> ACQ:POIN 1000                    //Per la modalità “DIG”
-> ACQ:SRAT 1000
-> TRIG:SOUR EXTD                   //Trigger digitale
-> TRIG:DTRG:POL POS
-> TRIG:TYPE DEL
-> TRIG:DCNT 225000000              //Valore del contatore ~= 4.6875 s
-> WAV:STAT?
<- EMPT
-> WAV:COMP?
<- YES
-> DIG                              //Avviare acquisizione singola
-> WAV:STAT?
<- FRAG
-> WAV:COMP?                        //Per verificare il completamento
                                    dell’acquisizione per DIG
<- NO
//Attendere il trigger. Ritardo di cinque secondi dopo l’evento di trigger
-> WAV:STAT?
<- DATA
```

```
-> WAV:COMP?
<- YES
<- WAV:DATA?
<- #800002000 <byte><byte>...    //Dati grezzi restituiti dal DAQ
```

Esempio 2:

```
//Trigger digitale con tipo di trigger Middle
-> *CLS; *RST
-> ROUT:ENAB 1, (@101)
-> WAV:POIN 1000                 //Per modalità "RUN"
-> ACQ:SRAT 1000
-> TRIG:SOUR EXTD                //Trigger digitale
-> TRIG:DTRG:POL POS
-> TRIG:TYPE MID
-> RUN
```

Esempio 3:

```
//Trigger analogico con tipo di trigger Pre
-> *CLS; *RST
-> ROUT:ENAB 1, (@101)
-> ACQ:POIN 1000                 //Per la modalità "DIG"
-> ACQ:SRAT 1000
-> ROUT:SCAN (@101)
-> ROUT:CHAN:POL BIP,(@101)
-> TRIG:SOUR EXTA                //Trigger analogico
-> TRIG:ATRG:COND AHIG           //Condizione di trigger Soglia Sopra alto
-> TRIG:ATRG:HTHR 3              //Soglia alto 3V
-> TRIG:ATRG:LTHR -3             //Soglia basso –3 V
```

```
-> TRIG:TYPE PRE                    //Pre trigger
-> DIG
//Il trigger ha luogo quando il segnale supera 3Volt
```

Esempio 4:

```
//Trigger analogico come canale di trigger (CH101)
-> *CLS; *RST
-> ROUT:ENAB 1, (@101)
-> ACQ:POIN 1000                    //Per la modalità "DIG"
-> ACQ:SRAT 1000
-> ROUT:CHAN:POL UNIP,(@133,101)
-> TRIG:SOUR EXTA
-> TRIG:ATRG:SOUR CH101             //Imposta la sorgente di trigger su
                                    CH101
-> TRIG:ATRG:COND BLOW              //Condizione di trigger Soglia Sotto
                                    basso
-> TRIG:ATRG:HTHR 6                 //Soglia alto 6 V
-> TRIG:ATRG:LTHR                   //Soglia basso 2 V
-> TRIG:TYPE POST                   //Post trigger
-> DIG
//Il trigger ha luogo quando il segnale scende sotto 2Volt sul canale 133
```

**NOTA** I trigger Middle e Pre non sono ammessi nella modalità RUN, trigger NONE.

## Uscita analogica

### Esempio 1:

```
//Trigger digitale con tipo di trigger delay
//Fornire segnale di trigger digitale a EXTD_AO_TRIG
-> OUTP:TRIG:SOUR EXTD
-> OUTP:TRIG:DTRG:POL NEG
-> OUTP:TRIG:TYPE DEL
-> OUTP:TRIG:DCNT 225000000      //Valore del contatore ~= 4.6875 s
-> ROUT:ENAB ON,(@201)
-> OUTP ON
//Attendere il trigger
//Attivare uscita dopo 4,6875 secondi di ritardo (dopo il verificarsi del trigger)
```

### Esempio 2:

```
//Trigger analogico con tipo di trigger POST
-> OUTP:TRIG:SOUR EXTA
-> OUTP:TRIG:ATRG:COND WIND      //Condizione di trigger Finestra
                                 (da –3 V a 3 V)
-> OUTP:TRIG:ATRG:HTHR 3         //Soglia alto 3V
-> OUTP:TRIG:ATRG:LTHR –3        //Soglia basso –3V
-> OUTP:TRIG:TYPE POST
-> ROUT:ENAB ON,(@201)
-> OUTP ON
```

# 4 Caratteristiche e specifiche

Per le caratteristiche e le specifiche del serie U2500A Dispositivi di acquisizione dati multifunzione a campionamento simultaneo USB, consultare la scheda tecnica all'indirizzo http://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/5991-0651EN.pdf.

QUESTA PAGINA È STATA LASCIATA VOLUTAMENTE BIANCA.

# 5 Calibrazione

Autocalibrazione 84

Questo capitolo illustra le procedure da seguire per eseguire il processo di calibrazione sui dispositivi DAQ serie U2500A al fine di ridurre al minimo gli errori di misurazione A/D e gli errori di output D/A.

# Autocalibrazione

I dispositivi DAQ Keysight serie U2500A sono calibrati di fabbrica prima della spedizione. La tensione di riferimento su scheda è calibrata e misurata per garantire la previsione della misurazione. La stessa offre la flessibilità di autocalibrazione per garantire l'accuratezza della misurazione in condizioni ambientali diverse.

Per l'autocalibrazione, l'esecuzione del comando di calibrazione avvia una regolazione della tensione in sequenza per il canale DAC specificato. Questa sequenza imposta una regolazione zero e di guadagno costante per ogni uscita DAC.

L'autocalibrazione può essere avviata tramite il seguente comando SCPI:

```
CALibration:BEGin
```

Il DAQ non funziona finché non viene completata l'autocalibrazione. È possibile interrogare lo stato di calibrazione utilizzando il seguente comando SCPI:

```
*OPC?
```

In questa sezione vengono presentati due modi di eseguire l'autocalibrazione. La prima opzione prevede l'utilizzo di Keysight Connection Expert per inviare i comandi SCPI e la seconda opzione prevede l'utilizzo del software applicativo Keysight Measurement Manager.

### Opzione 1: autocalibrazione con Keysight Connection Expert

**AVVERTENZA**

- **Scollegare tutti i cavi collegati al dispositivo DAQ prima di eseguire l'autocalibrazione.**
- **Qualunque cavo collegato al dispositivo DAQ impedirà il processo di autocalibrazione.**

**NOTA**

**Si consiglia di accendere il dispositivo DAQ almeno 20 minuti prima di eseguire l'autocalibrazione.**

1 Accendere il DAQ e scollegare tutti i collegamenti allo stesso. Farlo riscaldare per 20 minuti per garantire che funzioni in condizioni stabili.

2 Fare clic su **Start > Tutti i programmi > Keysight IO Libraries Suite > Keysight Connection Expert** per avviare Keysight Connection Expert.

3 Collegare il dispositivo DAQ al PC tramite il cavo USB tipo mini-B. Il dispositivo DAQ collegato viene visualizzato nel riquadro **Instrument I/O on this PC** come mostrato nella Figura 5-1.

4 Selezionare il dispositivo DAQ a cui inviare i comandi SCPI e fare clic sull'icona **Interactive IO** sulla barra degli strumenti per avviare Keysight Interactive IO. Vedere la Figura 5-1.

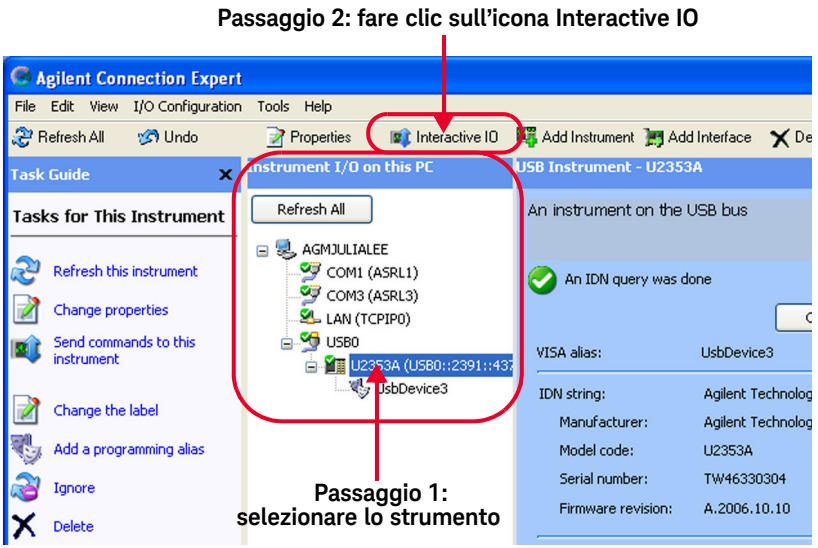



**Figure 5-1** Avvio di Interactive IO in Keysight Connection Expert

5 La finestra di dialogo **Keysight Interactive IO** viene visualizzata come indicato nella Figura 5-2. Fare clic su **Send & Read** per inviare il comando predefinito "`*IDN?`". La risposta dello strumento dovrebbe essere visualizzata nel pannello **Instrument Session History**.

6 La corretta comunicazione tra Keysight Connection Expert e l'hardware collegato viene visualizzata nel pannello **Instrument Session History**. Ora gli utenti possono inviare altri comandi SCPI allo strumento.

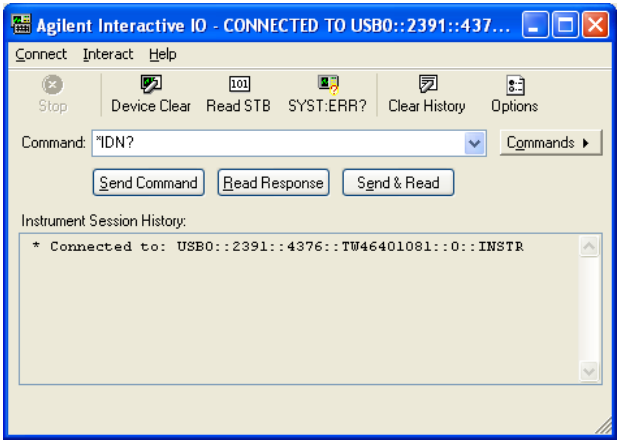



**Figure 5-2** Finestra di dialogo Interactive IO

7 Assicurarsi che il dispositivo DAQ sia stato riscaldato per 30 minuti. Inviare i comandi SCPI "`*RST`" e "`*CLS`" per cancellare il registro del dispositivo DAQ.

8 Trasmettere "`CAL:BEG`" per avviare il processo di autocalibrazione, che potrebbe richiedere alcuni minuti.

9 Trasmettere il comando "`*OPC?`" per controllare lo stato di completamento dell'operazione.

10 Se "`*OPC?`" restituisce 1, trasmettere "`SYST:ERR?`" per controllare se si sono verificati errori di sistema durante il processo di autocalibrazione. Se non vi sono errori di sistema, il processo di autocalibrazione è concluso, in caso contrario significa che non è riuscito.

### Opzione 2: autocalibrazione con Keysight Measurement Manager

**AVVERTENZA**

- Scollegare tutti i cavi collegati al dispositivo DAQ prima di eseguire l'autocalibrazione.
- Qualunque cavo collegato al dispositivo DAQ può impedire il processo di autocalibrazione.

1 Accendere il dispositivo DAQ e scollegare tutti i collegamenti allo stesso. Lasciarlo riscaldare per 20 minuti per garantire che funzioni in condizioni stabili.

2 Collegare il dispositivo DAQ al PC tramite il cavo USB tipo mini-B. Avviare Keysight Measurement Manager e selezionare il dispositivo DAQ sui cui si desidera eseguire il processo di autocalibrazione.

3 Dal menu **Tools** selezionare **Self Calibration**.

4 Viene visualizzata la finestra di dialogo **Self Calibration Form** come mostrato di seguito.

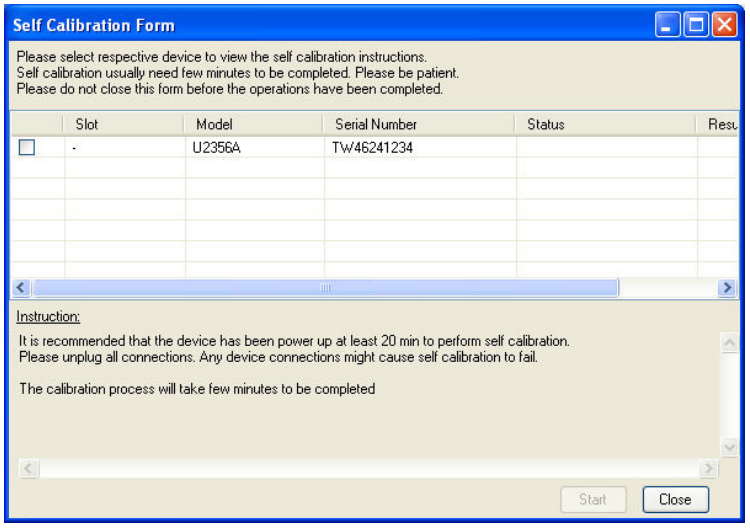



**Figure 5-3** Finesra di dialogo Self Calibration Form in Keysight Measurement Manager

5 Selezionare lo strumento su cui si desidera eseguire l'autocalibrazione e il pulsante **Start** viene abilitato. Fare clic su **Start** per procedere. Vedere la Figura 5-4.

6 Il processo di calibrazione viene portato a termine in pochi minuti. Una volta eseguito, vengono visualizzati lo stato e i risultati del processo, come indicato nella Figura 5-5.

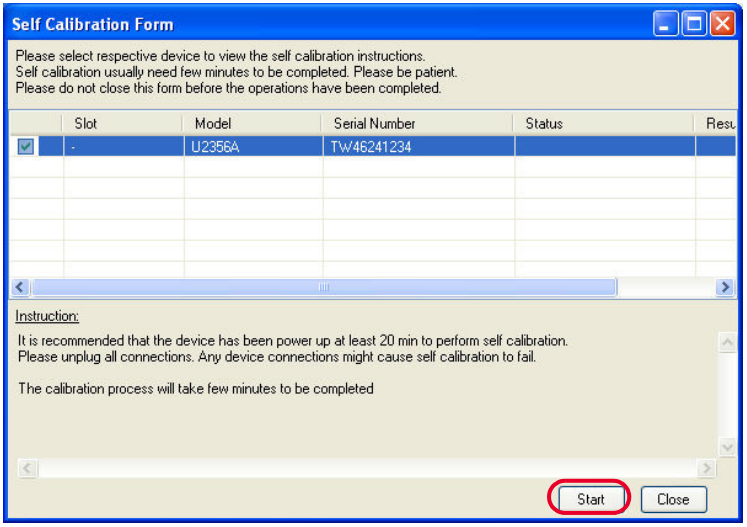



**Figure 5-4** Finestra di dialogo Self Calibration Form in Keysight Measurement Manager con un dispositivo selezionato

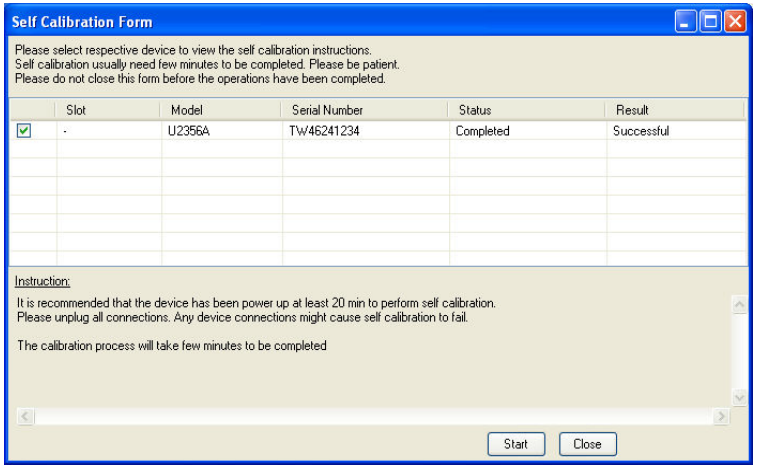



**Figure 5-5** Finestra di dialogo Self Calibration Form in Keysight Measurement Manager, che indica lo stato e il risultato del processo di autocalibrazione

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 2007-2020
Edizione 10, ottobre 2020

Stampato in Malesia

U2541-90003
www.keysight.com

# Keysight serie U2500A de Dispositivos de adquisición de datos multifunción de muestreo simultáneo USB

KEYSIGHT TECHNOLOGIES

Guía del usuario

NOTICE: This document contains references to Agilent Technologies. Agilent's former Test and Measurement business has become Keysight Technologies. For more information, go to **www.keysight.com.**

KEYSIGHT TECHNOLOGIES

# Notificaciones

## Aviso de copyright

© Keysight Technologies 2007-2020

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.

## Marcas

Pentium es una marca comercial registrada en los Estados Unidos por Intel Corporation.

Microsoft, Visual Studio, Windows y MS Windows son marcas comerciales de Microsoft Corporation en los Estados Unidos y en otros países.

## Número de parte del manual

U2541-90005

## Edición

10.ª edición, octubre de 2020

## Impreso en:

Impreso en Malasia

## Publicado por:

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

## 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, cumplimentar, 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 DESCONOCE, TANTO COMO PERMITAN LAS LEYES APLICABLES, 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, AL USO O A LA CUMPLIMENTACIÓN 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

| | | | |
|---|---|---|---|
|  | Corriente continua |  | Encendido (alimentación) |
|  | Corriente alterna |  | Apagado (alimentación) |
|  | Corriente continua y alterna |  | Equipo protegido completamente con doble aislamiento o aislamiento reforzado |
|  | Corriente alterna de tres fases |  | Precaución, riesgo de electrochoque |
|  | Terminal de conexión (a tierra) |  | Precaución, superficie caliente |
|  | Terminal de conductor de protección |  | Precaución, peligro (Ver nota.) |
|  | Terminal a marco o chasis |  | Posición de entrada de un control de empuje bi-estable |
|  | Equipotencial |  | Posición de salida de un control de empuje bi-estable |

# Información de seguridad general

Las siguientes precauciones generales de seguridad deben respetarse en todas las fases de operación de este instrumento. Si no se respetan estas precauciones las advertencias específicas mencionadas en este manual, se violan las normasde seguridad de diseño, fabricación y uso intencional del instrumento. Keysight Technologies no asumirá ninguna responsabilidad si el cliente no cumple con estos requisitos.

**ADVERTENCIA**

- No utilice el dispositivo si está dañado. Antes de utilizar el dispositivo, inspeccione el gabinete. Busque rajaduras o plástico faltante. No utilice el dispositivo cerca de gases explosivos, vapores, polvo, o ambientes húmedos.
- No aplique más voltaje del indicado (como puede verse impreso en el dispositivo) entre las terminales o entre una terminal y tierra.
- Siempre utilice el dispositivo con los cables suministrados.
- Observe todas las leyendas en el dispositivo antes de realizar conexiones.
- Apague el dispositivo y cierre la aplicación antes de conectar los 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.
- No conecte ningún cable y bloques terminales antes de efectuar el proceso de autodiagnóstico.
- Utilice sólo el adaptador de alimentación suministrado por el fabricante para evitar peligros inesperados.
- Las fluctuaciones de tensión de la alimentación eléctrica de la red no pueden exceder el 10 % de la tensión nominal de alimentación.

**PRECAUCIÓN**

- No sobrecargue las terminales de salida por encima de los límites de corriente especificados. La aplicación de voltaje excesivo o la sobrecarga del dispositivo pueden causar daños irreversibles en los circuitos.
- Si el voltaje es excesivo o se sobrecarga la terminal de entrada puede dañar el dispositivo en forma permanente.
- Si el dispositivo se utiliza de una forma no especificada por el fabricante, la protección que proporciona puede dañarse.
- Para limpiar el dispositivo use siempre un paño seco. No emplee alcohol etílico ni otro líquido volátil para limpiar el dispositivo.
- 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 de funcionamiento | 0 °C a +55 °C |
| Humedad operativa | 15% a 85 % HR sin condensar |
| Temperatura de almacenamiento | -20 °C a 70 °C |
| Altitud | Hasta 2000 m |
| Grado de contaminación | 2 |
| Categoría de instalación | II |

**NOTA**

El Serie U2500A Dispositivos de adquisición de datos multifunción de muestreo simultáneo USB cumple con los siguientes requisitos de seguridad y de EMC.

- IEC 61010-1:2001/EN 61010-1:2001
- Canadá: CAN/CSA-C22.2 No. 61010-1-04
- Estados Unidos: ANSI/UL 61010-1: 2004
- IEC 61326-1:2002/EN 61326-1:1997+A1:1998+A2:2001+A3:2003
- CISPR 11: 1990/EN55011:1990, Grupo 1, Clase A
- Canadá: ICES-001: 2004
- Australia/Nueva Zelanda: AS/NZS CISPR11:2004

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

# Marcas regulatorias

| | | | |
|---|---|---|---|
| CE<br>ISM 1-A | La marca CE es una marca registrada de la Comunidad Europea. Esta marca indica que el producto cumple con todas las Directivas legales europeas relevantes. | SP ®<br>C US | La marca CSA es una marca registrada de la Asociación Canadiense de Estándares. El logotipo CSA con los indicadores “C“ y “US“ muestra que el producto está certificado para comercializarse en los mercados de Estados Unidos y Canadá, según los estándares americanos y canadienses correspondientes. |
| **ICES/NMB-001** | ICES/NMB-001 indica que este dispositivo ISM cumple con la norma canadiense ICES-001. |  | La marca RCM es una marca comercial registrada de la Australian Communications and Media Authority. |

# Directiva sobre eliminación de equipo eléctrico y electrónico (WEEE) 2002/96/EC

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 o 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 el Centro de Servicio de Keysight más cercano, o visite http://about.keysight.com/en/companyinfo/environment/takeback.shtml para ver 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/U2500A
  (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)

# Índice


Símbolos de seguridad . . . . . 5
Información de seguridad general . . . . . 6
Condiciones ambientales . . . . . 8
Marcas regulatorias . . . . . 9
Directiva sobre eliminación de equipo eléctrico y electrónico (WEEE) 2002/96/EC . . . . . 10
Categoría del producto: . . . . . 10
Soporte para ventas y soporte técnico . . . . . 10

1 Introducción

Introducción a los dispositivos DAQ serie U2500A . . . . . 18
Descripción general del producto . . . . . 19
Descripción general del diseño del producto . . . . . 19
Dimensiones del producto . . . . . 20
Descripción del bloque terminal . . . . . 21
Control de los elementos incluidos en la compra estándar . . . . . 22
Instalación del software . . . . . 23
Instalación del kit L-Mount . . . . . 24
Mantenimiento general . . . . . 26
Información adicional . . . . . 27
Verificación de hardware . . . . . 27
Código de muestra . . . . . 28

2 Configuración de las clavijas delconector

Introducción . . . . . 30
Configuración de las clavijas del conector para U2531A/U2541A/U2542A . . . . . 31
Configuración de las 55 clavijas del conector (J1) . . . . . 34

3 Funciones y operaciones

Descripción general de las funciones . . . . . 38
Modo de operación de entrada analógica . . . . . 39
Conversión de datos A/D . . . . . 46
Formato de datos de AI . . . . . 51
Modo de operación de salida analógica . . . . . 53
Voltaje de referencia D/A . . . . . 56
Formato de datos de AO (salida analógica) . . . . . 57
Entrada/Salida digital . . . . . 59
Contador digital de propósito general (GPC) . . . . . 62
Fuentes del disparo . . . . . 68
Tipos de disparo . . . . . 69
Disparo digital . . . . . 73
Disparo analógico . . . . . 73
Ejemplos de programación SCPI . . . . . 77
Entrada analógica . . . . . 77
Salida analógica . . . . . 80

4 Características y especificaciones

5 Calibración

Calibración automática . . . . . 84

# Lista de figuras


Figura 2-1 Vista vertical del conector . . . . . 30
Figura 2-2 Vista horizontal del conector . . . . . 30
Figura 2-3 Configuración de las clavijas para U2531A/U2541A/U2542A . . . . . 31
Figura 2-4 Conector (J1) de 55 clavijas . . . . . 34
Figura 3-1 Diagrama del bloque funcional del dispositivo DAQ serie U2500A . . . . . 40
Figura 3-2 E/S digitales generales del dispositivo DAQ serie U2500A de Keysight . . . . . 59
Figura 3-3 Contador digital de propósito general . . . . . 62
Figura 3-4 Modo Totalizer . . . . . 63
Figura 3-5 Pre-trigger . . . . . 69
Figura 3-6 Middle-trigger . . . . . 70
Figura 3-7 Post-trigger . . . . . 71
Figura 3-8 Delay-trigger . . . . . 72
Figura 3-9 Bordes positivo y negativo del disparo digital. . . . . 73
Figura 3-10 Condición above high del disparo . . . . . 74
Figura 3-11 Condición below low del disparo . . . . . 75
Figura 3-12 Condición window del disparo . . . . . 76
Figura 5-1 Abra Interactive IO en Keysight Connection Expert . . 85
Figura 5-2 Cuadro de diálogo de Interactive IO . . . . . 86
Figura 5-3 Cuadro de diálogo de Self Calibration Form en Keysight Measurement Manager . . . . . 87
Figura 5-4 Cuadro de diálogo de Self Calibration Form en Keysight Measurement Manager con un dispositivo seleccionado . . . . . 88
Figura 5-5 Cuadro de diálogo de Self Calibration Form en Keysight Measurement Manager cuando muestra el estado y los resultados del proceso de calibración automática . . . . . 89

ESTA PÁGINA SE HA DEJADO EN BLANCO DELIBERADAMENTE.

# Lista de tablas


Tabla 2-1 Leyenda de las clavijas para U2531A/U2541A/ U2542A . . . . . 32
Tabla 2-2 Asignación de clavijas del conector J1 de la serie U2500A . . . . . 34
Tabla 2-3 Leyenda del conector J1 de la serie U2500A . . . . . 35
Tabla 3-1 Descripción general de la operación de entrada analógica . . . . . 40
Tabla 3-2 Rango de entrada analógica y salida de código digital para bipolar . . . . . 51
Tabla 3-3 Rango de entrada analógica y salida de código digital para unipolar . . . . . 51
Tabla 3-4 Rango de entrada analógica y salida de código digital para bipolar . . . . . 52
Tabla 3-5 Rango de entrada analógica y salida de código digital para unipolar . . . . . 52
Tabla 3-6 Descripción general de la operación de salida analógica . . . . . 53
Tabla 3-7 Tabla de código digital y salida de voltaje para configuración bipolar (U2531A, U2541A y U2542A) . . . . . 58
Tabla 3-8 Tabla de código digital y salida de voltaje para configuración unipolar (U2531A, U2541A y U2542A) . . . . . 58
Tabla 3-9 Tipo de disparo para adquisición única de modo continuo . . . . . 68
Tabla 3-10 Tipo de disparo para adquisición continua de modo continuo . . . . . 68

ESTA PÁGINA SE HA DEJADO EN BLANCO DELIBERADAMENTE.

# 1 Introducción

Introducción a los dispositivos DAQ serie U2500A 18
Descripción general del producto 19
Descripción del bloque terminal 21
Control de los elementos incluidos en la compra estándar 22
Instalación del software 23
Instalación del kit L-Mount 24
Mantenimiento general 26
Información adicional 27

En este capítulo se ofrecen instrucciones para comenzar a usar los dispositivos DAQ serie U2500A, desde el control de los requisitos del sistema, la instalación de hardware y software hasta cómo ejecutar la aplicación de software Keysight Measurement Manager.

# Introducción a los dispositivos DAQ serie U2500A

Los dispositivos de adquisición de datos (DAQ) multifunción de muestreo simultáneo (SS) USB serie U2500A de Keysight son dispositivos de alto rendimiento y fáciles de usar. Puede utilizarse en forma independiente o como una unidad modular. Sin embargo, si se utiliza como una unidad modular, el módulo debe instalarse en el chasis de instrumentos modulares USB U2781A de Keysight. La serie U2500A consta de tres modelos:

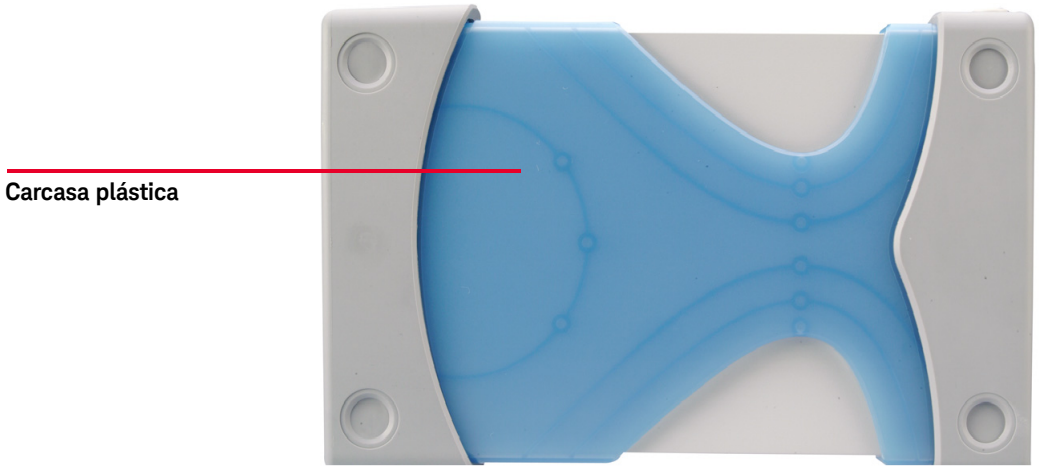
- U2531A: DAQ multifunción SS de 4 canales de 14 bits y 2 MSa/s
- U2541A: DAQ multifunción SS de 4 canales de 16 bits y 250 kSa/s
- U2542A: DAQ multifunción SS de 4 canales de 16 bits y 500 kSa/s

Los dispositivos DAQ serie U2500A son compatibles con una amplia gama de entornos de desarrollo de aplicaciones (ADE), como Keysight VEE, LabVIEW, MATLAB y Microsoft Visual Studio. Con la compra de cada dispositivo se incluye una aplicación software fácil de usar, Keysight Measurement Manager.

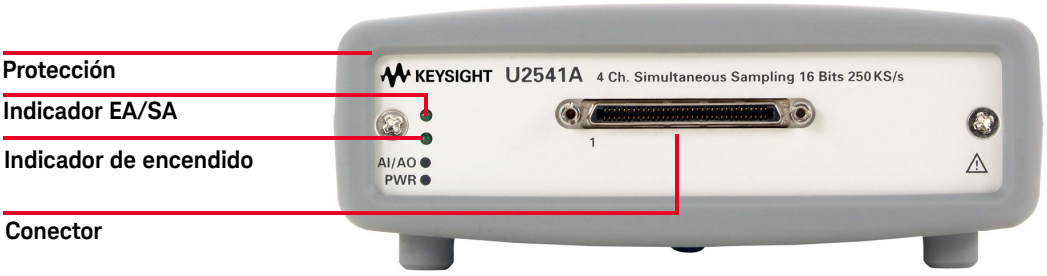
# Descripción general del producto

## Descripción general del diseño del producto

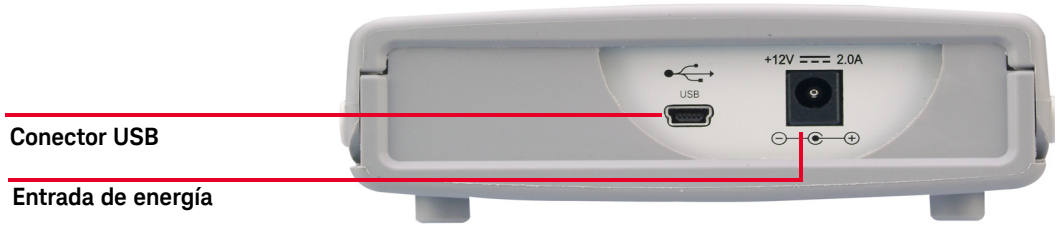
### Vista desde arriba




### Vista frontal



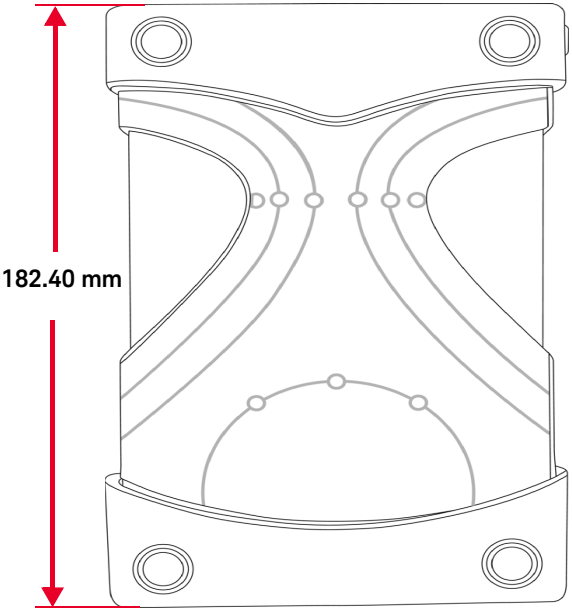

### Vista posterior



## Dimensiones del producto

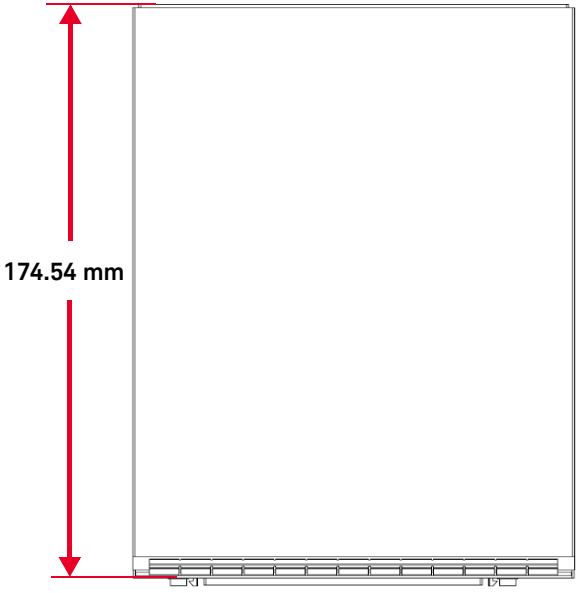
**Con carcasa plástica**

**Vista desde arriba**

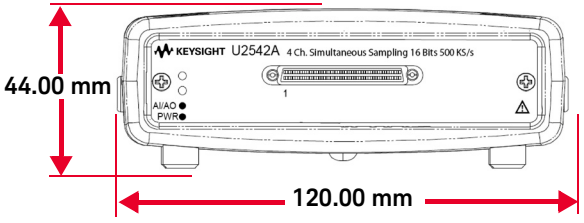



**Sin carcasa plástica**

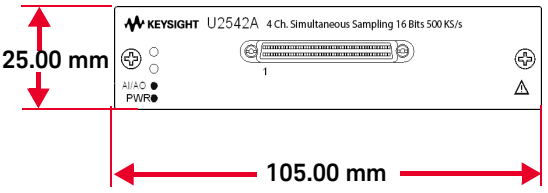
**Vista desde arriba**




**Vista frontal**

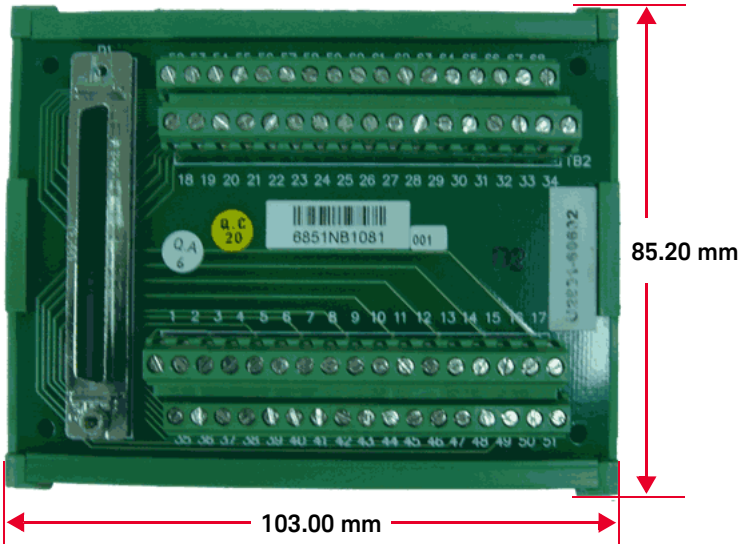



**Vista frontal**

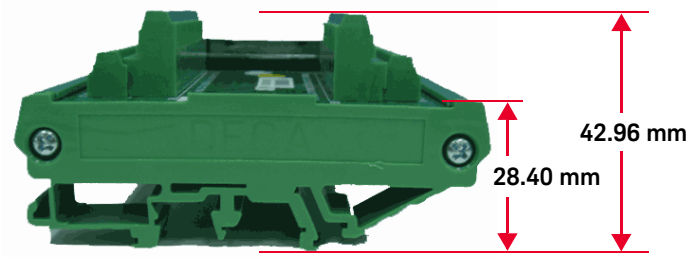


# Descripción del bloque terminal

## Vista frontal




## Vista lateral



# Control de los elementos incluidos en la compra estándar

Revise y compruebe que tiene todos estos accesorios al realizar una compra estándar del dispositivo DAQ serie U2500A. Si falta algún accesorio, comuníquese con la oficina de ventas de Keysight más cercana.

- ✔ Adaptador de alimentación de CC
- ✔ Cable de alimentación
- ✔ Cable de extensión USB
- ✔ Kit L–Mount (usado con el chasis de instrumentos modulares U2781A de Keysight)
- ✔ Guía de inicio rápido de los sistemas y productos modulares USB de Keysight
- ✔ DVD-ROM de referencia de los sistemas y productos modulares USB de Keysight
- ✔ Keysight Automation-Ready CD-ROM (contiene Keysight IO Libraries Suite)
- ✔ Certificado de calibración

**ADVERTENCIA** **Utilice sólo el adaptador de alimentación suministrado por el fabricante para evitar peligros inesperados.**

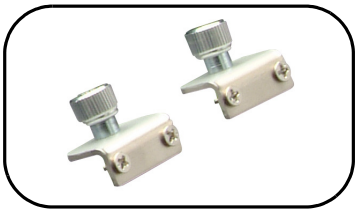
# Instalación del software

Si desea utilizar los dispositivos DAQ serie U2500A con el software Keysight Measurement Manager, siga las instrucciones paso a paso como se muestran en la *Guía de inicio rápido de los sistemas y productos modulares USB de Keysight*.

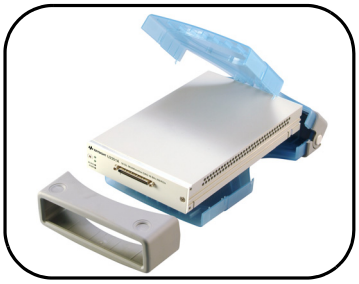
**NOTA** **Es posible que deba instalar el controlador IVI-COM antes de utilizar el producto serie U2500A con otro ADE.**

# Instalación del kit L-Mount

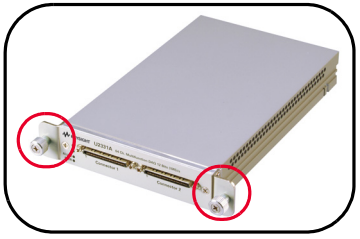
El kit L-Mount debe utilizarse con el chasis de instrumentos modulares USB Keysight U2781A. A continuación se describen procedimientos sencillos para instalar el kit L-Mount en un dispositivo USB U2600A.



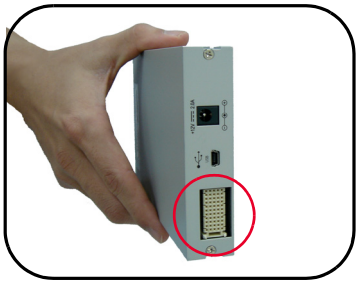
**1** Abra el paquete del kit L-Mount.



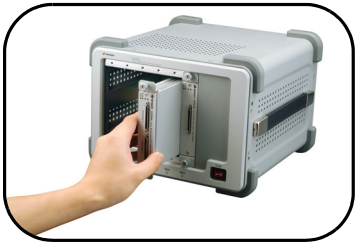
**2** Tire de la protección (extremo frontal de la carcasa) hacia afuera para retirar el dispositivo USB de la carcasa plástica. Luego levante el cuerpo de la carcasa plástica y retírela del dispositivo USB.



**3** Use un destornillador *Philips* para atornillar el kit L-Mount al dispositivo USB.



**4** Para colocar el módulo USB en el chasis, ubique el módulo de manera perpendicular y asegúrese de que el conector plano de 55 clavijas quede en la parte inferior.



**5** Ya está listo para conectar el dispositivo USB en un chasis de instrumentos.

# Mantenimiento general

**NOTA** Las reparaciones no mencionadas en este manual sólo debe realizarlas personal calificado.

Para quitar polvo o humedad del dispositivo USB, siga estas instrucciones.

1. Apague el dispositivo USB y retire el cable del adaptador de CA/CC y el cable USB.
2. Tire de la protección (extremo frontal de la carcasa) hacia afuera para retirar el dispositivo USB de la carcasa plástica. Luego levante el cuerpo de la carcasa plástica y retírela del dispositivo USB.
3. Mientras sostiene el dispositivo USB, sacúdalo para quitar el polvo que se le haya acumulado en el panel.
4. Limpie el dispositivo USB con un paño limpio y seco.

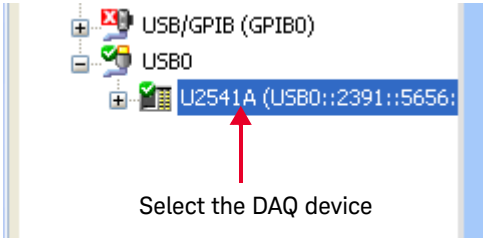
# Información adicional

## Verificación de hardware

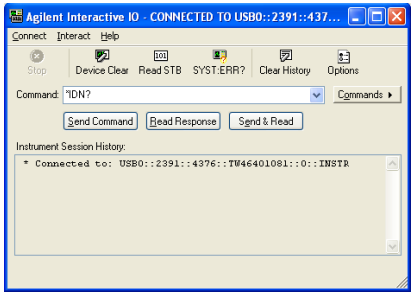
Keysight Connection Expert es una de las utilidades de Keysight IO Libraries. Puede detectar automáticamente los dispositivos USB conectados a la PC y permite la comunicación entre el dispositivo USB y la PC. Para comprobar que su dispositivo USB ha establecido una conexión con la PC, siga estos pasos.

1 Vaya a **Inicio > Todos los programas > Keysight IO Libraries Suite > Keysight Connection Expert** para ejecutar Keysight Connection Expert.

2 El dispositivo USB conectado aparece en el panel **Instrument I/O on this PC**, como se muestra a continuación. Seleccione la interfaz de conexión de DAQ y haga clic con el botón derecho.




3 Aparecerá un menú contextual. Haga clic en **Send Commands To This Instrument**. Aparecerá el cuadro de diálogo Keysight Interactive IO como se muestra a continuación. Haga clic en **Send & Read** para enviar el comando SCPI predeterminado `*IDN?`. La respuesta del instrumento aparecerá en el panel **Instrument Session History**.



4 La comunicación entre la PC y el hardware conectado es señal de éxito al instalar el hardware y establecer la conexión.

## Código de muestra

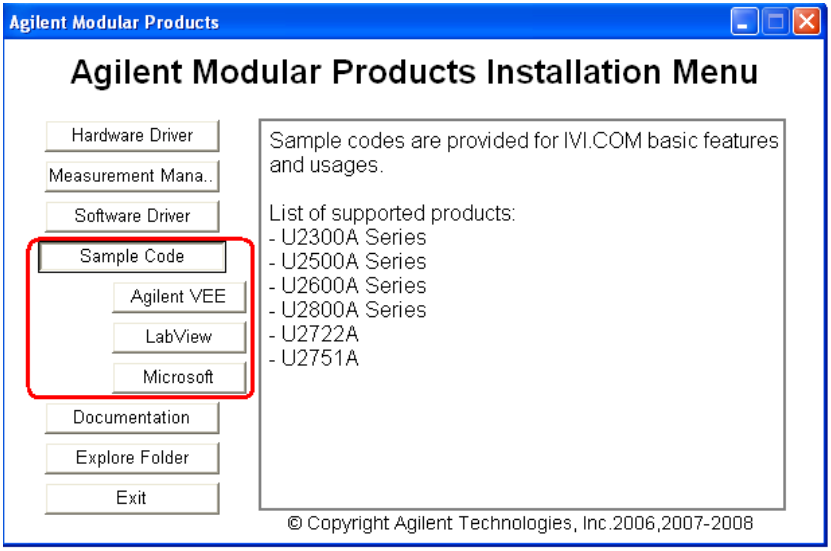
Se proporcionan los códigos de muestra para Keysight VEE, LabView y Microsoft (C#, C++, VB7 y VB6) para ayudarlo a comenzar a utilizar el instrumento y a familiarizarse con él. Los códigos de muestra para cada idioma son los siguientes.

- **Example1**: demuestra la inicialización del instrumento.
- **DigitalIO**: lee datos desde el instrumento y escribe datos en él.
- **OneShot**: adquiere datos a partir de una medición y los entrega al usuario.
- **Counter**: lleva a cabo funcionalidades de conteo básicas, tales como configurar el contador y medir la frecuencia.
- **ArbWav**: generación de una forma de onda arbitraria.
- **StdWav**: generación de una forma de onda estándar.

### Para ver el código de muestra

Seleccione **Sample Code** en Keysight Modular Products Installation Menu y elija el tipo de idioma.

Vea la figura siguiente.



# 2 Configuración de las clavijas delconector

Introducción 30
Configuración de las clavijas del conector para U2531A/U2541A/U2542A 31
Configuración de las 55 clavijas del conector (J1) 34

En este capítulo se describe la configuración de las clavijas de los dispositivos de adquisición de datos multifunción de muestreo simultáneo USB serie U2500A y la configuración de las 55 clavijas del conector plano.

# Introducción

Los dispositivos de adquisición de datos (DAQ) multifunción de muestreo simultáneo USB serie U2500A están equipados con un conector tipo VHDCI hembra de 68 clavijas. En este capítulo se brinda la configuración de las clavijas del conector para todos los dispositivos DAQ serie U2500A.

Cuando el módulo DAQ se utiliza en un chasis de instrumentos modulares (U2781A), consulte la Figura 2-1 para ver la numeración de las clavijas. Cuando el módulo DAQ se utiliza como una unidad independiente, consulte la Figura 2-2.

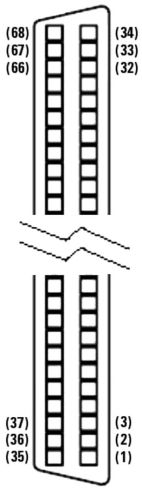



**Figura 2-1** Vista vertical del conector

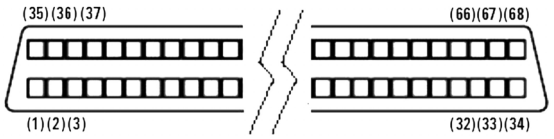



**Figura 2-2** Vista horizontal del conector

# Configuración de las clavijas del conector para U2531A/U2541A/U2542A

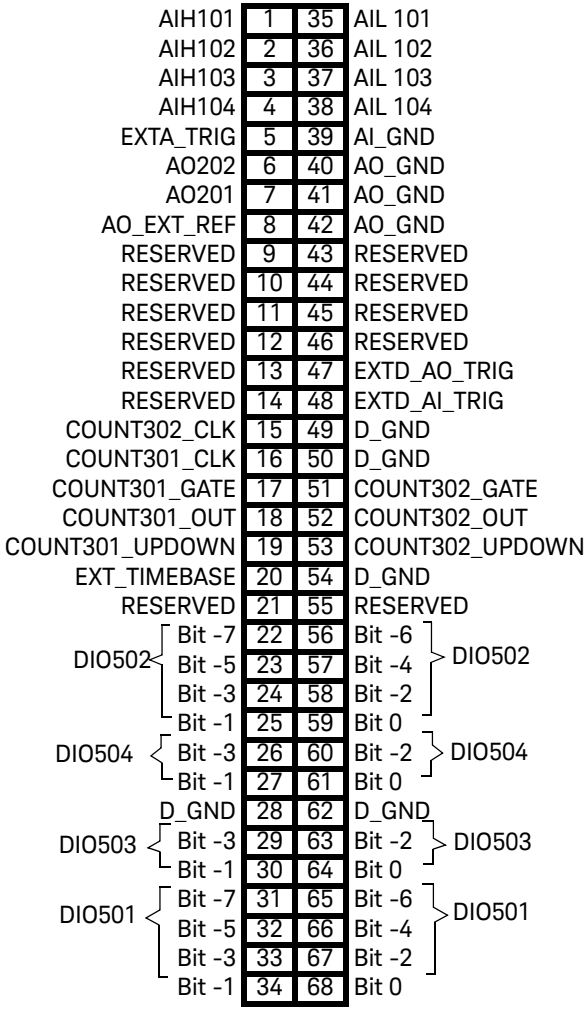



**Figura 2-3** Configuración de las clavijas para U2531A/U2541A/U2542A

**Tabla 2-1** Leyenda de las clavijas para U2531A/U2541A/U2542A

| Selección | Nombre de la señal | Dirección | Referencia | Descripción |
|---|---|---|---|---|
| 1 a 4 | AIH<101...104> | Entrada | AIL<101...104> | Entrada diferencial positiva para el canal de AI <101...104> |
| 5 | EXTA_TRIG | Entrada | AI_GND | Disparador analógico AI (entrada analógica) externo |
| 6 | AO202 | Salida | AO_GND | Canal 2 de AO |
| 7 | AO201 | Salida | AO_GND | Canal 1 de AO |
| 8 | AO_EXT_REF | Entrada | AO_GND | Referencia externa para canales de AO (salida analógica) |
| 9 a 12 | RESERVADO | Entrada | No disponible | RESERVADO |
| 13, 14 | RESERVADO | Salida | D_GND | RESERVADO |
| 15 | COUNT<302>_CLK | Entrada | D_GND | Fuente del contador <302> |
| 16 | COUNG<301>_CLK | Entrada | D_GND | Fuente del contador <301> |
| 17, 51 | COUNT<301,302>_GATE | Entrada | D_GND | Puerta del contador <301,302> |
| 18, 52 | COUNT<301,302>_OUT | Entrada | D_GND | Salida del contador <301,302> |
| 19, 53 | COUNT<301,302>_UPD OWN | Entrada | D_GND | Control (+/-) del contador <301,302> |
| 20 | EXT_TIMEBASE | Entrada | D_GND | BASE DE TIEMPO externa |
| 21, 28, 49, 50, 54, 62 | D_GND | No disponible | No disponible | Tierra digital |
| 22, 56, 23, 57, 24, 58, 25, 59 | DIO502<7,0> | PIO | D_GND | DIO programable del canal 502 |
| 26, 60, 27, 61 | DIO504<3,0> | PIO | D_GND | DIO programable del canal 504 |

**Tabla 2-1** Leyenda de las clavijas para U2531A/U2541A/U2542A (continúa)

| Selección | Nombre de la señal | Dirección | Referencia | Descripción |
|---|---|---|---|---|
| 29, 63, 30, 64 | DIO503<3,0> | PIO | D_GND | DIO programable del canal 503 |
| 31, 65, 32, 66, 33, 67, 34, 68 | DIO501<7,0> | PIO | D_GND | DIO programable del canal 501 |
| 35 a 38 | AIL<101...104> | Entrada | No disponible | Entrada diferencial negativa para el canal de AI <101...104> |
| 39 | AI_GND | No disponible | No disponible | Tierra analógica para AI |
| 40 a 42 | AO_GND | No disponible | No disponible | Tierra analógica para AO (salida analógica) |
| 43 a 46 | RESERVADO | Entrada | No disponible | RESERVADO |
| 47 | EXTD_AO_TRIG | Entrada | D_GND | Disparador de formas de onda de AO (salida analógica) externo |
| 48 | EXTD_AI_TRIG | Entrada | D_GND | Disparador digital AI (entrada analógica) externo |
| 21, 55 | RESERVADO | Entrada | No disponible | RESERVADO |

# Configuración de las 55 clavijas del conector (J1)

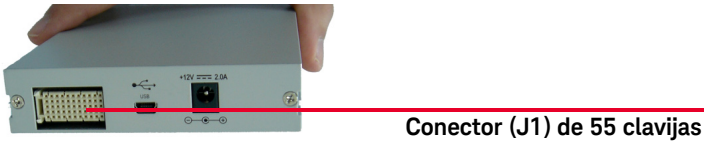



**Figura 2-4** Conector (J1) de 55 clavijas

**Tabla 2-2** Asignación de clavijas del conector J1 de la serie U2500A

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11 | GND | +12 V | +12 V | GND | USB_D+ | USB_D- | GND |
| 10 | GND | +12 V | +12 V | +12 V | GND | GND | GND |
| 9 | GND | +12 V | +12 V | +12 V | GND | USB_VBUS | GND |
| 8 | GND | LBL0 | BRSV | GND | TRIG0 | LBR0 | GND |
| 7 | GND | LBL1 | GA0 | TRIG7 | GND | LBR1 | GND |
| 6 | GND | LBL2 | GA1 | GND | TRIG1 | LBR2 | GND |
| 5 | GND | LBL3 | GA2 | TRIG6 | GND | LBR3 | GND |
| 4 | GND | LBL4 | STAR_TRIG | GND | TRIG2 | LBR4 | GND |
| 3 | GND | LBL5 | GND | TRIG5 | GND | LBR5 | GND |
| 2 | GND | LBL6 | CLK10M | GND | TRIG3 | LBR6 | GND |
| 1 | GND | LBL7 | GND | TRIG4 | GND | LBR7 | GND |
| | Z | A | B | C | D | E | F |

**Tabla 2-3** Leyenda del conector J1 de la serie U2500A

| Clavija | Descripciones |
|---|---|
| +12 V | Alimentación de +12 V desde el plano |
| GND | Tierra |
| BRSV | Clavija reservada |
| TRIG0 a TRIG7 | Bus de disparador 0 a 7 |
| STAR_TRIG | Disparador estrella |
| CLK10M | Reloj de referencia de 10 MHz |
| USB_VBUS | Alimentación de bus USB, +5 V |
| USB_D+, USB_D- | Par diferencial de USB |
| LBL <0..7> y LBR <0...7> | Clavija reservada |
| GA0, GA1, GA2 | Clavija de dirección geográfica |

ESTA PÁGINA SE HA DEJADO EN BLANCO DELIBERADAMENTE.

# 3 Funciones y operaciones

Descripción general de las funciones 38
Modo de operación de entrada analógica 39
Modo de operación de salida analógica 53
Entrada/Salida digital 59
Contador digital de propósito general (GPC) 62
Fuentes del disparo 68
Ejemplos de programación SCPI 77

En este capítulo se describen las funciones y operaciones de los dispositivos DAQ multifunción de muestreo simultáneo USB serie U2500A de Keysight. Esto incluye la operación de los modos de entrada y salida analógica, la entrada y salida digital, y el contador digital general. En este capítulo también se explican las fuentes de disparo disponibles para el dispositivo y se brindan algunos ejemplos de SCPI para ayudarlo con la programación.

# Descripción general de las funciones

**U2531A** Resolución de entrada analógica de 14 bits con frecuencia de muestreo máxima de 2 MSa/s

**U2541A** Resolución de entrada analógica de 16 bits con frecuencia de muestreo máxima de 250 kSa/s

**U2542A** Resolución de entrada analógica de 16 bits con frecuencia de muestreo máxima de 500 kSa/s

- Muestreo simultáneo para entrada analógica
- Resolución de 14 bits y de 16 bits
- 4 entradas diferenciales (DI) simultáneas
- Entrada analógica unipolar y bipolar programable
- Admite calibración automática
- Cumple con USBTMC 488.2
- Interfaz USB 2.0 de alta velocidad
- Fuentes de disparadores múltiples — ninguno (disparador inmediato), disparador digital/analógico externo y disparador SSI/star (utilizados con chasis modular)

# Modo de operación de entrada analógica

El dispositivo DAQ serie U2500A cuenta con cuatro canales de entrada analógica (AI) de muestreo simultáneo (SS) con frecuencia de muestreo programable. Para medir las señales analógicas, debe definir las propiedades de las señales medidas. Las propiedades incluyen el modo (sondeo/continuo), la polaridad (bipolar/unipolar) y el rango de voltaje. También es posible que deba configurar los canales deseados para ingresar las señales analógicas. Para todos los modelos SS, la configuración de medición está en modo diferencial (DIFF).

Las operaciones de AI necesitan una fuente de disparo. La adquisición de datos comienza si coincide la condición del disparo. La señal medida se almacena en un FIFO (Primero en entrar, primero en salir) de datos. Las entradas analógicas pueden medir voltajes de entrada entre ±1.25 V y ±10 V. El diagrama de la Figura 3-1 muestra el diagrama de bloque funcional de los dispositivos DAQ serie U2500A.

Cuando se encienden los dispositivos DAQ serie U2500A, se cargan las constantes de calibración desde la memoria EEPROM incorporada para garantizar que tanto los DACs de calibración como el circuito PGA funcionen bien. De acuerdo con el diagrama de bloque funcional de la Figura 3-1, las señales de AI primero llegarán al multiplexor analógico y luego al PGA. A continuación, pasará a través del conversor digital analógico (ADC), en donde el voltaje analógico se convertirá en información digital para que el equipo procese o almacene las señales. Tenga en cuenta que debe definirse el nivel del disparador para el conversor digital analógico (DAC) si desea utilizar el disparador digital.

En esta sección, se describen distintos tipos de modos de entrada analógica. La conversión de datos analógicos a digitales para 16 y 14 bits también se explicará con fórmulas (bipolar y unipolar). Por último, se brinda el formato de datos de AI para el dispositivo serie U2500A.

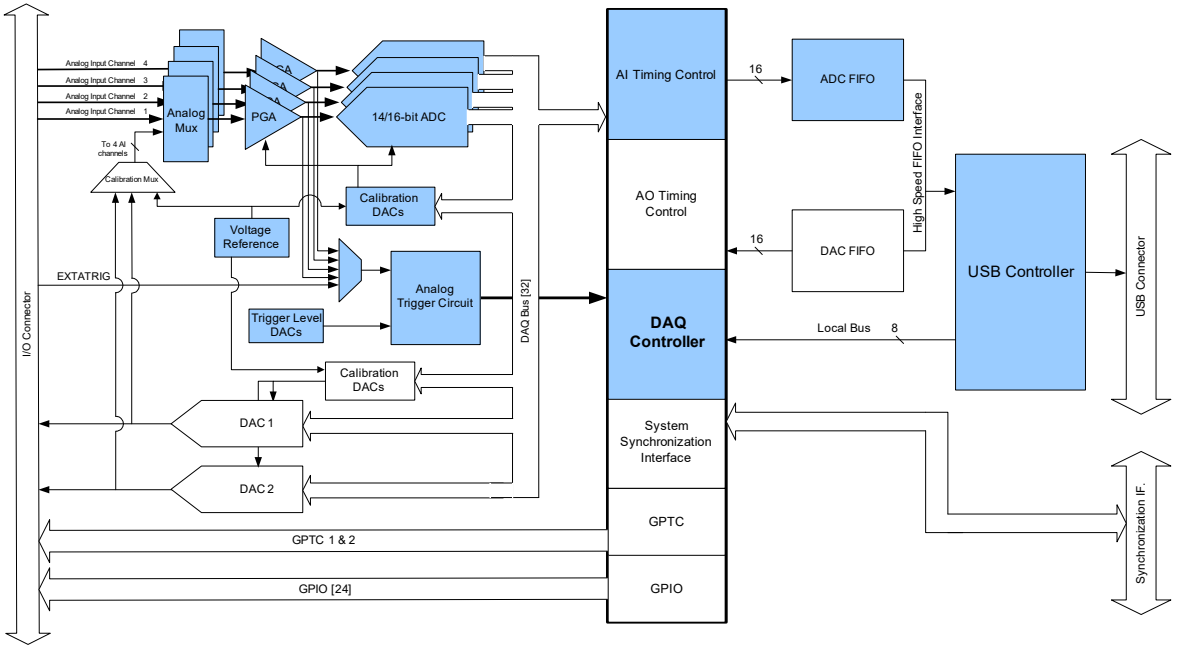



**Figura 3-1** Diagrama del bloque funcional del dispositivo DAQ serie U2500A

Existen dos modos de operación de entrada analógica: de sondeo y continuo.

**Tabla 3-1** Descripción general de la operación de entrada analógica

| Operación | Modos | Tipos de adquisición |
|---|---|---|
| Entrada analógica | Modo de sondeo | Adquisición única de datos A/D |
| | Modo continuo | – Adquisición de disparo único |
| | | – Adquisición continua |

### Modo de sondeo

Éste es el método más sencillo para obtener una única medición de A/D en forma simultánea para cuatro canales diferentes. El conversor A/D comienza a convertir una lectura cada vez que se ejecuta el comando SCPI. El comando SCPI para medir en el modo de sondeo se encuentra en el subsistema MEASure. En este modo, el software controla por completo la temporización de la conversión A/D.

Antes de utilizar el modo de sondeo, deben definirse las propiedades de la señal medida. Dichas propiedades son el rango de voltaje (±10 V, ±5 V, ±2.5 V, ±1.25 V) y la polaridad (unipolar/bipolar). El rango de voltaje predeterminado es ±10 V y la polaridad predeterminada es bipolar. Estas propiedades pueden configurarse a través de los comandos SCPI bajo el subsistema SOURce. El tipo de señal para los dispositivos serie U2500A está en modo diferencial (DIFF).

En forma predeterminada, la medición del modo de sondeo se realiza una vez que el dispositivo recibe el comando de consulta `MEASure?` Esto puede modificarse al indicar al dispositivo que promedie un rango de mediciones antes de entregar el valor final a los usuarios. Por ejemplo, al configurar el siguiente comando SCPI

```
[SENSe:]VOLTage:AVERage 10,(@101)
```

antes del comando de consulta `MEASure? (@101)`, el dispositivo hará diez mediciones, las promediará y entregará el valor promedio a los usuarios.

**NOTA** Para obtener más información acerca del subsistema MEASure, del subsistema SOURce y de [SENSe:]VOLTage, consulte la *Keysight U2500A Series USB Simultaneous Sampling Multifunction Data Acquisition Devices Programmer's Reference*.

### Ejemplo 1: Sondeo de entrada analógica

```
-> *CLS;*RST                    //Para restablecer el estado de encendido predeterminado del DAQ, este comando se puede ignorar si esta operación no es necesaria
-> MEAS? (@101,102,103,104)     //Sondeo EA con condición predeterminada
<- 1.50123,5.0012,7.1234,9.1112 //Medición regresada
```

### Ejemplo 2: Sondeo de entrada analógica con ajustes

```
-> *CLS;*RST                    //Para restablecer el estado de encendido predeterminado del DAQ, este comando se puede ignorar si esta operación no es necesaria
-> VOLT:RANG 10,(@101,103)      //Configurar el rango de 10 V al CH 101, 103
-> VOLT:POL UNIP,(@101,103)     //Configurar medición UNIPolar a CH 101,103
-> VOLT:AVER 100                //Configurar sondeo para medir 100 veces y regresar un valor promedio
-> MEAS? (@101,103)             //Pedir al sondeo de EA que se active en el valor anterior con 100 mediciones y que regrese el valor promedio
<- 1.50123,5.3212               //Valor promedio regresado de100 mediciones de cada canal
```

### Modo continuo

Existen dos tipos de modo continuo, adquisición de disparo único y adquisición continua. En la primera, los datos se adquieren en un punto de muestreo específico y se procesan una vez. En la adquisición continua, el proceso de adquisición de datos es continuo hasta que se envía un comando `STOP`. Los siguientes son los comandos SCPI utilizados para iniciar el proceso de adquisición:

– Adquisición de disparo único:

```
DIGitize
```

– Adquisición continua:

```
RUN
```

En el modo continuo, deben especificarse dos parámetros:

### a) Frecuencia de muestreo

La frecuencia de muestreo máxima depende de la frecuencia de muestreo del ADC. Por ejemplo, si configura la frecuencia de muestreo al máximo, es decir, 500 kSa/s para el dispositivo U2542A, todos los canales de AI mostrarán los datos bajo la misma frecuencia de muestreo en forma individual. El comando SCPI para configurar la frecuencia de muestreo para AI es:

```
ACQuire:SRATe <valor>
```

La frecuencia de muestreo predeterminada es 1 kHz.

### b) Puntos de muestreo

El parámetro de puntos de muestreo se utiliza para establecer el número de puntos de adquisición para cada canal. Por ejemplo, si se configuran 800 puntos de muestreo, la medición de cuatro canales de AI en forma simultánea necesitará que se adquieran un total de 3200 muestras. El comando SCPI para configurar los puntos de muestreo para AI es:

```
ACQuire:POINts <valor>
```

El valor predeterminado de puntos de muestreo es 500.

**NOTA** Los puntos de muestreo máximos para la adquisición de disparo único son 8 MSa divididos por la cantidad de canales activados, y para la adquisición continua son 4 MSa divididos por la cantidad de canales activados.

### Ejemplo1: Adquisición de disparo único

```
-> *CLS;*RST                          //Para restablecer el estado de encendido predeterminado del DAQ, este comando se puede ignorar si esta operación no es necesaria
-> ROUT:ENAB 1,(@101,103)             //Habilitar adquisición enCH 101 y 103
-> ROUT:CHAN:RANG 10,(@101,103)       //Configurar el rango de 10 V al CH 101 y 103
-> ROUT:CHAN:POL BIP,(@101,103)       //Configurar el modo de medición BIPolar al CH 101 y 103
-> ACQ:SRAT 10000                     //Configurar adquisición con frecuencia de muestreo de 10000 Sa/s
-> ACQ:POIN 1000                      //Configurar 1000 puntos para adquisición para cada canal
-> DIG                                //Activar adquisición de disparo único
-> WAV:COMP?                          //Verificar si se completó la adquisición
<- NO                                 //La adquisición todavía no se completó, se tardará 1 seg para completar la adquisición
-> WAV:COMP?                          //Verificar si se completó la adquisición
<- YES                                //Se completó la adquisición
-> WAV:DATA?                          //Regresar los datos a la PC del usuario
<- #800004000<data><data>….           //Datos en crudo devueltos en bloque binario
```

### Ejemplo 2: Adquisición continua

```
-> *CLS;*RST                          //Para restablecer el estado de encendido predeterminado del DAQ, este comando se puede ignorar si esta operación no es necesaria
-> ROUT:ENAB 1,(@101,103)             //Habilitar adquisición en canal 101 y 103
-> ROUT:CHAN:RANG 10,(@101,103)       //Configurar el rango de 10 V al CH 101 y 103
-> ROUT:CHAN:POL BIP,(@101,103)       //Configurar el modo de medición BIPolar al CH 101 y 103
-> ACQ:SRAT 10000                     //Configurar adquisición con frecuencia de muestreo de 10000 Sa/s
-> WAV:POIN 1000                      //Configurar 1000 puntos Sa para adquisición para cada bloque de datos
-> DIG                                //Activar adquisición de disparo único
-> WAV:STAT?                          //Verificar el estado de la adquisición
<- FRAG                              //La adquisición todavía no se completó, se tardará 1 seg para completar este bloque de adquisición
-> WAV:STAT?                          //Verificar el estado de la adquisición
<- DATA                              //Se ha completado este bloque de adquisición
-> WAV:DATA?                          //Regresar los datos a la PC del usuario
<- #800004000<data><data>….           //Datos en crudo devueltos en bloque binario
```

## Conversión de datos A/D

El conversor de datos A/D convierte el voltaje analógico en información digital. Esta sección muestra el formato de datos en crudo adquiridos a partir de la conversión A/D.

Los datos entregados están en un formato de bloque binario. A continuación, se ofrece un ejemplo del formato de bloque binario para los tres canales de AI (CH 101, CH 102 y CH 103). La organización de los datos en el búfer de datos va desde el CH 101 más bajo al canal CH 103 más alto.

**Encabezado de ASCII** ◄► **Números en hexadecimales** ►

| **#800001000** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **...** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Indicador de longitud de datos. "#8" significa que los siguientes 8 bytes (0000 1000) indican la longitud de los datos reales, no los datos en sí. Por ejemplo, para #800001000, "00001000" es la longitud de los datos traducida a 1000 bytes de datos en crudo, que es 500 puntos de datos medidos. | Primer LSB de datos | Primer MSB de datos | Primer LSB de datos | Primer MSB de datos | Primer LSB de datos | Primer MSB de datos | Segund LSB de datos | Segund MSB de datos | ... |
| | CH 101 | | CH 102 | | CH 103 | | CH 101 | | ... |

Las muestra medidas en la adquisición de modo continuo se almacena en el formato Little-Endian. En otras palabras, cada muestra medida se entrega de modo que su byte menos significativo (LSB) aparezca primero; seguido de su byte más significativo (MSB).

### Formato de datos de 16 bits

| **LSB (byte menos significativo)** | **MSB (byte más significativo)** |
|---|---|
| DDDD DDDD | DDDD DDDD |

### Formato de datos de 14 bits

| LSB (byte menos significativo) | MSB (byte más significativo) |
|---|---|
| DDDD DDXX | DDDD DDDD |

D – bits de datos

X – bits no utilizados

### Conversión de datos en crudo

Para convertir los datos en un número flotante real, se precisa la información de la polaridad y el rango de voltaje. A continuación se presentan los cálculos de la conversión de datos en crudo para bipolar y unipolar.

Para realizar un cálculo de muestra de la conversión, tome U2541A como ejemplo. Supongamos que el nivel de voltaje está configurado en el rango de 0 V a 10 V para la configuración unipolar; y de -10 V a 10 V para la configuración bipolar. El bloque binario de muestra es el siguiente.

| **#800001000** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **...** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Primer LSB de datos | Primer MSB de datos | Primer LSB de datos | Primer MSB de datos | Primer LSB de datos | Primer MSB de datos | Segundo LSB de datos | Segundo MSB de datos | ... |
| | CH 101 | | CH 102 | | CH 103 | | CH 101 | | ... |
| **Formato Little Endian** | | | | | | | | | |
| #800001000 | e0 | 31 | ff | cf | ff | ca | ff | c4 | |
| **Convertir a formato decimal** | | | | | | | | | |
| #800001000 | 12768 | | 53247 | | 51967 | | 50431 | | |

La resolución para U2541A es de 16 bits y el valor medido de Int16 que entrega el DAQ es 12768. El número binario para 12768 es 00110001 11100000. Sin embargo, dado que los datos se almacenan en el formato Little-Endian, el cálculo de los 16 bits binarios leídos será el siguiente.

| | LSB (byte menos significativo) | MSB (byte más significativo) |
|---|---|---|
| **Valor Hex:** | **e0** | **31** |
| **Valor binario:** | **‹11100000›** | **‹00110001›** |
| **Valor decimal:** | **12768** | |

**NOTA** Los datos en crudo proporcionados por el dispositivo DAQ serie U2500A están en el orden de bytes de LSB primero.

Bipolar:

$$\text{Valor convertido} = \left( \frac{2 \times \text{valor Int16}}{2^{\text{resolución}}} \right) \times \text{Rango}$$

$$\text{Ejemplo de valor convertido} = \left( \frac{2 \times 12768}{2^{16}} \right) \times 10 = 3.896\ \text{V}$$

Unipolar:

$$\text{Valor convertido} = \left( \frac{\text{Valor Int16}}{2^{\text{resolución}}} + 0.5 \right) \times \text{Rango}$$

$$\text{Ejemplo de valor convertido} = \left( \frac{12768}{2^{16}} + 0.5 \right) \times 10 = 6.948\ \text{V}$$

**NOTA** El valor convertido es de tipo flotante. Por lo tanto, es posible que deba indicar en el entorno de programación que el valor Int6 se haga flotante.

Para realizar un cálculo de muestra de la conversión, tome U2531A como ejemplo. Suponga que el nivel de tensión se encuentra en el rango de 0 a 10 V para configuración unipolar, y -10 V a 10 V para configuración bipolar.

La resolución de U2531A es de 14 bits y el valor medido Int12 del DAQ es 12768. El número binario para 12768 es 00110001 11100000. Sin embargo, puesto que los datos se almacenan en formato little-endian, el cálculo de los 14 bits binarios leídos será el siguiente.

| | **LSB (byte menos significativo)** | **MSB (byte más significativo)** |
|---|---|---|
| **Valor Hex:** | **e0** | **31** |
| **Valor binario:** | **‹11100000›** | **‹00110001›** |
| **Valor decimal: 12768** | | |

Hay bits no utilizados en el formato de 14 bits de datos. Por lo tanto, hace falta llevar a cabo una operación de desplazamiento de 2 bits a la derecha. Por ende, el cálculo de los 14 bits binarios leídos será el siguiente.

| **LSB (byte menos significativo)** | **MSB (byte más significativo)** |
|---|---|
| **‹01111100›** | **‹00001100›** |

**=3192**

**NOTA** Los datos en crudo proporcionados por el dispositivo DAQ serie U2500A están en el orden de bytes de LSB primero.

Bipolar:

$$\text{Valor convertido} = \left( \frac{2 \times \text{valor Int16}}{2^{\text{resolución}}} \right) \times \text{Rango}$$

$$\text{Ejemplo de valor convertido} = \left( \frac{2 \times 3192}{2^{14}} \right) \times 10 = 3.896 \text{ V}$$

Unipolar:

$$\text{Valor convertido} = \left( \frac{\text{Valor Int16}}{2^{\text{resolución}}} + 0.5 \right) \times \text{Rango}$$

$$\text{Ejemplo de valor convertido} = \left( \frac{3192}{2^{14}} + 0.5 \right) \times 10 = 6.948 \text{ V}$$

**NOTA**

- El valor convertido es de tipo flotante. Por lo tanto, es posible que deba indicar en el entorno de programación que el valor Int14 se haga flotante.
- En U2531A, hace falta llevar a cabo una operación de desplazamiento de 2 bits a la derecha. Esto se debe a que cuenta con ADC de 14 bits y los últimos 2 no aparecen.

## Formato de datos de AI

### Rango de AI de 14 bits

En las siguientes tablas 3-2 y 3-3 se describen las características ideales de transferencia de los rangos de entrada analógica bipolar y unipolar en U2531A. El número de código digital es un número en complemento a dos.

**Tabla 3-2** Rango de entrada analógica y salida de código digital para bipolar

| Descripción | Rango de entrada analógica bipolar | | | | Salida de código digital |
|---|---|---|---|---|---|
| Rango a escala completa (FSR) | ±10 V | ±5 V | ±2.5 V | ±1.25 V | |
| Bit menos significativo (LSB) | 1.22 mV | 0.61 mV | 0.305 mV | 0.153 mV | |
| FSR–1LSB | 9.9988 V | 4.9994 V | 2.4997 V | 1.2499 V | 1FFF |
| Escala media +1LSB | 1.22 mV | 0.61 mV | 0.305 mV | 0.153 mV | 0001 |
| Escala media | 0 V | 0 V | 0 V | 0 V | 0000 |
| Escala media –1LSB | –1.22 mV | –0.61 mV | –0.305 mV | –0.153 mV | 3FFF |
| –FSR | –10 V | –5 V | –2.5 V | –1.25 V | 2000 |

**Tabla 3-3** Rango de entrada analógica y salida de código digital para unipolar

| Descripción | Rango de entrada analógica unipolar | | | | Salida de código digital |
|---|---|---|---|---|---|
| Rango a escala completa (FSR) | 0 V a 10 V | 0 V a +5 V | 0 V a +2.5 V | 0 a 1.25 V | |
| Bit menos significativo (LSB) | 0.61 mV | 0.305 mV | 0.153 mV | 76.3 µV | |
| FSR–1LSB | 9.9994 V | 4.9997 V | 2.9999 V | 1.2499 V | 1FFF |
| Escala media +1LSB | 5.00061 V | 2.50031 V | 1.25015 V | 625.08 mV | 0001 |
| Escala media | 5 V | 2.5 V | 1.25 V | 625 mV | 0000 |
| Escala media–1LSB | 4.99939 V | 2.49970 V | 1.24985 V | 624.92 mV | 3FFF |
| –FSR | 0 V | 0 V | 0 V | 0 V | 2000 |

### Rango de AI de 16 bits

En las siguientes tablas 3-4 y 3-5 se describen las características ideales de transferencia de los rangos de entrada bipolar y unipolar de los modelos U2541A y U2542A.

**Tabla 3-4** Rango de entrada analógica y salida de código digital para bipolar

| Descripción | Rango de entrada analógica bipolar | | | | Salida de código digital |
|---|---|---|---|---|---|
| Rango a escala completa (FSR) | ±10 V | ±5 V | ±2.5 V | ±1.25 V | |
| Bit menos significativo (LSB) | 305.2 µV | 152.6 µV | 76.3 µV | 38.15 µV | |
| FSR–1LSB | 9.999695 V | 4.999847 V | 2.499924 V | 1.249962 V | 7FFF |
| Escala media+1LSB | 305.2 µV | 152.6 µV | 76.3 µV | 38.15 µV | 0001 |
| Escala media | 0 V | 0 V | 0 V | 0 V | 0000 |
| Escala media–1LSB | –305.2 µV | –152.6 µV | –76.3 µV | –38.15 µV | FFFF |
| –FSR | –10 V | –5 V | –2.5 V | –1.25 V | 8000 |

**Tabla 3-5** Rango de entrada analógica y salida de código digital para unipolar

| Descripción | Rango de entrada analógica unipolar | | | | Salida de código digital |
|---|---|---|---|---|---|
| Rango a escala completa (FSR) | 0 V a 10 V | 0 V a +5 V | 0 V a +2.5 V | 0 V a +1.25 V | |
| Bit menos significativo (LSB) | 152.6 µV | 76.3 µV | 38.15 µV | 19.07 µV | |
| FSR–1LSB | 9.999847 V | 4.999924 V | 2.499962 V | 1.249981 V | 7FFF |
| Escala media +1LSB | 5.000153 V | 2.500076 V | 1.250038 V | 0.625019 V | 0001 |
| Escala media | 5 V | 2.5 V | 1.25 V | 0.625 V | 0000 |
| Escala media–1LSB | 4.999847 V | 2.499924 V | 1.249962 V | 0.624981 V | FFFF |
| –FSR | 0 V | 0 V | 0 V | 0 V | 8000 |

# Modo de operación de salida analógica

Existen dos canales de salida analógica (AO) (12 bits) disponibles en los dispositivos DAQ serie U2500A. Las dos salidas analógicas son capaces de generar voltajes de salida en un rango que va de 0 a 10 V y ±10 V. Cada canal del DAC transmite una corriente máxima de 5 mA. Las dos salidas analógicas pueden utilizarse como fuentes de voltaje para sus DUT (dispositivos a prueba). Además, las salidas analógicas cuentan con generadores de funciones predefinidas o cualquier forma de onda arbitraria.

El modo de operación de salida analógica consta de salida de voltaje y salida continua. El modo de salida continua está provisto de dos funciones, que son generadora de funciones y arbitraria. El DAQ serie U2500A puede generar formas de onda sinusoidal, cuadrada, triangular y con diente de sierra y ruido.

**Tabla 3-6** Descripción general de la operación de salida analógica

| Operación | Modos | Tipos de salida |
|---|---|---|
| Salida analógica | Salida de voltaje único | Salida de voltaje CC |
| | Salida continua | – Forma de onda predefinida<br>– Onda sinusoidal<br>– Onda cuadrada<br>– Onda triangular<br>– Onda con diente de sierra<br>– Onda de ruido |
| | | – Onda arbitraria |

## Modo de salida de voltaje único

Los siguientes comandos SCPI realizan muestras de salida de un nivel de voltaje de CC para los canales DA especificados.

### Ejemplo 1, Salida de un voltaje de CC por CH 201

```
-> *CLS;*RST                    //Para restablecer el estado de encendido predeterminado del DAQ, este comando se puede ignorar si esta operación no es necesaria
-> SOUR:VOLT 2.5, (@201)        //La referencia es AO_GND
-> SOUR:VOLT 3.2, (@201)        //Cambia la salida de 2.5 VCC a 3.2 VCC
-> SOUR:VOLT -3.2, (@201)       //Cambia la salida de 3.2 VCC a -3.2 VCC
-> SOUR:VOLT? (@202)            //Para averiguar el estado de CH 202
<- 0                            //La configuración predeterminada de CH 202 es 0 VCC
```

### Ejemplo 2, Salida de dos voltajes de CC por CH 201 y CH 202

```
-> *CLS;*RST                    //Para restablecer el estado de encendido predeterminado del DAQ, este comando se puede ignorar si esta operación no es necesaria
-> SOUR:VOLT 3.5, (@201)        //Configura la salida de 3.5 VCC para CH 201
-> SOUR:VOLT 8.1, (@202)        //Configura la salida de 8.1 VCC para CH 202
```

### Modo de salida continua

Este modo se divide en generador de funciones y arbitrario. En el modo arbitrario se pueden utilizar los siguientes comandos SCPI:

```
DATA[:USER]
APPLy:USER
```

**NOTA** Para obtener más información, consulte la *Keysight U2500A Series USB Simultaneous Sampling Multifunction Data Acquisition Devices Programming Guide*.

### Ejemplo 3, Salida de una onda sinusoidal por CH 201

```
-> *CLS;*RST                    //Para restablecer el estado de encendido predeterminado del DAQ, este comando se puede ignorar si esta operación no es necesaria
-> ROUT:ENAB ON, (@201)         //Habilitar CH 201
-> APPL:SIN 5,0, (@201)         //Onda sinusoidal con 5 Vp (10 Vpp) y 0 VDC de compensación
-> SYST:ERR?                    //Para controlar que no haya errores, este comando se puede ignorar si esta operación no es necesaria
<- +0, “No Error”
-> OUTP ON                      //Activar la salida
-> OUTP:WAV:FREQ? (@201)
<- 4000                         //La forma de onda de salida predeterminada es de 4 kHz
-> OUTP OFF                     //Desactivar la salida (tanto CH 201 como CH 202 a 0 VDC)
-> OUTP:WAV:FREQ 5000           //Cambiar la frecuencia de salida a 5 kHz
-> OUTP ON                      //Activar la salida
```

### Ejemplo 4, Salida de una onda sinusoidal y una onda cuadrada por CH 201 y CH 202 respectivamente

```
-> *CLS;*RST                    //Para restablecer el estado de encendido predeterminado del DAQ, este comando se puede ignorar si esta operación no es necesaria
-> ROUT:ENAB ON,(@201,202)      //Habilitar CH 201 y CH 202
-> APPL:SIN 5,0, (@201)         //Onda sinusoidal con 5 Vp (10 Vpp) y 0 VCC de compensación
-> APPL:SQU 3,-1, (@202)        //Onda cuadrada con 3 Vp (6 Vpp) y –1 VCC de compensación
-> OUTP:WAV:FREQ 3500           //Configurar la salida de ambos canales en 3.5 kHz
-> SYST:ERR?
<- +0, “No Error”               //Para comprobar que no haya errores, este comando se puede ignorar si esta operación no es necesaria
-> OUTP ON                      //Activar la salida
```

## Voltaje de referencia D/A

El voltaje de referencia interna predeterminado es de 10 V. Sin embargo, la referencia externa puede suministrarse mediante la clavija de entrada de referencia externa (AO_EXT_REF). El rango de la salida del DAC se relaciona directamente con la referencia. El voltaje de salida analógica se puede generar multiplicando los códigos digitales actualizados por los 10 V de referencia interna. Entonces, cuando se toman los 10 V de referencia interna, el rango completo sería de -10 V a +9.9951 V en modo de salida bipolar, y de 0V a 9.9976V en modo de salida unipolar.

Al utilizar una referencia externa, los diferentes rangos de voltaje de salida se pueden obtener conectando voltaje de referencia diferente. Por ejemplo, si se conecta 5 VCC con la referencia externa (AO_EXT_REF), se puede lograr el rango de -4.9976V a +5V en la salida bipolar. En las siguientes tablas se ilustran las relaciones entre el código digital y los voltajes de salida.

## Formato de datos de AO (salida analógica)

En la tabla que se encuentra a continuación, se muestra el formato de datos para AO arbitraria de canales individuales (cuando algún canal está activado y en el modo USER).

| **#800001000** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **...** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Indicador de longitud de datos. “#8” significa que los siguientes 8 bytes (0000 1000) indican la longitud de los datos reales, no los datos en sí. Por ejemplo, para #800001000, “00001000” es la longitud de los datos traducida a 1000 bytes de datos en crudo, que es 500 puntos de datos de salida. | Primer LSB de datos | Primer MSBde datos | Segundo LSB de datos | Segundo MSB de datos | Tercer LSB de datos | Tercer MSB de datos | Cuarto LSB de datos | Cuarto MSB de datos | ... |
| | CH 201 o 202 | | CH 201 o 202 | | CH 201 o 202 | | CH 201 o 202 | | ... |

En la tabla que se encuentra a continuación, se muestra el formato de datos para AO arbitraria de dos canales (cuando dos canales están activados y en el modo USER).

| **#800001000** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **<byte>** | **...** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Indicador de longitud de datos. “#8” significa que los siguientes 8 bytes (0000 1000) indican la longitud de los datos reales, no los datos en sí. Por ejemplo, para #800001000, “00001000” es la longitud de los datos traducida a 1000 bytes de datos en crudo, que es 500 puntos de datos de salida. | Primer LSB de datos | Primer MSB de datos | Primer LSB de datos | Primer MSB de datos | Segundo LSB de datos | Segundo MSB de datos | Segundo LSB de datos | Segundo MSB de datos | ... |
| | CH 201 | | CH 202 | | CH 201 | | CH 202 | | ... |

Formato de datos de 12 bits

| LSB (byte menos significativo) | MSB (byte más significativo) |
|---|---|
| DDDD DDDD | XXXX DDDD |

D – bits de datos

X – bits no utilizados

**Tabla 3-7** Tabla de código digital y salida de voltaje para configuración bipolar (U2531A, U2541A y U2542A)

| Código digital (Hex) | Salida analógica | Salida de voltaje (con referencia interna de +10 V) |
|---|---|---|
| 0x0FFF | Vref * (2047/2048) | 9.9951 V |
| 0x0801 | Vref * (1/2048) | 0.0048 V |
| 0x0800 | 0 V | 0.0000 V |
| 0x07FF | –Vref * (1/2048) | –0.0048 V |
| 0x0000 | –Vref | –10,000 V |

**Tabla 3-8** Tabla de código digital y salida de voltaje para configuración unipolar (U2531A, U2541A y U2542A)

| Código digital (Hex) | Salida analógica | Salida de voltaje (con referencia interna de +10 V) |
|---|---|---|
| 0x0FFF | Vref * (4095/4096) | 9.9976 V |
| 0x0800 | Vref * (2048/4096) | 5,000 V |
| 0x0001 | Vref * (1/4096) | 0.0024 V |
| 0x0000 | Vref * (0/4096) | 0 V |

# Entrada/Salida digital

El dispositivo DAQ serie U2500A ofrece 24 bits de entrada y salida digital general (GPIO) compatibles con TTL.

Las GPIO de 24 bits se dividen en cuatro canales (CH 501 a 504). Los canales 501 y 502 poseen ocho bits de datos, mientras que los canales 503 y 504 poseen cuatro. Los cuatros canales se pueden programar como entrada y salida. Al iniciar y restablecer el sistema, todas las clavijas de E/S regresan a la configuración original de entrada y de alta impedancia.

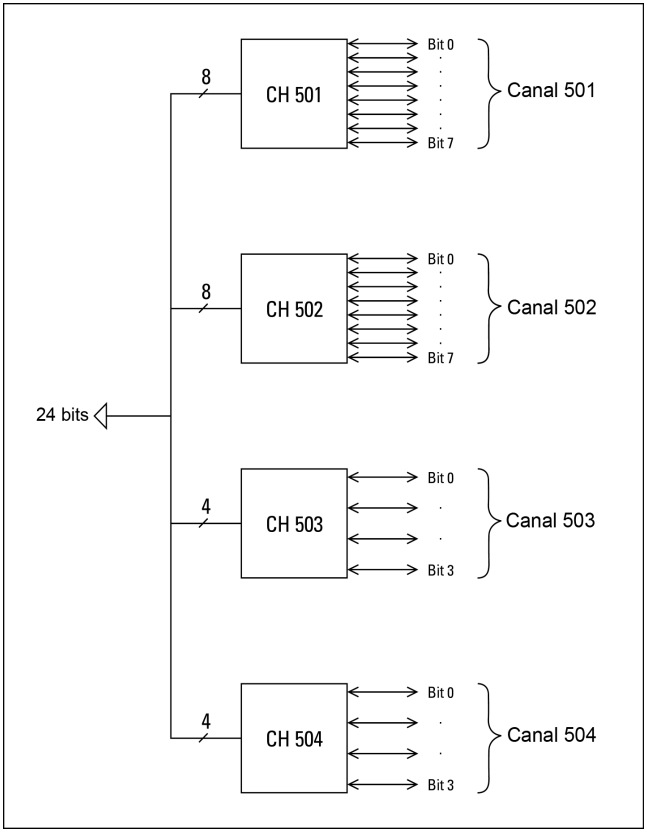



**Figura 3-2** E/S digitales generales del dispositivo DAQ serie U2500A de Keysight

Los siguientes ejemplos de programación SCPI lo ayudarán a configurar el DIO y leer un canal digital.

### Configure el canal digital como SALIDA y consulte/verifique los datos del patrón de salida

Ejemplo 1:

```
-> CONF:DIG:DIR OUTP,(@501)
-> SOUR:DIG:DATA 123,(@501)
-> SOUR:DIG:DATA? (@501)
<- 123
```

Ejemplo 2:

```
-> CONF:DIG:DIR OUTP,(@502)        //Configurar CH 502 con estado de salida digital
-> SOUR:DIG:DATA:BIT 1,4,(@502)    //Para configurar el bit 4 del canal 502 a 1 inmediatamente
-> SOUR:DIG:DATA:BIT? 4,(@502)     //Averiguar el estado del bit 4 de CH 502
<- 1
```

### Configure el canal digital como ENTRADA y vuelva a leer el valor

Ejemplo 1:

```
-> CONF:DIG:DIR INP,(@501)         //Configurar CH 501 en estado de entrada digital
-> MEAS:DIG? (@501)                //Para volver a leer el valor digital del canal 501
<- 23
```

Ejemplo 2:

```
-> CONF:DIG:DIR INP,(@501)          //Para leer el estado lógico del bit 3 del canal 501
-> MEAS:DIG:BIT? 3,(@501)
<- 0
```

**NOTA** Cuando el canal está en modo Salida no se permiten comandos de entrada, y cuando está en modo Entrada no se permiten comandos de salida.

Ejemplo 3:

```
-> CONF:DIG:DIR OUTP,(@501,503)
-> CONF:DIG:DIR INP,(@502,504)
-> CONF:DIG:DIR? (@501:504)
<- OUTP,INP,OUTP,INP
-> MEAS:DIG? (@501)                 //CH 501 se ha configurado con estado de salida, por ende, no puede realizar actividades de entrada
<-! VI_ERROR_TMO: Se agotó el tiempo de espera
-> SOUR:DIG:DATA? (@502)            //CH 502 se ha configurado con estado de entrada, por ende, no puede realizar actividades de salida
<-! VI_ERROR_TMO: Se agotó el tiempo de espera
```

# Contador digital de propósito general (GPC)

El dispositivo DAQ serie U2500A posee dos contadores ascendentes/ descendentes independientes de 31 bits para medir los canales de entrada, que son compatibles con TTL. Cuenta con un reloj contador programable de hasta 12 MHz o generación de reloj. Remítase a la siguiente figura para obtener más información.

El contador se diseñó con las siguientes características:

- Función de conteo ascendente o descendente
- Fuente de reloj contador programable interna/externa de hasta 12 MHz
- Selección de puerta programable que puede generarse de manera interna o externa
- Conteo inicial de software precargado para Totalizer (totalizador)
- Función de lectura del conteo actual, sin afectar el proceso de conteo

Este contador digital opera en dos modos: totalizador y medición.

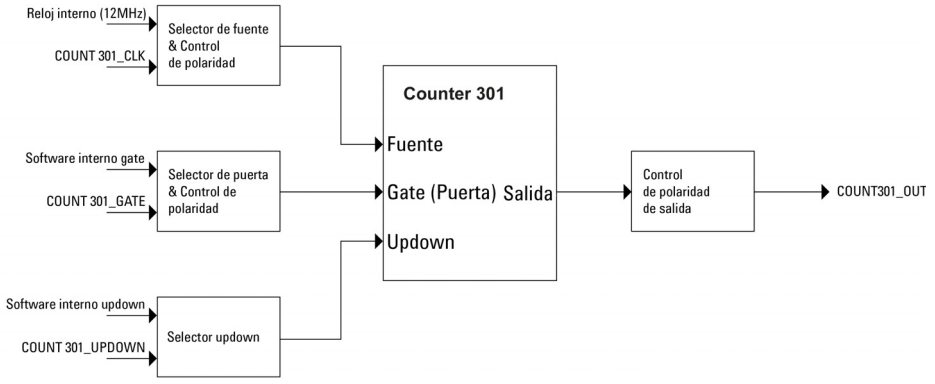



**Figura 3-3** Contador digital de propósito general

### Modo Totalizer

En este modo, el contador comenzará a contar el número de pulsos generado en COUNT_CLK. Esto se lleva a cabo tras activar GATE (puerta del control). Este conteo total se mide con el siguiente comando:

```
MEASure:COUNter:TOTalize? (@301)
```

El siguiente ejemplo ilustra el modo de conteo ascendente cuando el contador está configurado en Totalize empezando de 0.

COUNT_GATE activará el conteo una vez activada la función Totalize y la clavija COUNT_OUT será la salida de una serie de pulsos, tal como se muestra a continuación.

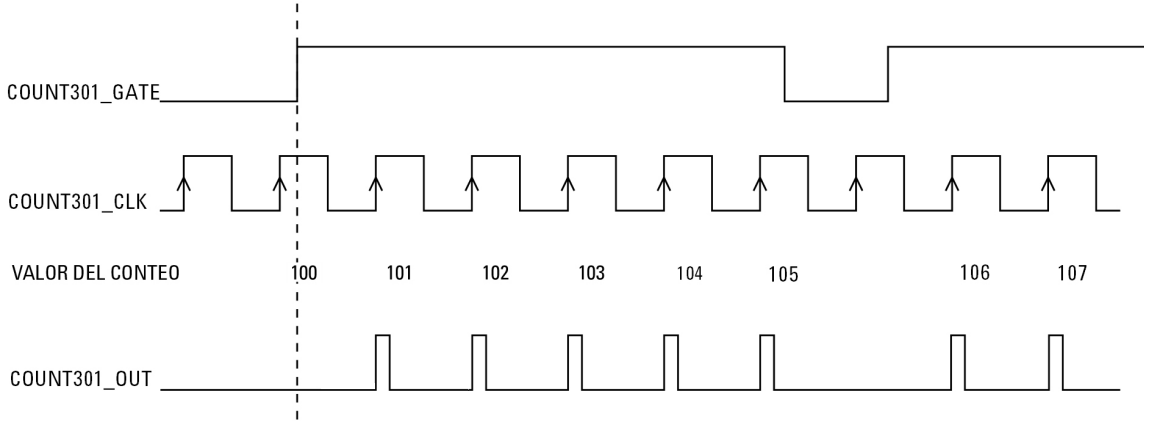



**Figura 3-4** Modo Totalizer

**NOTA** La amplitud de pulso de la salida es de 20.8 ns

El siguiente ejemplo de programación SCPI indica cómo configurar el modo del contador:

```
//Enviar la señal a COUNT301_CLK
//Configuración del modo del contador
-> COUN:FUNC TOT,(@301)              //Configurar como función Totalize
-> COUN:GATE:SOUR INT,(@301)         //Configurar la fuente GATE
                                     como interna
-> COUN:CLK:POL AHI,(@301)           //Configurar la polaridad del reloj como
                                     alta y activa
-> COUN:CLK:SOUR EXT,(@301)          //Configurar la fuente del reloj como
                                     externa
-> COUN:TOT:IVAL 100,(@301)          //Valor del inicio de conteo
-> COUN:TOT:UDOW:DIR UP,(@301)       //Configurar como modo de conteo
                                     ascendente
-> COUN:TOT:UDOW:SOUR INT,(@301)     //Configurar la fuente ascendente/
                                     descendente como interna
-> SOUR:COUN:OUTP:POL AHI,(@301)
-> COUN:TOT:INIT (@301)              //Iniciar Totalize
-> MEAS:COUN:TOT? (@301)             //Valor inicial = 100
<- 100
-> MEAS:COUN:DATA? (@301)            //Regresar al valor Totalize
<- 100
-> COUN:GATE:CONT ENAB,(@301)        //Iniciar conteo (sólo para la puerta INT)
-> COUN:GATE:CONT DIS,(@301)         //Detener conteo (sólo para la puerta
                                     INT)
-> MEAS:COUN:TOT? (@301)
<- 105
-> MEAS:COUN:DATA? (@301)
<- 105
```

```
-> COUN:ABOR (@301)          //Cancelar todas las operaciones del contador
-> COUN:TOT:CLE (@301)       //Borrar Valor de conteo
-> MEAS:COUN:TOT? (@301)
<- 0
-> MEAS:COUN:DATA? (@301)
<- 0
```

### Modo de medición

En este modo se mide la frecuencia, el período y la amplitud de pulso. La señal de medida deseada debe enviarse a COUNT301_GATE.

La fuente se configura mediante el siguiente comando:

```
[SENSe:]COUNter:GATE:SOURce
```

Dado que las tres mediciones derivan de la misma medición básica, con los siguientes comandos se puede obtener la medición de frecuencia, período y amplitud de pulso.

```
MEAS:COUN:FREQ? (@<ch_list>
MEAS:COUN:PER? (@<ch_list>
MEAS:COUN:PWID? (@<ch_list>
```

El valor de estas mediciones es un valor flotante.

**NOTA**

- El rango mensurable de frecuencia de entrada va de 0.1 Hz a 6 MHz, donde la resolución de la frecuencia de medición es:

  12 MHz/n, n = 2, 3, 4, 5, ..., 120M
  = 6 MHz, 4 MHz, 3 MHz, 2.4 MHz, 2.0 MHz, ..., 0.1 Hz (hasta seis puntos decimales)

- La medición de la amplitud de pulso está en el rango de 0.167 s a 178.956 s.

Los siguientes ejemplos de programación SCPI son para las mediciones de frecuencia, período y amplitud de pulso.

### Ejemplo 1:

```
//Enviar la señal a COUNT301_GATE
//Configuración del modo del contador
//Tomar como medición una onda cuadrada de 5.5 kHz con 70% de ciclo de trabajo
-> COUN:GATE:SOUR EXT,(@301)
-> COUN:GATE:POL AHI,(@301)
-> COUN:CLK:POL AHI,(@301)
-> COUN:CLK:SOUR INT,(@301)
-> COUN:CLK:INT?
<- 12000 KHz
-> SOUR:COUN:OUTP:POL AHI,(@301)
-> COUN:FUNC FREQ,(@301)
-> MEAS:COUN:DATA? (@301)        //El valor depende de la función configurada
<- 5.499542                      //Frecuencia en kHz
-> COUN:FUNC PER,(@301)
-> MEAS:COUN:DATA? (@301)
<- 0.1818333                     //Período en ms
-> COUN:FUNC PWID,(@301)
-> MEAS:COUN:DATA? (@301)
<- 0.12725                       //Amplitud de pulso en ms
-> MEAS:COUN:FREQ? (@301)
<- 5.499542
-> COUN:FUNC? (@301)
```

```
<- FREQ                          //Función automática configurada como FREQ
-> MEAS:COUN:PER? (@301)
<- 0.1818333
-> COUN:FUNC? (@301)             //Función automática configurada como PER
<- PER
-> MEAS:COUN:PWID? (@301)
<- 0.12725
-> COUN:FUNC? (@301)
<- PWID                          //Función automática configurada como PWID
```

Ejemplo 2:

```
//Imagine un reloj externo de 10 MHz para medir FREQ,PER,PWID
-> COUN:CLK:SOUR EXT,(@301)
-> COUN:CLK:EXT 10000,(@301)     //Hay que configurar el valor del reloj (KHz) externo
-> COUN:CLK:EXT? (@301)
<- 10000
```

**NOTA** La dirección del contador y su valor inicial no son importantes en este modo.

# Fuentes del disparo

Los dispositivos DAQ USB serie U2500A de Keysight brindan muchas opciones de disparo para diferentes aplicaciones. Existen cuatro tipos de fuente:

- ninguna (disparo inmediato)
- disparo digital
- disparo analógico
- disparo estrella

Los usuarios pueden configurar la fuente para operaciones de A/D y D/A de manera remota.

**NOTA**

- **Las conversiones D/A y A/D utilizan el mismo disparo analógico.**
- **El disparo estrella se utiliza cuando el DAQ está conectado en el chasis de instrumentos modular.**

En las siguientes tablas se resumen los cuatro tipos de fuentes del disparo.

**Tabla 3-9** Tipo de disparo para adquisición única de modo continuo

| Fuente del disparo | Tipo | Condición | Selección de clavijas |
|---|---|---|---|
| Ninguna (disparo inmediato) | – Post<br>– Delay | No disponible | No disponible |
| Disparo digital | – Pre<br>– Middle<br>– Post<br>– Delay | Positivo/Negativo | EXTD_AI_TRIG, EXTD_AO_TRIG |
| Disparador analógico | | Above High/Below Low/Window | EXTA_TRIG, CH101, CH102, CH103, CH104 |

**Tabla 3-10** Tipo de disparo para adquisición continua de modo continuo

| Fuente del disparo | Tipo | Condición | Selección de clavijas |
|---|---|---|---|
| Ninguna (disparo inmediato) | – Post<br>– Delay | No disponible | No disponible |
| Disparo digital | | Positivo/Negativo | EXTD_AI_TRIG, EXTD_AO_TRIG |
| Disparador analógico | | Above High/Below Low/Window | EXTA_TRIG, CH101, CH102, CH103, CH104 |

## Tipos de disparo

Existen cuatro tipos de disparo: pre-trigger, post-trigger, middle-trigger y delay-trigger.

### Pre-trigger

Se utiliza cuando se desea recopilar datos antes de un evento disparador. La conversión A/D se inicia al ejecutar las llamadas e interrupciones de la función especificada ante el disparo. Por ejemplo, si se especifican cuatro puntos de muestreo, el disparo analógico se activa una vez que se convirtieron los cuatro puntos. El comando SCPI que se utiliza para configurar el tipo de disparo como pre-trigger es:

```
TRIG:TYPE PRE
```

Remítase a la siguiente Figura 3-5 para obtener más información.

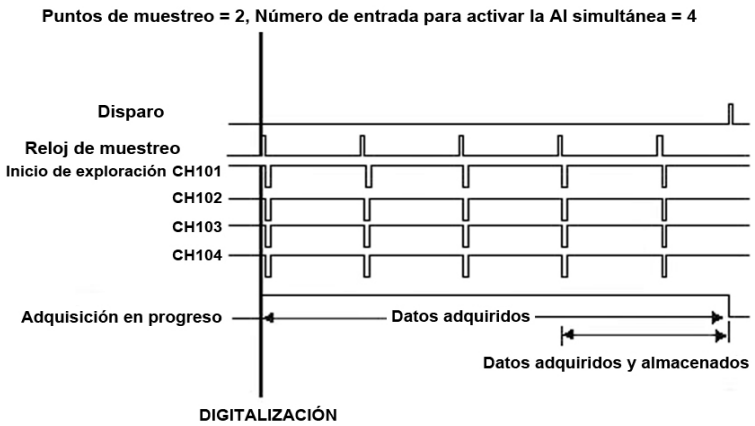



**Figura 3-5** Pre-trigger

### Middle-trigger

Se utiliza cuando se desea recopilar datos antes y después de un disparo. Los datos del muestreo son los mismos antes y después del disparo. Por ejemplo, si el usuario especifica cuatro puntos de muestreo, la conversión sólo se inicia tras el disparo. Se toman dos puntos de muestreo antes y después del disparo. El comando SCPI que se utiliza para configurar el tipo de disparo como middle-trigger es:

```
TRIG:TYPE MID
```

Remítase a la siguiente Figura 3-6 para obtener más información.

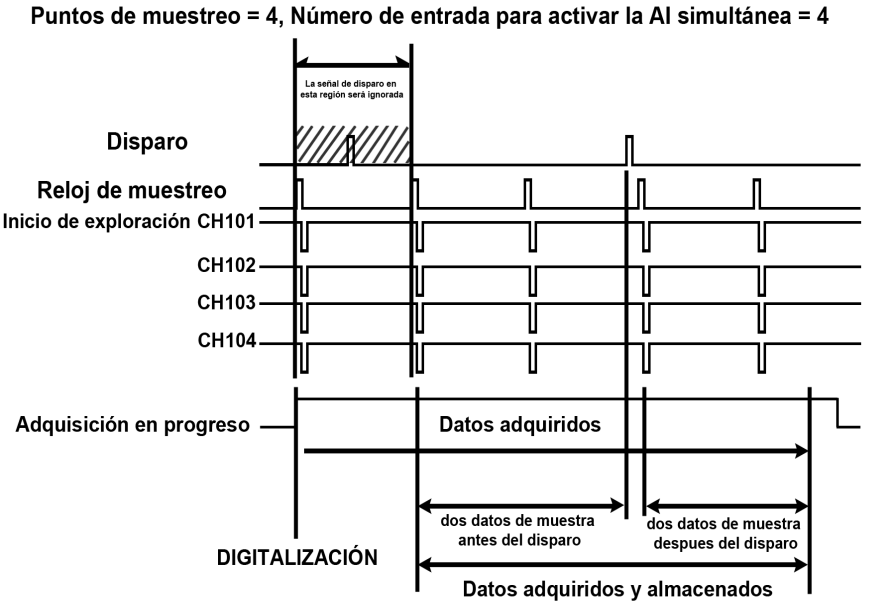



**Figura 3-6** Middle-trigger

## Post-trigger

Esta es la opción predeterminada y se utiliza cuando se desea recopilar datos tras un disparo. Como se señala en la siguiente figura, se establecen dos puntos de muestreo. Tras iniciar el disparo, se toman dos puntos de muestreo en total.

El comando SCPI que se utiliza para configurar el tipo de disparo como post-trigger es:

```
TRIG:TYPE POST
```

Remítase a la siguiente Figura 3-7 para obtener más información.

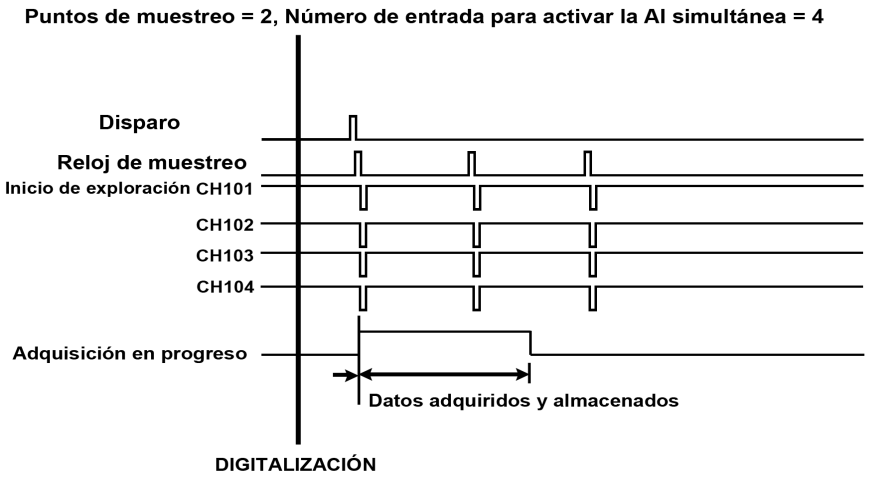



**Figura 3-7** Post-trigger

## Delay-trigger

Esta adquisición se utiliza cuando se desea retrasar el proceso de recopilación de datos tras un disparo específico. El tiempo de retardo se controla con el valor precargado en Delay_counter (31 bits). La fuente del reloj es el reloj Base de tiempo. Cuando se llega a 0, el contador se detiene y la placa comienza a adquirir datos. Cuando los 48 MHz internos se configuran como reloj Base de tiempo, el tiempo de retardo está en el rango de 20.8 ns a 89.47 s. Si el reloj Base de tiempo es del reloj externo (48 MHz a 1 MHz), el tiempo de retardo variará según la configuración del usuario.

Remítase a la siguiente Figura 3-8 para obtener más información.

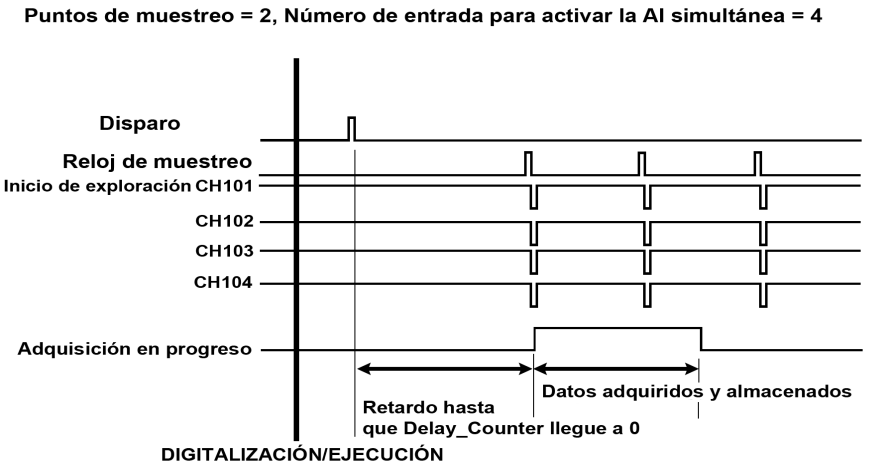



**Figura 3-8** Delay-trigger

## Disparo digital

El disparo digital posee condición positiva y negativa. Se utiliza al detectar un borde ascendente o descendente en la señal digital. La condición positiva se utiliza cuando se dispara de abajo hacia arriba, mientras que cuando sucede lo contrario se utiliza la negativa.

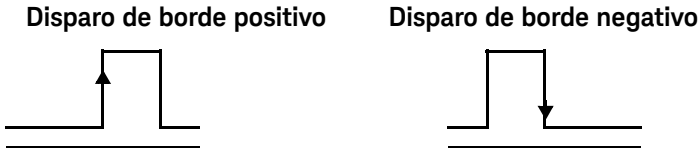



**Figura 3-9** Bordes positivo y negativo del disparo digital.

## Disparo analógico

En el dispositivo DAQ serie U2500A hay tres condiciones de disparo analógico, a saber:

- Above high
- Below low
- Window

Utiliza 2 voltajes de umbral: Low_Threshold y High_Threshold. Los usuarios pueden configurar con facilidad las condiciones del disparador analógico mediante el software Keysight Measurement Manager.

### Above high

En la siguiente figura se ilustra la condición above high. La señal del disparo se genera cuando la señal de entrada analógica es superior al voltaje High_Threshold. En esta condición no se utiliza el voltaje Low_Threshold.

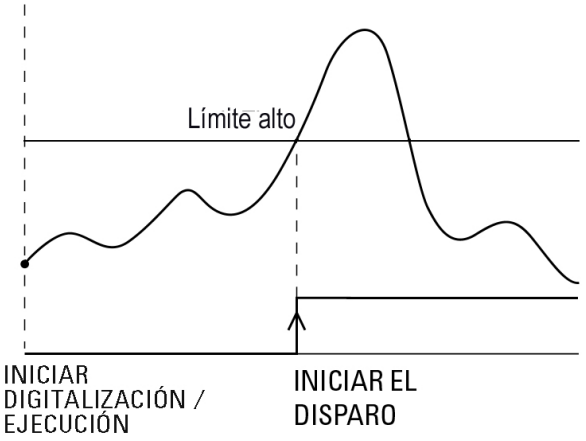



**Figura 3-10** Condición above high del disparo

### Below low

En esta condición, la señal del disparo se genera cuando la señal de entrada analógica es inferior al voltaje Low_Threshold. En esta condición no se utiliza el voltaje High_Threshold. En la siguiente figura se ilustra la condición below low.

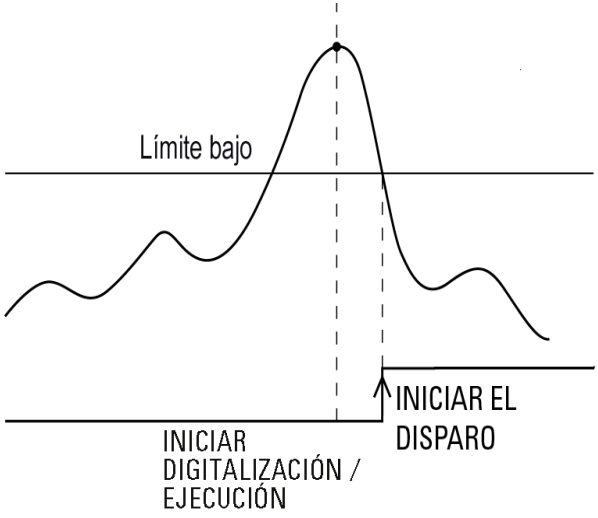



**Figura 3-11** Condición below low del disparo

### Window

La condición window se ilustra en el siguiente diagrama. La señal del disparo se genera cuando la señal analógica de entrada se encuentra dentro del rango de voltaje de High_Threshold y Low_Threshold.

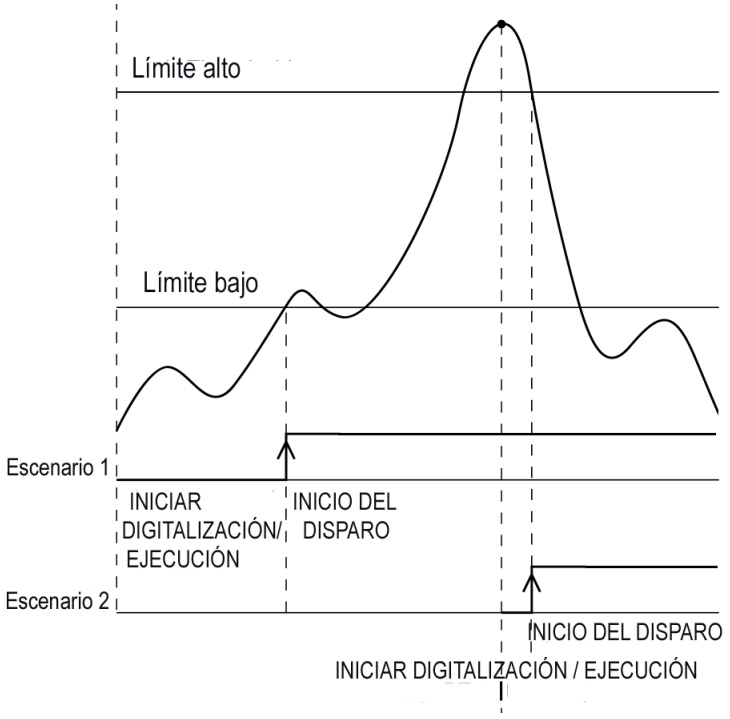



**Figura 3-12** Condición window del disparo

**NOTA** El voltaje High_Threshold debe configurarse más alto que Low_Threshold.

# Ejemplos de programación SCPI

## Entrada analógica

### Ejemplo 1:

```
//Disparo digital con tipo delay trigger
//Enviar señal de disparo digital a EXTD_AI_TRIG
-> *CLS; *RST
-> ROUT:ENAB 1, (@101)
-> ACQ:POIN 1000                  //Para modo “DIG”
-> ACQ:SRAT 1000
-> TRIG:SOUR EXTD                 //Disparo digital
-> TRIG:DTRG:POL POS
-> TRIG:TYPE DEL
-> TRIG:DCNT 225000000            //Valor de conteo ~= 4.6875 s
-> WAV:STAT?
<- EMPT
-> WAV:COMP?
<- YES
-> DIG                            //Iniciar adquisición de disparo único
-> WAV:STAT?
<- FRAG
-> WAV:COMP?                      //Para controlar si se completó la
                                  adquisición para DIG
<- NO
//Aguardar disparo. Demora de cinco segundos tras el evento disparador
-> WAV:STAT?
<- DATA
```

```
-> WAV:COMP?
<- YES
<- WAV:DATA?
<- #800002000 <byte><byte>...    //Datos en crudo devueltos por DAQ
```

Ejemplo 2:

```
//Disparo digital con tipo Middle trigger
-> *CLS; *RST
-> ROUT:ENAB 1, (@101)
-> WAV:POIN 1000                 //Para modo “RUN”
-> ACQ:SRAT 1000
-> TRIG:SOUR EXTD                //Disparo digital
-> TRIG:DTRG:POL POS
-> TRIG:TYPE MID
-> RUN
```

Ejemplo 3:

```
//Disparo analógico con tipo Pre trigger
-> *CLS; *RST
-> ROUT:ENAB 1, (@101)
-> ACQ:POIN 1000                 //Para modo “DIG”
-> ACQ:SRAT 1000
-> ROUT:SCAN (@101)
-> ROUT:CHAN:POL BIP,(@101)
-> TRIG:SOUR EXTA                //Disparo analógico
-> TRIG:ATRG:COND AHIG           //Condición de disparo above high
                                  threshold
-> TRIG:ATRG:HTHR 3              //3 V high Threshold
```

```
-> TRIG:ATRG:LTHR –3          //–3 V low Threshold
-> TRIG:TYPE PRE              //Pre trigger
-> DIG
//Disparo cuando la señal supere los 3 V
```

Ejemplo 4:

```
//Disparo analógico como canal disparador (CH101)
-> *CLS; *RST
-> ROUT:ENAB 1, (@101)
-> ACQ:POIN 1000              //Para modo “DIG”
-> ACQ:SRAT 1000
-> ROUT:CHAN:POL UNIP,(@133,101)
-> TRIG:SOUR EXTA
-> TRIG:ATRG:SOUR CH101       //Configurar fuente del disparador en
                              CH101
-> TRIG:ATRG:COND BLOW        //Condición del disparo Below Low
                              Threshold
-> TRIG:ATRG:HTHR 6           //6 V High Threshold
-> TRIG:ATRG:LTHR             //2 V Low Threshold
-> TRIG:TYPE POST             //Post Trigger
-> DIG
//Disparo cuando la señal caiga por debajo de 2 V en el canal 133
```

**NOTA** Middle-trigger y pre-trigger no están permitidos en modo RUN, disparo NONE.

## Salida analógica

### Ejemplo 1:

```
//Disparo digital con tipo delay trigger
//Enviar señal de disparo digital a EXTD_AO_TRIG
-> OUTP:TRIG:SOUR EXTD
-> OUTP:TRIG:DTRG:POL NEG
-> OUTP:TRIG:TYPE DEL
-> OUTP:TRIG:DCNT 225000000      //Valor de conteo ~= 4.6875 s
-> ROUT:ENAB ON,(@201)
-> OUTP ON
//Aguardar disparo
//Activación de salida tras retardo de 4.6875 s (luego del disparo)
```

### Ejemplo 2:

```
//Disparo analógico con tipo POST trigger
-> OUTP:TRIG:SOUR EXTA
-> OUTP:TRIG:ATRG:COND WIND      //Condición de disparo Window (-3V a 3V)
-> OUTP:TRIG:ATRG:HTHR 3         //3 V high Threshold
-> OUTP:TRIG:ATRG:LTHR –3        //–3 V low Threshold
-> OUTP:TRIG:TYPE POST
-> ROUT:ENAB ON,(@201)
-> OUTP ON
```

# 4 Características y especificaciones

Para obtener información sobre las características y las especificaciones serie U2500A de Systèmes d’acquisition de données multifonctions et d’échantillonnage simultané USB, consulte la hoja de datos en http://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/5991-0651EN.pdf.

ESTA PÁGINA SE HA DEJADO EN BLANCO DELIBERADAMENTE.

# 5 Calibración

Calibración automática 84

En este capítulo se presentan los procedimientos para el proceso de calibración de los dispositivos DAQ serie U2500A a fin de reducir al mínimo los errores de medición A/D y los errores de salida D/A.

# Calibración automática

Los dispositivos DAQ USB serie U2500A de Keysight se calibran en la fábrica antes de distribuirse. Se calibra y se mide la tensión de referencia incorporada para garantizar precisión en las mediciones. Esto ofrece la flexibilidad de la calibración automática para garantizar la precisión de las mediciones en diferentes entornos.

En el modo de calibración automática, el comando de calibración iniciará un ajuste de voltaje en secuencia para el canal del DAC especificado. Esta secuencia configura una constante de ajuste de ganancia y cero para cada salida del DAC.

La calibración automática se puede utilizar mediante el siguiente comando SCPI:

```
CALibration:BEGin
```

La función del DAQ no continuará hasta que se complete la calibración automática. Se puede averiguar el estado de la calibración mediante el siguiente comando SCPI:

```
*OPC?
```

En esta sección se presentarán dos formas de llevar a cabo la calibración automática. La primera opción es utilizar Keysight Connection Expert para enviar los comandos SCPI y la segunda es utilizar el software Keysight Measurement Manager.

### Opción 1: Calibración automática con Keysight Connection Expert

**ADVERTENCIA**

- Desconecte todos los cables del dispositivo DAQ antes de realizar la calibración automática.
- Si se dejan cables conectados, surgirán errores en el proceso de calibración automática.

**NOTA**

Se recomienda encender el dispositivo DAQ al menos 20 minutos antes de la calibración automática.

1 Encienda el dispositivo DAQ y desconecte todas las conexiones del dispositivo. Caliéntelo durante 20 minutos para asegurarse de que está funcionando en forma estable.

2 Vaya a **Inicio > Todos los programas > Keysight IO Libraries Suite > Keysight Connection Expert** para ejecutar Keysight Connection Expert.

3 Conecte el dispositivo DAQ a la PC con el cable USB tipo mini-B. El dispositivo DAQ conectado aparece en el panel **Instrument I/O on this PC**, como se muestra en la Figura 5-1.

4 Seleccione el dispositivo DAQ al que desea enviar los comandos SCPI y luego haga clic en el ícono **Interactive IO** que se encuentra en la barra de herramientas para abrir Keysight Interactive IO. Vea la Figura 5-1.

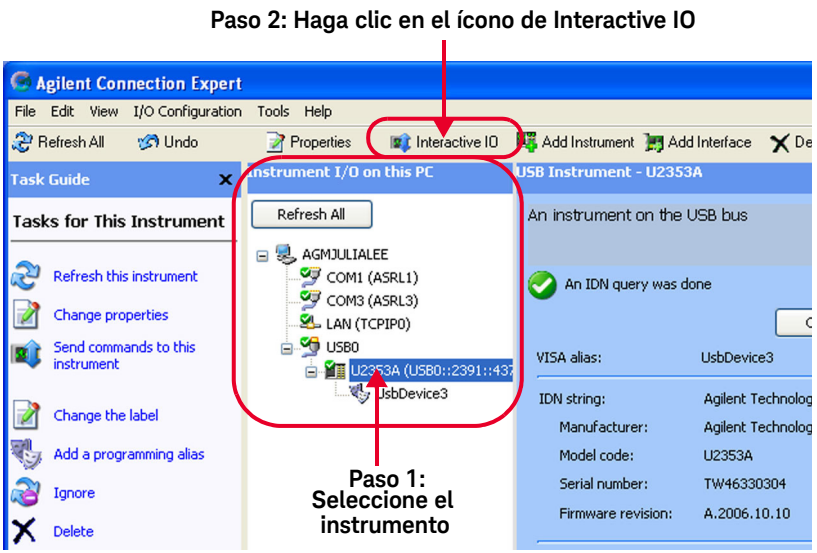



**Figura 5-1** Abra Interactive IO en Keysight Connection Expert

5 Aparecerá el cuadro de diálogo **Keysight Interactive IO**, como se muestra en la Figura 5-2. Haga clic en **Send & Read** para enviar el comando predeterminado "`*IDN?`". La respuesta de este instrumento tendría que aparecer en el panel **Instrument Session History**.

6 La comunicación exitosa entre Keysight Connection Expert y el hardware conectado se mostrará en el panel **Instrument Session History**. Ahora los usuarios pueden enviar otros comandos SCPI al instrumento.

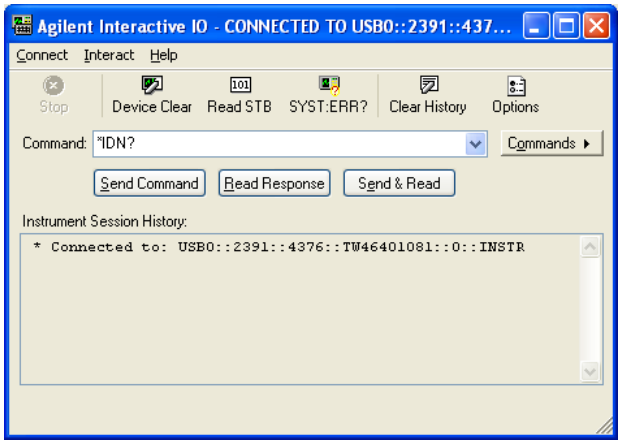



**Figura 5-2** Cuadro de diálogo de Interactive IO

7 Asegúrese de que el dispositivo DAQ se haya calentado durante 30 minutos. Envíe los comandos SCPI "`*RST`" y "`*CLS`" para eliminar el registro en el dispositivo DAQ.

8 Envíe "`CAL:BEG`" para iniciar el proceso de calibración automática. Este proceso puede demorar algunos minutos en completarse.

9 Envíe "`*OPC?`" para verificar el estado completo de la operación.

10 Si "`*OPC?`" entrega 1, envíe "`SYST:ERR?`" para comprobar si se ha producido un error de sistema durante el proceso de calibración automática. Si no hay errores de sistema, el proceso de calibración automática ha finalizado. De lo contrario, este proceso ha fallado.

## Opción 2: Calibración automática con Keysight Measurement Manager

**ADVERTENCIA**

- Desconecte todos los cables del dispositivo DAQ antes de realizar la calibración automática.
- Si se dejan cables conectados, pueden surgir errores en el proceso de calibración automática.

1. Encienda el dispositivo DAQ y desconecte todas las conexiones. Caliéntelo durante 20 minutos para asegurarse de que está funcionando en forma estable.
2. Conecte el dispositivo DAQ a la PC con el cable USB tipo mini-B. Abra Keysight Measurement Manager y seleccione el dispositivo DAQ al que desee realizarle el proceso de calibración automática.
3. Vaya a **Tools** y seleccione **Self Calibration**.
4. Aparecerá el cuadro de diálogo **Self Calibration Form**, como se muestra a continuación.

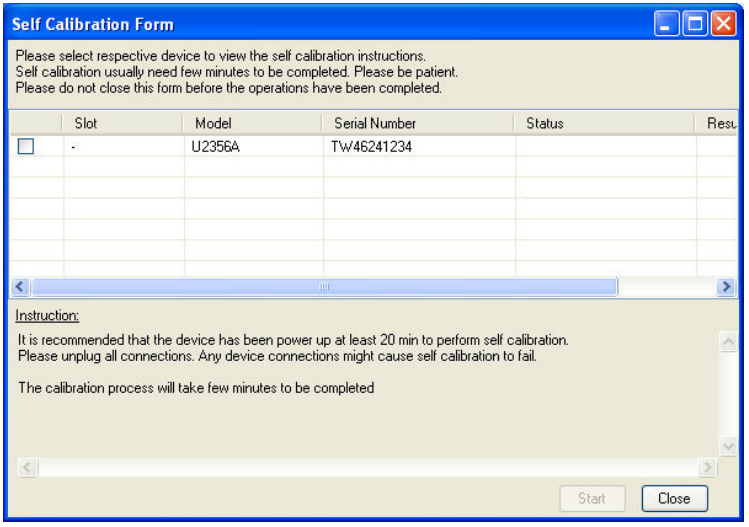



**Figura 5-3** Cuadro de diálogo de Self Calibration Form en Keysight Measurement Manager

5 Seleccione el instrumento al que desea realizarle la calibración automática y se activará el botón **Start**. Haga clic en **Start** para continuar. Vea la Figura 5-4.

6 El proceso de calibración demorará algunos minutos en completarse. Una vez finalizado, se mostrarán el estado y los resultados del proceso, como se ve en la Figura 5-5.

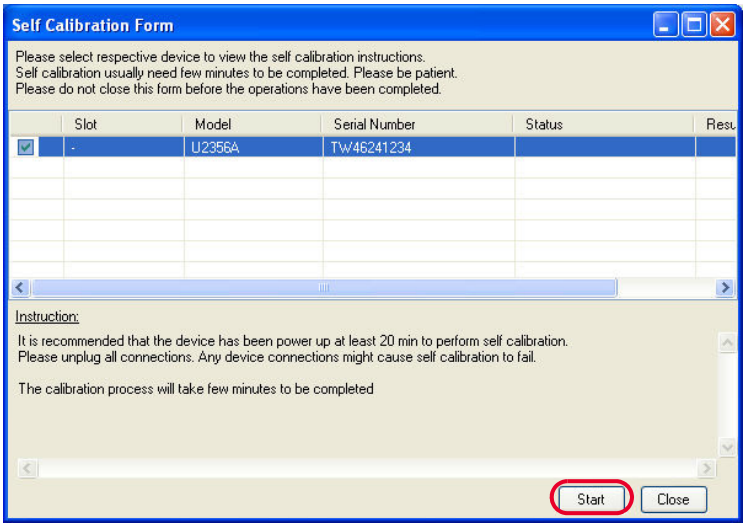



**Figura 5-4** Cuadro de diálogo de Self Calibration Form en Keysight Measurement Manager con un dispositivo seleccionado

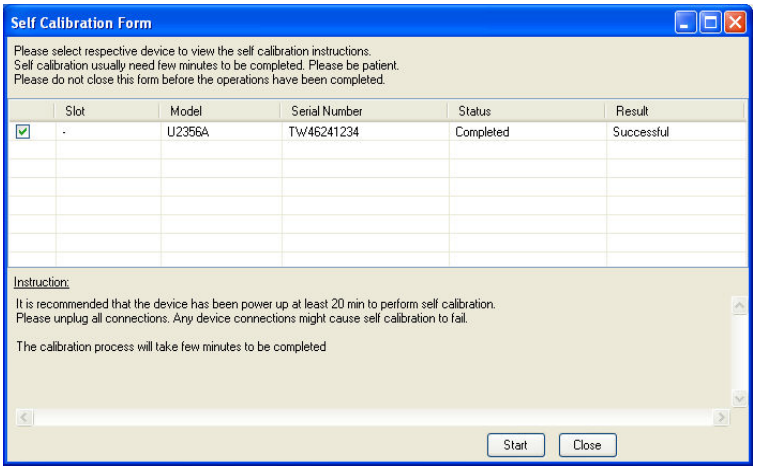



**Figura 5-5** Cuadro de diálogo de Self Calibration Form en Keysight Measurement Manager cuando muestra el estado y los resultados del proceso de calibración automática

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 2007-2020
10.ª edición, octubre de 2020

Impreso en Malasia

U2541-90005
www.keysight.com