

TICP Series

IsoVu™ Isolated Current Probes

User Manual

Register now!

Click the following link to protect your product.

www.tek.com/register



Copyright © 2026, Tektronix, Inc. All rights reserved. Licensed software products are owned by Tektronix or its subsidiaries or suppliers, and are protected by national copyright laws and international treaty provisions. Tektronix products are covered by U.S. and foreign patents, issued and pending. Information in this publication supersedes that in all previously published material. Specifications and price change privileges reserved.

TEKTRONIX and TEK are registered trademarks of Tektronix, Inc.

These are the original instructions in English.

Go to tek.com/eula to read the Tektronix End User License Agreement.



Contacting Tektronix

Tektronix, Inc.
13725 SW Karl Braun Drive
P.O. Box 500
Beaverton, OR 97077
USA

For product information, sales, service, and technical support:

In North America, call 1-800-833-9200.

Worldwide, visit www.tek.com to find contacts in your area.

Contents

Third Party Software Licenses	6
Important safety information	7
General safety summary	7
To avoid fire or personal injury	7
Probes and test leads	8
Terms in this manual and on the product	9
Symbols on the product	10
Clearance requirements	11
Compliance information	13
Safety compliance	13
Electrical ratings	14
Environmental compliance	15
Preface	16
Key performance specifications and features	17
Model overview	17
Standard accessories	17
Recommended accessories	19
Operating information	21
TICP block diagram	21
Measurement system handling best practices	23
Environmental requirements	23
Controls and indicators	24
Cable flags	24
Probe tips	25
Ferrite clamp installation	26
Connecting to a circuit	27
Tripod adapter installation	29
Bipod installation	30
Connecting the SMA adapter	31
Connecting the wideband shunts	31
Installing the wideband shunt on a square pin	32
Installing the wideband shunt with the twisted-pair solder	33
Connecting the extreme temperature tips	34
Installing the probe tip adapters	35
Installing the square pins on the circuit board	37
Probe Setup menu	39

Self-calibration.	40
AutoZero.	40
Auto Range.	40
Ranges.	41
Selecting a probe tip.	42
Deskew.	42
Input offset.	42
Voltage range.	43
Common mode voltage range.	43
Offset voltage range.	43
Maximum non-destruct differential voltage range.	43
Specifications.	44
Probe and tip overview.	44
Application Examples.	58
Electrical specifications.	59
Regulatory compliance.	60
Probe dimensions.	61
Performance verification procedures.	63
Required equipment.	63
System RMS Noise.	63
System RMS noise test record.	64
DC Gain Accuracy.	65
DC Gain Accuracy test record.	66
DC Balance.	67
DC Balance test record.	68
Offset Gain Accuracy.	69
Offset Gain Accuracy test record.	70
Maintenance.	71
Service offerings.	71
Cleaning.	71
Troubleshooting and error conditions.	71
Repack the measurement system for shipment.	73
Remote programming.	74
CH<x>:PRObe? (Query Only).	74
CH<x>:PRObe:AUTOZero (No Query Form).	74
CH<x>:PRObe:FORCEDRange.	75
CH<x>:PRObe:GAIN? (Query Only).	75
CH<x>:PRObe:ID? (Query Only).	76
CH<x>:PRObe:ID:SERnumber? (Query Only).	76
CH<x>:PRObe:ID:TYPE? (Query Only).	76
CH<x>:PRObe:SELFCal:State? (Query Only).	76
CH<x>:PRObe:SELFCal.	77
CH<x>:PRObe:STATus? (Query Only).	77

CH<x>:PROBe:UNIts? (Query Only). 77

CH<x>:PROBEControl. 78

CH<x>:PROBEFunc:EXTAtten. 78

CH<x>:PROBEFunc:EXTDBatten. 79

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits. 79

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits:STATE. 80

CH<x>:PROBE:DYNAMICRANGE? (Query Only). 80

Third Party Software Licenses

Freescal Kinetis Design Studio

This component module is generated by Processor Expert. Do not modify it.

Copyright : 1997 - 2015 Freescale Semiconductor, Inc.

All Rights Reserved.

Redistribution and use in source and binary forms, with or without modification, are permitted provided that the following conditions are met:

- Redistributions of source code must retain the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer.
- Redistributions in binary form must reproduce the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer in the documentation and/or other materials provided with the distribution.
- Neither the name of Freescale Semiconductor, Inc. nor the names of its contributors may be used to endorse or promote products derived from this software without specific prior written permission.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE COPYRIGHT HOLDERS AND CONTRIBUTORS "AS IS" AND ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE ARE DISCLAIMED. IN NO EVENT SHALL THE COPYRIGHT HOLDER OR CONTRIBUTORS BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION) HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE.

[http: www.freescale.com](http://www.freescale.com)

mail: support@freescale.com

IAR Embedded Workbench for ARM

IARSourceLicense.txt Version 1.0

The following license agreement applies to linker command files, example projects unless another license is explicitly stated, the cstartup code, low_level_init.c, and some other low-level runtime library files.

Copyright 2012, IAR Systems AB.

This source code is the property of IAR Systems. The source code may only be used together with the IAR Embedded Workbench. Redistribution and use in source and binary forms, with or without modification, is permitted provided that the following conditions are met:

- Redistributions of source code, in whole or in part, must retain the above copyright notice, this list of conditions and the disclaimer below.
- IAR Systems name may not be used to endorse or promote products derived from this software without specific prior written permission.

THE SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS" AND THE AUTHOR DISCLAIMS ALL WARRANTIES WITH REGARD TO THIS SOFTWARE INCLUDING ALL IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS. IN NO EVENT SHALL THE AUTHOR BE LIABLE FOR ANY SPECIAL, DIRECT, INDIRECT, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES OR ANY DAMAGES WHATSOEVER RESULTING FROM LOSS OF USE, DATA OR PROFITS, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, NEGLIGENCE OR OTHER TORTIOUS ACTION, ARISING OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE USE OR PERFORMANCE OF THIS SOFTWARE.

Important safety information

This manual contains information and warnings that must be followed by the user for safe operation and to keep the product in a safe condition.

To safely perform service on this product, see the *Service safety summary* that follows the *General safety summary*.

General safety summary

Use the product only as specified. Review the following safety precautions to avoid injury and prevent damage to this product or any products connected to it. Carefully read all instructions. Retain these instructions for future reference.

This product shall be used in accordance with local and national codes.

For correct and safe operation of the product, it is essential that you follow generally accepted safety procedures in addition to the safety precautions specified in this manual.

The product is designed to be used by trained personnel only.

Only qualified personnel who are aware of the hazards involved should remove the cover for repair, maintenance, or adjustment.

Before use, always check the product with a known source to be sure it is operating correctly.

This product is not intended for detection of hazardous voltages.

Use personal protective equipment to prevent shock and arc blast injury where hazardous live conductors are exposed.

This product is intended for use in nonresidential areas only. Use in residential areas may cause electromagnetic interference.

While using this product, you may need to access other parts of a larger system. Read the safety sections of the other component manuals for warnings and cautions related to operating the system.

When incorporating this equipment into a system, the safety of that system is the responsibility of the assembler of the system.

To avoid fire or personal injury

Observe all terminal ratings

To avoid fire or shock hazard, observe all rating and markings on the product. Consult the product manual for further ratings information before making connections to the product.

Do not exceed the Measurement Category (CAT) rating and voltage or current rating of the lowest rated individual component of a product, probe, or accessory.

Do not apply a potential to any terminal, including the common terminal, that exceeds the maximum rating of that terminal.

The measurement terminals on this product are not rated for connection to Category IV circuits.

Do not connect a current probe to any wire that carries voltages above the current probe voltage rating.

Do not operate without covers

Do not operate this product with covers or panels removed, or with the case open. Hazardous voltage exposure is possible.

Avoid exposed circuitry

Do not touch exposed connections and components when power is present.

Do not operate with suspected failures

If you suspect that there is damage to this product, have it inspected by qualified service personnel.

Disable the product if it is damaged. Do not use the product if it is damaged or operates incorrectly. If in doubt about safety of the product, turn it off. Clearly mark the product to prevent its further operation.

Before use, inspect voltage probes, test leads, and accessories for mechanical damage and replace when damaged. Do not use probes or test leads if they are damaged, if there is exposed metal, or if a wear indicator shows.

Examine the exterior of the product before you use it. Look for cracks or missing pieces.

Use only specified replacement parts.

Do not operate in wet/damp conditions

Be aware that condensation may occur if a unit is moved from a cold to a warm environment.

Do not operate in an explosive atmosphere

Keep product surfaces clean and dry

Remove the input signals before you clean the product.

Avoid using chemical contact cleaners on the probe and probe tips, as they can cause temporary or permanent damage and may compromise the probe functionality. Using compressed air is the recommended cleaning method.

Provide a safe working environment

Always place the product in a location convenient for viewing the display and indicators.

Avoid improper or prolonged use of keyboards, pointers, and button pads. Improper or prolonged keyboard or pointer use may result in serious injury.

Be sure your work area meets applicable ergonomic standards. Consult with an ergonomics professional to avoid stress injuries.

Probes and test leads

WARNING: To avoid electric shock, keep the probe wire as far from the tip and high voltage circuits as possible. The probe wire voltage rating is less than the probe tip voltage rating. Therefore the probe wire may not provide adequate protection.

To avoid electric shock, do not use the probe if the wear indicator on the cable becomes visible. Contact Tektronix at tek.com for a replacement.

Beware of high voltages

Understand the voltage ratings for the probe you are using and do not exceed those ratings. Two ratings are important to know and understand:

- The maximum measurement voltage from the probe tip to the probe reference lead.
- The maximum floating voltage from the probe reference lead to earth ground.

These two voltage ratings depend on the probe and your application. Refer to the Specifications section of the manual for more information.

WARNING: To prevent electrical shock, do not exceed the maximum measurement or maximum floating voltage for the oscilloscope input BNC connector, probe tip, or probe reference lead.

Connect and disconnect properly.

Do not connect or disconnect probes or test leads while they are connected to a voltage source.

Use only insulated voltage probes, test leads, and adapters supplied with the product, or indicated by Tektronix to be suitable for the product.

De-energize the circuit under test before connecting or disconnecting the current probe.

Do not connect a current shunt to any wire that carries voltages or frequencies above the current shunt voltage rating

Inspect the probe and accessories

Before each use, inspect probe and accessories for damage (cuts, tears, or defects in the probe body, accessories, or cable jacket). Do not use if damaged.

Floating measurement use

Do not float the reference lead of the probe above the rated float voltage.

Service the probe and accessories

Go to tek.com/support to find information on contacting Tektronix Service Support.

Terms in this manual and on the product

These terms may appear in this manual:

WARNING: Warning statements identify conditions or practices that could result in injury or loss of life.

CAUTION: Caution statements identify conditions or practices that could result in damage to this product or other property.

These terms may appear on the product:

- DANGER indicates an injury hazard immediately accessible as you read the marking.
- WARNING indicates an injury hazard not immediately accessible as you read the marking.
- CAUTION indicates a hazard to property including the product.

Symbols on the product



When this symbol is marked on the product, be sure to consult the manual to find out the nature of the potential hazards and any actions which have to be taken to avoid them.
(This symbol may also be used to refer the user to ratings in the manual.)

The following symbols may appear on the product.



CAUTION: Refer to Manual



Protective Ground (Earth) Terminal



Earth Terminal



WARNING: High Voltage



Connection and disconnection to hazardous bare wire permitted.



Do not connect to or remove from an uninsulated conductor that is HAZARDOUS LIVE.



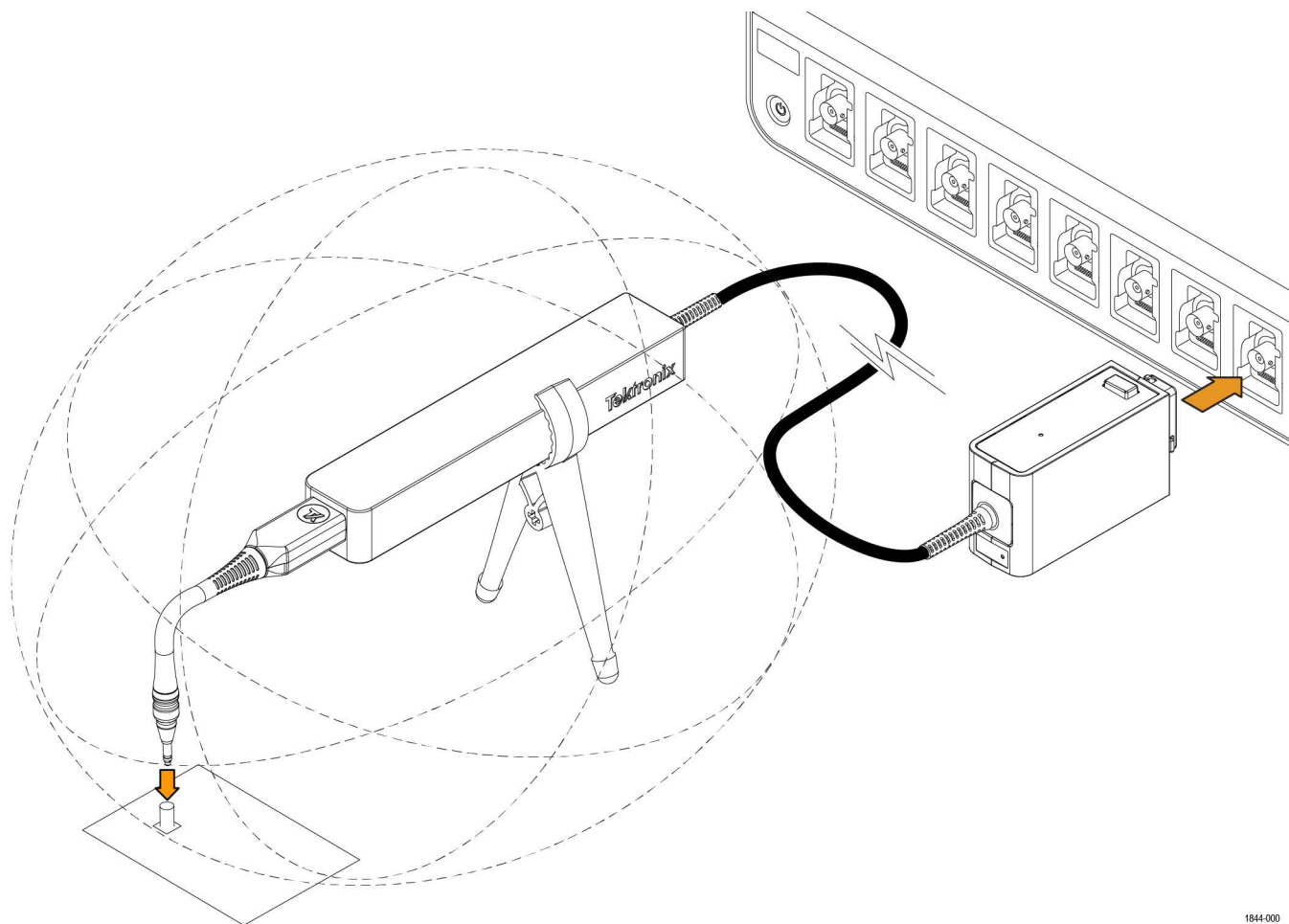
WARNING: Hot Surface

Clearance requirements

The unique common mode voltage range of the measurement system allows it to be used in the presence of high frequency/high voltage common mode signals. It is important to observe all precautions while using this product.

WARNING: Electrical shock can occur while using this measurement system. The system is intended to isolate the operator from hazardous input voltages (common mode voltages); the plastic case of the probe head and the shield on the probe tip do not supply safe isolation. Maintain the safe clearance from the probe head and probe tip while the measurement system is connected to the energized circuit as recommended in this document. Do not access the RF Burn Hazard Zone while taking measurements on a live circuit.

The following figure shows the components of the measurement system and the potential RF burn area when working with hazardous voltages. The RF burn area of 1 m (40 in.) is indicated by the dashed lines surrounding the probe head.

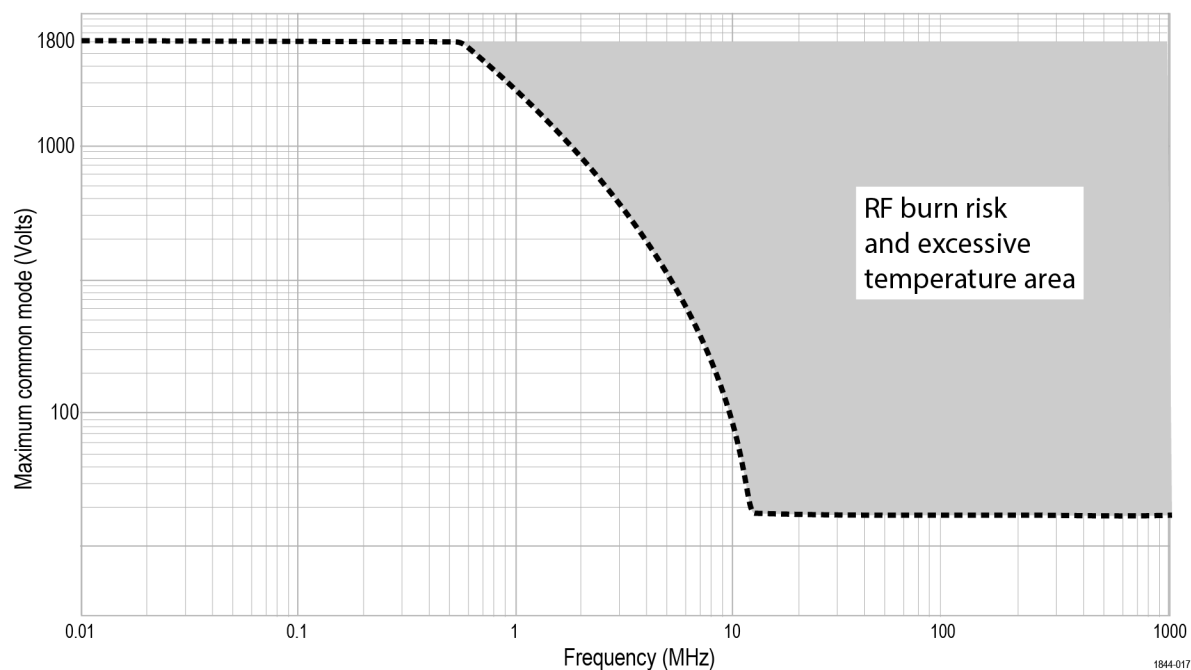


1844-000

RF burn hazard zone around the probe head

WARNING: Risk of RF burns. Refer to the following derating curve to identify the danger areas. To avoid RF burns, do not operate the probe within limits of the gray shaded area in the graph.

WARNING: There is a risk of burn from elevated temperatures on the tip when continuous wave or high duty cycle burst common mode signals are between about 10 MHz and 50 MHz. This causes the tip ferrites to dissipate significant power at voltages lower than found on the following graph. To avoid the burn risk, keep the tip temperature at 85°C (185°F) or lower by limiting the applied common mode voltage and/or duty cycle, lowering the ambient temperature, and/or applying forced convection airflow.



Maximum safe handling limits for common mode voltages

Compliance information

This section lists the safety and environmental standards with which the instrument complies. This product is intended for use by professionals and trained personnel only; it is not designed for use in households or by children.

Compliance questions may be directed to the following address:

Tektronix, Inc. · PO Box 500, MS 19-045 · Beaverton, OR 97077, US

tek.com

Safety compliance

This section lists the safety standards with which the product complies and other safety compliance information.

EU declaration of conformity – low voltage

Compliance was demonstrated to the following specification as listed in the Official Journal of the European Union:

Low Voltage Directive 2014/35/EU.

- EN 61010-1. Safety Requirements for Electrical Equipment for Measurement, Control, and Laboratory Use – Part 1: General Requirements
- EN 61010-2-030. Safety Requirements for Electrical Equipment for Measurement, Control, and Laboratory Use – Part 2-030: Particular requirements for testing and measuring circuits

U.S. nationally recognized testing laboratory listing

- UL 61010-1. Safety Requirements for Electrical Equipment for Measurement, Control, and Laboratory Use – Part 1: General Requirements
- UL 61010-2-030. Safety Requirements for Electrical Equipment for Measurement, Control, and Laboratory Use – Part 2-030: Particular requirements for testing and measuring circuits

Canadian certification

- CAN/CSA-C22.2 No. 61010-1. Safety Requirements for Electrical Equipment for Measurement, Control, and Laboratory Use – Part 1: General Requirements
- CAN/CSA-C22.2 No. 61010-2-030. Safety Requirements for Electrical Equipment for Measurement, Control, and Laboratory Use – Part 2-030: Particular requirements for testing and measuring circuits

Additional compliances

- IEC 61010-1. Safety Requirements for Electrical Equipment for Measurement, Control, and Laboratory Use – Part 1: General Requirements
- IEC 61010-2-030. Safety Requirements for Electrical Equipment for Measurement, Control, and Laboratory Use – Part 2-030: Particular requirements for testing and measuring circuits

Equipment type

Test and measuring equipment.

Pollution degree description

A measure of the contaminants that could occur in the environment around and within a product. Typically the internal environment inside a product is considered to be the same as the external. Products should be used only in the environment for which they are rated.

- Pollution Degree 1. No pollution or only dry, nonconductive pollution occurs. Products in this category are generally encapsulated, hermetically sealed, or located in clean rooms.
- Pollution Degree 2. Normally only dry, nonconductive pollution occurs. Occasionally a temporary conductivity that is caused by condensation must be expected. This location is a typical office/home environment. Temporary condensation occurs only when the product is out of service.
- Pollution Degree 3. Conductive pollution, or dry, nonconductive pollution that becomes conductive due to condensation. These are sheltered locations where neither temperature nor humidity is controlled. The area is protected from direct sunshine, rain, or direct wind.
- Pollution Degree 4. Pollution that generates persistent conductivity through conductive dust, rain, or snow. Typical outdoor locations.

IP rating

IPx0 (as defined in IEC 60529).

Electrical ratings

Electrical ratings

TICP025: Current 20 mA, 250 MHz

TICP050: Current 20 mA, 500 MHz

TICP100: Current 20 mA, 1 GHz

Max voltage to Earth

1300 V; Pollution degree 2; Max with transient level not to exceed $5kV_{pk}$

1800 V; For use in a Pollution Degree 1 environment; Max with transient level not to exceed $5kV_{pk}$

600 V for CAT III; Pollution degree 2

1000 V for CAT II; Pollution degree 2

Environmental compliance

This section provides information about the environmental impact of the product.

Product end-of-life handling

Observe the following guidelines when recycling an instrument or component:

Equipment recycling

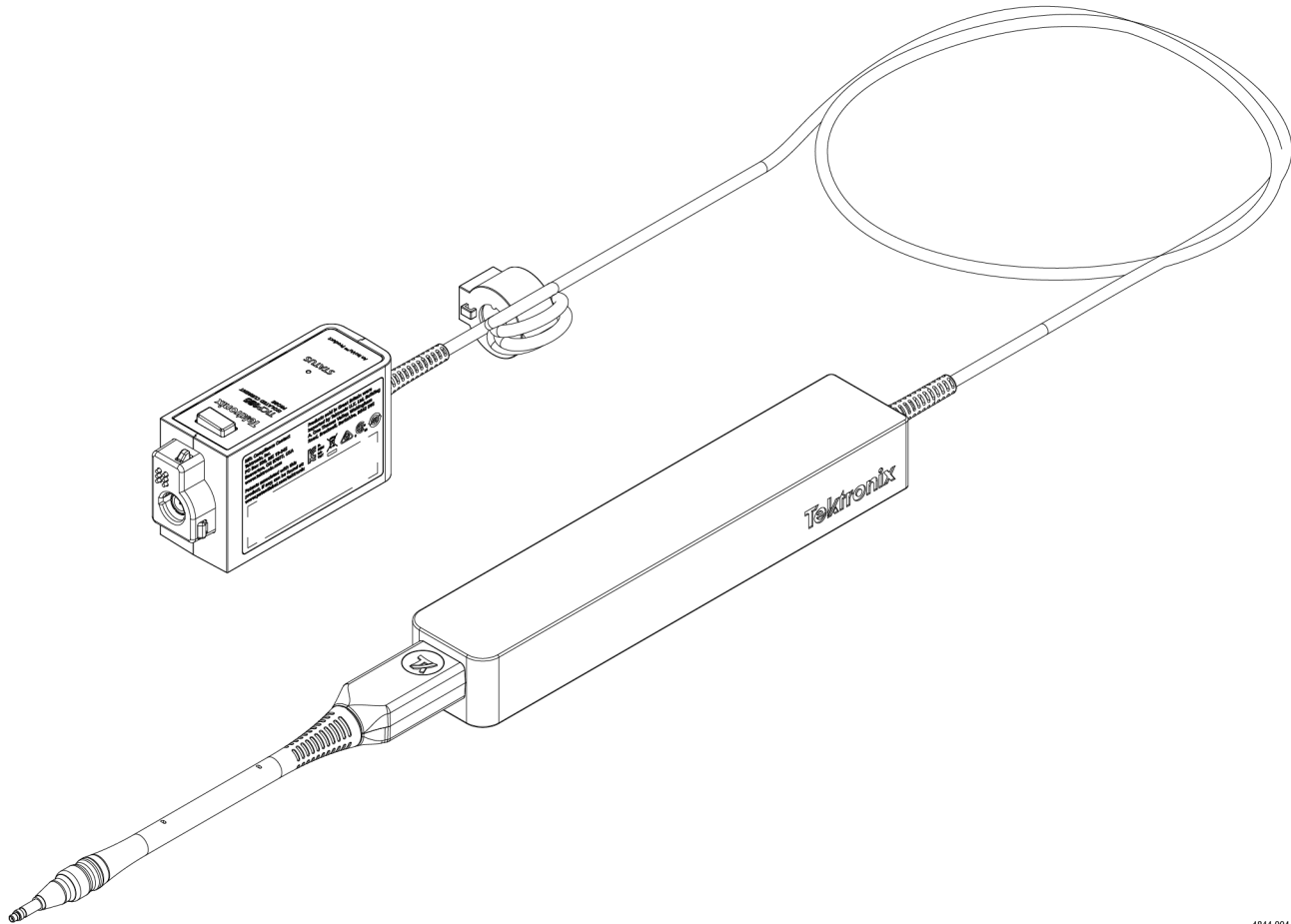
Production of this equipment required the extraction and use of natural resources. The equipment may contain substances that could be harmful to the environment or human health if improperly handled at the product's end of life. To avoid release of such substances into the environment and to reduce the use of natural resources, we encourage you to recycle this product in an appropriate system that will ensure that most of the materials are reused or recycled appropriately.



This symbol indicates that this product complies with the applicable European Union requirements according to Directives 2012/19/EU and 2006/66/EC on waste electrical and electronic equipment (WEEE) and batteries. For information about recycling options, check the Tektronix Web site (<https://www.tek.com/productrecycle>).

Preface

This document provides information for installing and using the Tektronix TICP Series Active Isolated Current Shunt Probes. The probe provides unparalleled bandwidth, accuracy, ease of use, and isolation in current shunt measurements.



1844-004

Compensation box

The TekVPI compensation (comp) box connects the measurement system to one of the input channels on the oscilloscope. Power is supplied to the measurement system through the TekVPI interface of the oscilloscope. The LEDs on the comp box provide a means for indicating the overall status of the probe.

Probe head

The probe head provides an interface between the device-under-test (DUT) and the compensation box. The probe head contains the isolation barrier that separates the DUT from the earth ground.

Probe tips

Probe tip options are available to connect the probe head to the DUT.

Key performance specifications and features

- Galvanic isolation between probe tip and the oscilloscope
- Available in three bandwidths: 1 GHz, 500 MHz, and 250 MHz
- Wide current measurement range determined by the shunt used with 1X, 10X or 100X probe tips
- Noise $<4.70 \text{ nV} / \sqrt{\text{Hz}}$ ($<21 \text{ } \mu\text{V}_{\text{RMS}}$ at 20 MHz)
- Up to 90 dB CMRR at 1 MHz
- Maximum common mode voltage: 1800 V; For use in a Pollution Degree 1 environment; transient level not to exceed 5 kV_{pk}
- 1.5% DC gain accuracy
- Compatible with the 4, 5, and 6 Series MSO instruments, including the latest B models
- TekVPI™ interface enables control and probe configuration from the oscilloscope front panel or programming interface
- Optional tips to measure currents in environmental chambers from -40°C to $+125^{\circ}\text{C}$

Model overview

Model	Description
TICP025	250 MHz Tektronix Isolated Current Probe
TICP050	500 MHz Tektronix Isolated Current Probe
TICP100	1 GHz Tektronix Isolated Current Probe

Standard accessories

The following table lists the accessories that are shipped with the probe.

Accessory	Description	Part number
	1X probe tip cable with MMCX connector	TICPMM1
	10X probe tip cable with MMCX connector	TICPMM10
	SMA tip adapter	TICPSMA
	Clamp-on ferrite common mode choke	276-0905-XX

Accessory	Description	Part number
	Bipod is used to hold the probe.	020-3210-XX
	Tripod adapter for ¼ in - 20 UNC thread accessories.	103-0508-XX
	Probe tip adapter. Adapts an MMCX IsoVu tip to standard 0.100" spaced, 0.025" square pins.	131-9717-XX
	Soft carrying case with foam insert.	016-2147-XX

Recommended accessories

The following table lists optional accessories.

Accessory	Description	Part number
	100X probe tip with MMCX connector	TICPMM100
	TICP 5 mΩ low-power shunt	TICS0005 (Qty. 1) TICS0005PK (Qty. 10)
	TICP 50 mΩ low-power shunt	TICS0050 (Qty. 1) TICS0050PK (Qty. 10)
	TICP 500 mΩ low-power shunt	TICS0500 (Qty. 1) TICS0500PK (Qty. 10)
	TICP 5000 mΩ (5 Ω) low-power shunt	TICS5000 (Qty. 1) TICS5000PK (Qty. 10)
	TICP cable for shunts	TICPTWCBL (Qty. 1) TICPTWCBLPK (Qty. 5)
	1X extreme temperature tip with MMCX connector	TICPMM1ET
	10X extreme temperature tip with MMCX connector	TICPMM10ET
	100X extreme temperature tip with MMCX connector	TICPMM100ET
	Twisted pair solder-in accessory	174-7492-XX
	Square pin to MMCX adapter, 0.062" spacing	131-9677-XX
	MMCX to IC grabber lead	196-3546-XX

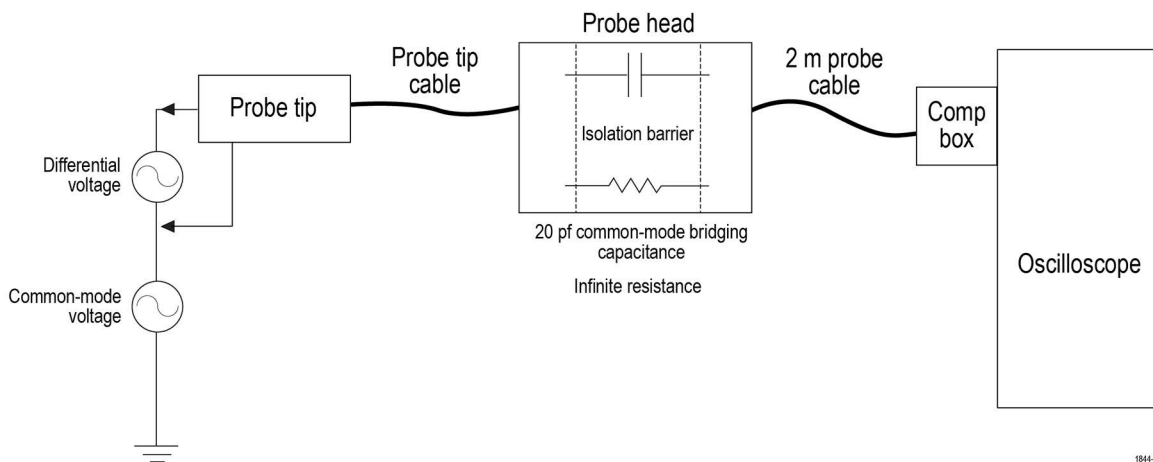
	Square pin to IC grabber lead	196-3547-XX
	MicroCKT grabbers	206-0569-XX

Operating information

Use this section to help you use the probe safely and effectively. Read all safety information before installing your measurement system to be aware of the operating and clearance requirements, including possible hazardous areas when the measurement system is connected to the device under test (DUT).

TICP block diagram

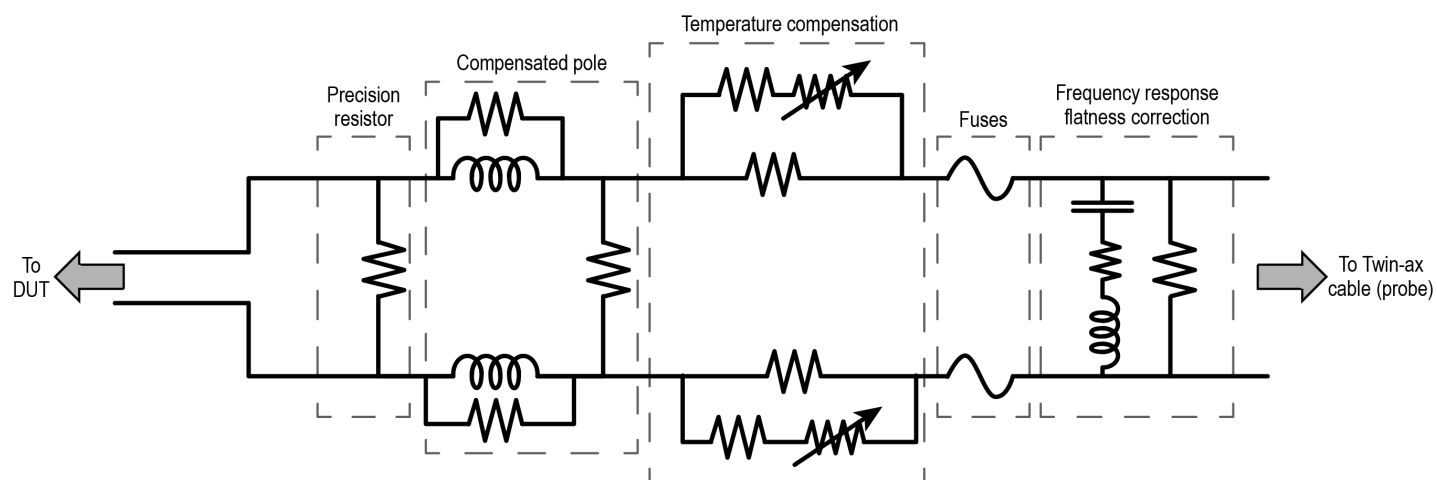
The following figure shows a block diagram of the TICP Series IsoVu Isolated Current Probe.



The common-mode resistance and capacitance to earth ground is shown in the figure. The common-mode resistance is shown as infinite with the probe since it is galvanically isolated and can be ignored. The common-mode coupling capacitance to earth ground and the surrounding circuit is shown as the bridging capacitance. This capacitance will be approximately 20 pF when the probe head is placed 6 inches (15.25 cm) above a ground plane.

To minimize the effects of common-mode capacitive loading consider the following:

- When possible, choose a reference point in the device-under-test (DUT) that is static potential with respect to earth ground.
- Connect the coaxial (common) shield of the probe tip to the lowest impedance point of the circuit.
- Increasing the physical distance between the probe head and any conductive surface will reduce the capacitance.
- When using multiple TICP probes to measure different points in the circuit that do not have the same common-mode voltages, keep the probe heads separated to minimize the capacitive coupling.



1844-037

Wideband shunt block diagram

Measurement system handling best practices

The measurement system consists of quality parts and should be treated with care to avoid damage or degrading the performance due to mishandling. Consider the following precautions when handling the probe and tips.

- Do not crush, crimp, or sharply bend the probe cable.
- Do not twist the cable.
- Do not allow kinks or knots to develop in the probe cable.
- Avoid putting tension on the probe cable.
- Do not pull or jerk the cable, especially when kinks or knots are present.
- Do not drop the probe head or comp box assembly. This can result in damage and misalignment of the internal components.
- Avoid over-bending the probe tips; do not exceed the minimum bend radius of 2.0 inches (51 mm). Do not exceed the minimum bend radius of 1.5 inches (39 mm) for the extreme temperature tips (ET).
- Avoid crushing the cables by accidentally running over the cable with a chair wheel or by dropping a heavy object onto the cable.
- Store the measurement system in the supplied carrying case when not in use.

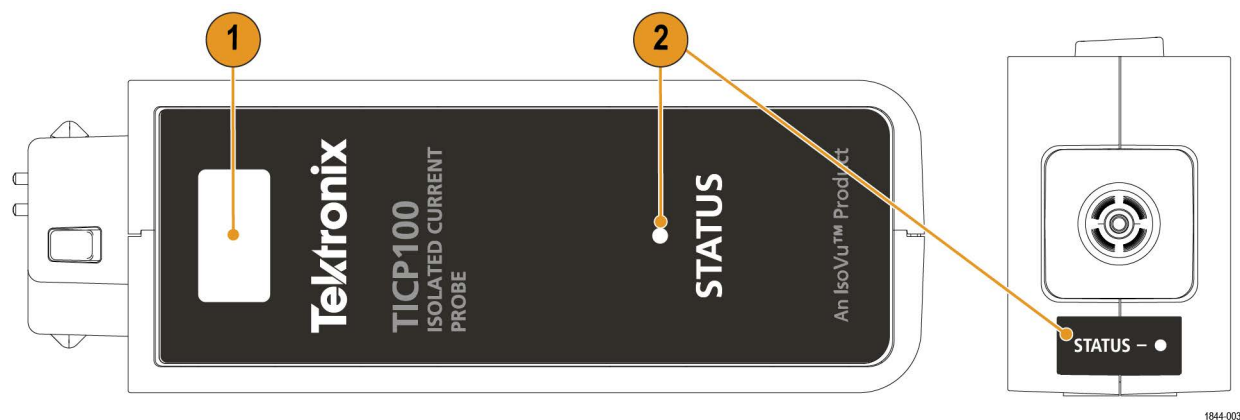
Environmental requirements

Characteristic	Component	Operating	Non-operating
Compensation box, probe head, and SMA tip adapter temperature		0°C to +50°C	-20°C to +70°C
Standard tips temperature	TICPMM1, TICPMM10, TICPMM100, TICS0005, TICS0050, TICS0500, TICS5000, TICPTWCBL	-40°C to +85°C	-40°C to +85°C
Extreme temperature tips (ET) temperature	TICPMM1ET, TICPMM10ET, TICPMM100ET	-40°C to +125°C	-40°C to +125°C; Storage temperature is -40°C to +85°C
Humidity	All components	5% to 85% relative humidity up to +40°C, 5% to 45% relative humidity up to +50°C, non-condensing	5% to 85% relative humidity up to +40°C, 5% to 45% relative humidity up to +70°C, non-condensing
Altitude	All components	Up to 3,000 meters	Up to 12,000 meters

Tektronix extreme temperature (ET) tips enable accurate current measurements in environmental testing applications across an extended operating range of -40°C to +125°C.

Controls and indicators

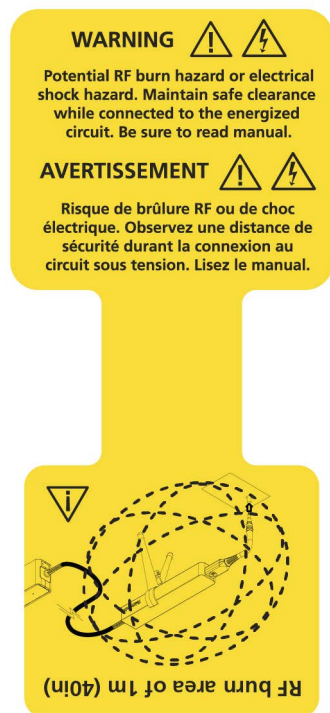
A description of the controls and indicators on the compensation box.



1. Latch release button. To disconnect the compensation (comp) box from the oscilloscope, press the latch release button and pull away from the instrument.
2. STATUS indicators. LED lights that indicates the status of the probe. There is a status indicator on the top and back of the comp box. For more information on the state of the LED, see [Troubleshooting and error conditions](#) (on page 71)

Cable flags

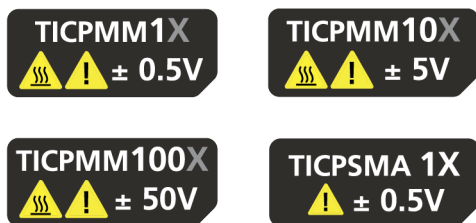
The flag on the cable provide a potential RF burn hazards warning.



1844-002

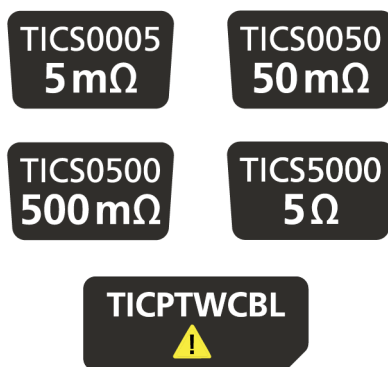
Probe tips

Each probe tip has a label that provides the maximum dynamic range and displays the attenuation factor.



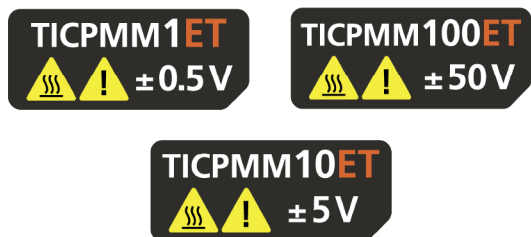
1844-001

TICPMM tip labels



1844-024

Wideband shunt labels

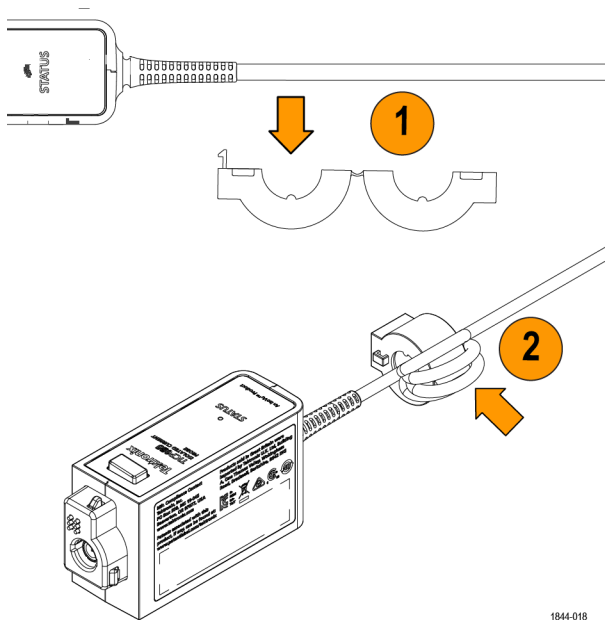


1844-027

Extreme temperature tip labels

Ferrite clamp installation

The following steps describe installing the common mode ferrite clamp on the probe cable.



1. Position the common mode ferrite clamp within 0.25 inches of the compensation box strain relief.
2. Loop the cable around the open ferrite clamp five times and close the clamp.

Make sure the loops are as small as possible to maximize the effectiveness of the ferrite.

To remove the ferrite clamp from the probe cable, insert a flat head screwdriver in the gap between the latches of the clamp and lift up.

Connecting to a circuit

The following steps describe the process for connecting the TICP Series probe to an oscilloscope and the device under test (DUT).

WARNING: Do not connect the measurement system to an energized circuit to avoid the risk of shock. Always de-energize the circuit-under-test before installing or removing the tip cable from the circuit-under-test. The plastic case of the probe head and the probe tip of the probe cable do not supply the isolation.

WARNING: To avoid the risk of electrical shock or RF burns while the DUT is energized, do not touch the probe head or probe tip while taking measurements. Always keep a 1 m (40 in.) clearance from the probe head during the measurement. See [Clearance requirements](#) (on page 11).

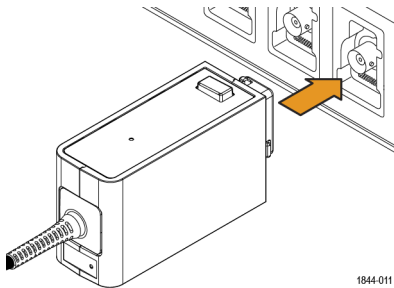
WARNING: To prevent the arc flash caused by a different potential, do not place the probe head or probe tip on the circuit that has the different voltage.

CAUTION: To avoid possible damage to the equipment, do not connect the coaxial (common) shield of the probe tip or SMA input to the high impedance portion of a circuit. The additional capacitance can cause circuit damage. Connect the coaxial (common) shield to the low impedance section of the circuit.

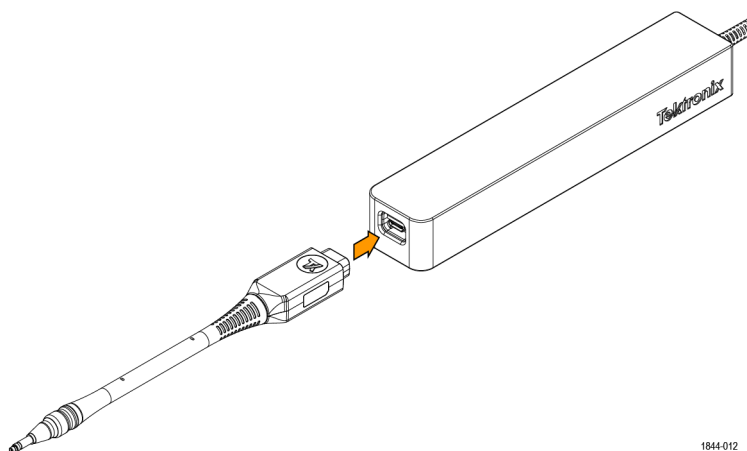
Touching the probe head or probe tip cable when measuring a high frequency common mode signal increases the capacitive coupling and can degrade the common mode loading on the circuit-under-test. To avoid inaccurate measurements, do not stack the separate probe heads and keep cell phones at least three feet away while taking measurements.

Verify the DUT is not connected to an energized circuit. To obtain the most accurate measurement, allow the probe to warm up for 5 minutes.

1. Connect the compensation box an available channel on the oscilloscope.



2. Line up the probe tip and probe head IsoConnect™ connectors.
Take care to avoid bending or twisting the probe tip assembly during this process.
3. Connect the probe tip to the probe head.



1844-012

Connect the probe head to a bipod, tripod (with adapter), or a similar support. Using a support keeps the probe head steady, reducing the potential mechanical stresses at the electrical connection point of the DUT. The support also keeps the probe head away from surrounding circuits and conductive objects to minimize the parasitic capacitive coupling to these surroundings. The supplied tripod adapter is required to attaching the TICP Series probe to a tripod.

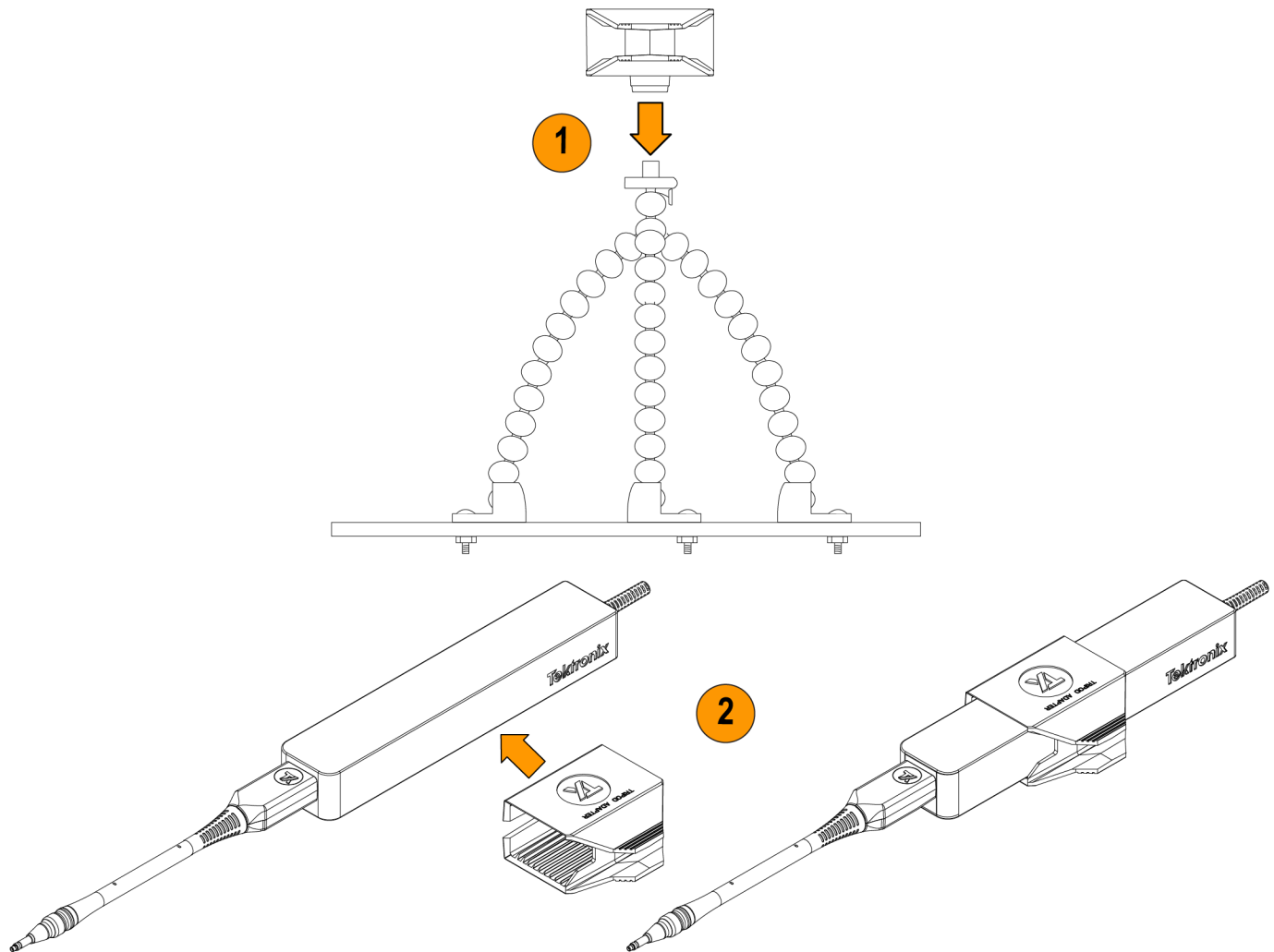
4. Connect the probe tip end to the DUT.

If you are using MMCX tip, connect the tip to an MMCX connector or to a square pin adapter before connecting to the DUT. The adapters connect to square pins with either 0.100-inch (2.54 mm) spacing or 0.062-inch (1.57 mm) spacing.

5. Set up the controls on the oscilloscope.
6. Apply power to the DUT to take the measurement.

Tripod adapter installation

The following steps describe installing the tripod adapter to the probe head and attaching it to a tripod.



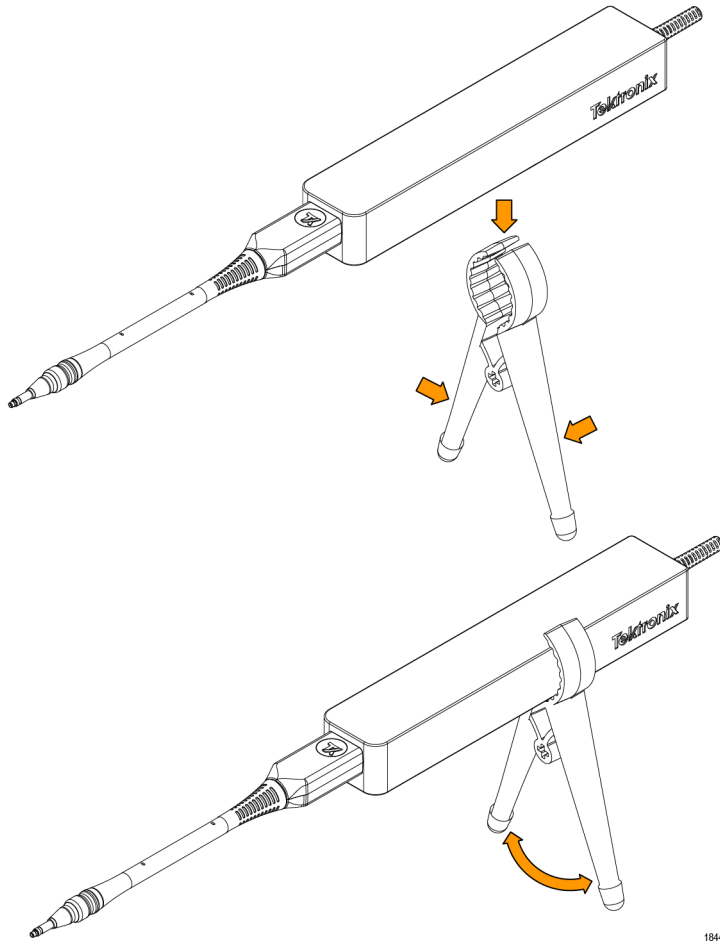
1844-015

1. Attach the adapter to a compatible tripod.
The thread in the adapter is UNC $\frac{1}{4}$ -20. Make sure that the thread of the tripod is also UNC $\frac{1}{4}$ -20.
2. Open the clamp on the tripod adapter and attach it to the probe head.

Bipod installation

The following steps describe installing the bipod to the probe head.

The tripod is recommended when using wideband shunts (TICS) or the extreme temperature tips (ET) with your TICP Series probe. The bipod may not fully support the probe body due to the flexibility of the TWCBL or ET tips.

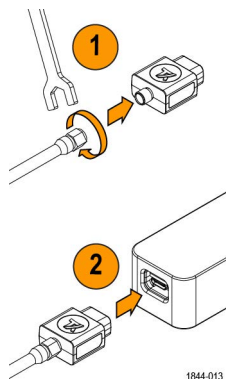


1844-014

1. Squeeze the handles of the bipod together to open the clamp.
2. Place the probe head into the clamp and release the handle so the probe is at the angle needed to connect to the DUT.

Connecting the SMA adapter

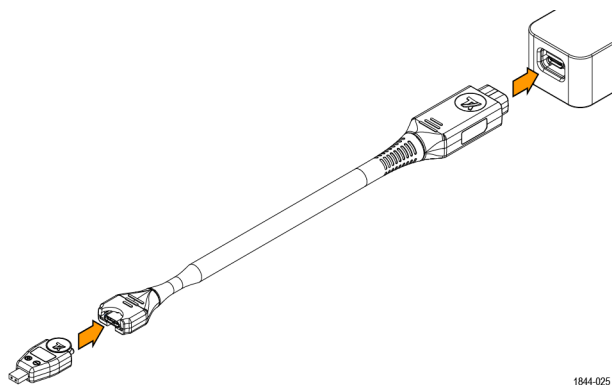
The following steps describe the process for connecting the TICPSMA SMA tip adapter to the probe head and SMA cable. It is recommended to connect the SMA cable to the SMA adapter first and then connect the SMA adapter to the probe head.



1. Connect a SMA cable to the SMA adapter.
Use a SMA wrench to tighten the SMA cable to 8 in lbs.
2. Connect the SMA adapter to the probe head.

Connecting the wideband shunts

The following steps describe the process for connecting the wideband shunts and Twin-ax cable to the TICP probe. It is recommended to use the tripod adapter when using the Twin-ax cable and shunts with the TICP probe. The flexible Twin-ax cable does not support the probe head when the bipod is installed.

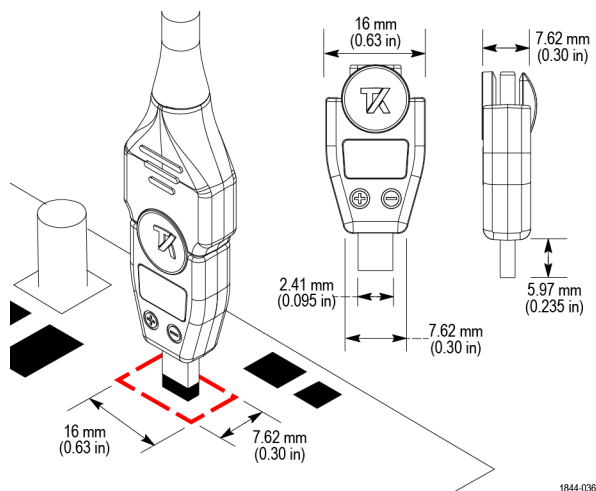


1. Connect a shunt to the Twin-ax cable.
2. Connect the cable to the probe head.

Installing the wideband shunt on a square pin

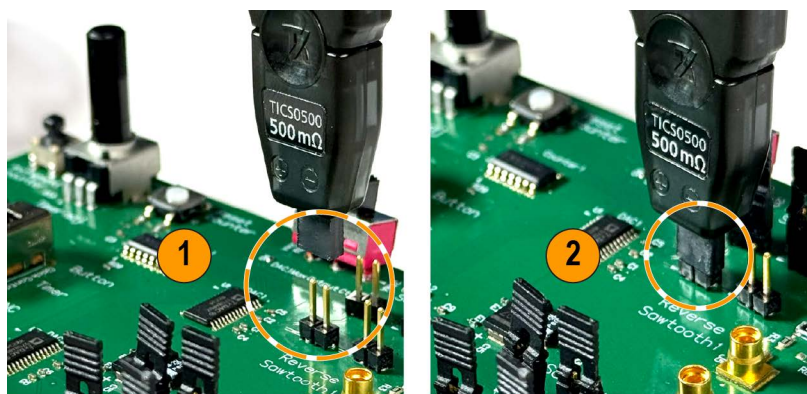
The following steps describe the process for installing the wideband shunt on a 0.1 inch square pin. The square pins are provided with your wideband shunts and to be soldered with the gold plated side mating with the shunts. The recommended alternates should have a minimum of 30µm Au plating.

The following illustration shows the recommended clearance requirements for connecting a wideband shunt to a 0.1 inch square pin on the circuit board.



1844-036

Connect the wideband shunt to the Twin-ax cable before or after connecting the shunt to a square pin on your circuit board. It is recommended to use the 0.1 inch pitch square pin headers provided in the shunt kit or use an equivalent 30µm Au plated square pin for best reliability.

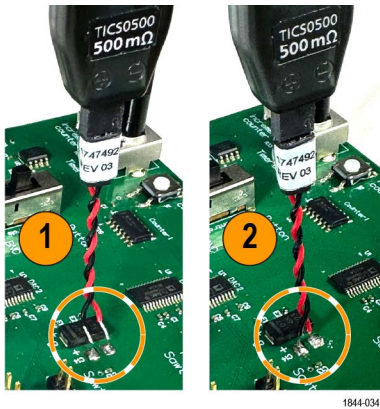


1844-034

1. To install the wideband shunt on a square pin, line up the shunt connector to with the square pin.
2. Gently push down on the shunt to seat it in place on the square pin.

Installing the wideband shunt with the twisted-pair solder

The following steps describe the process for installing the wideband shunt with a twisted pair solder onto a circuit board. Solder the twisted-pair accessory to the circuit board before you connect the shunt.



1. Align the twisted pair solder accessory over a via, pads, or cut traces on the circuit board. The image above demonstrates the soldering of the twisted pair to pads.
2. Solder the exposed ends of the twisted pair wires to the via pads, or cut traces. If necessary apply a small amount of adhesive to further strengthen the connection to the circuit board.

Connecting the extreme temperature tips

The extreme temperature (ET) tips allow access to make current measurements across a temperature range of -40°C to +125°C.

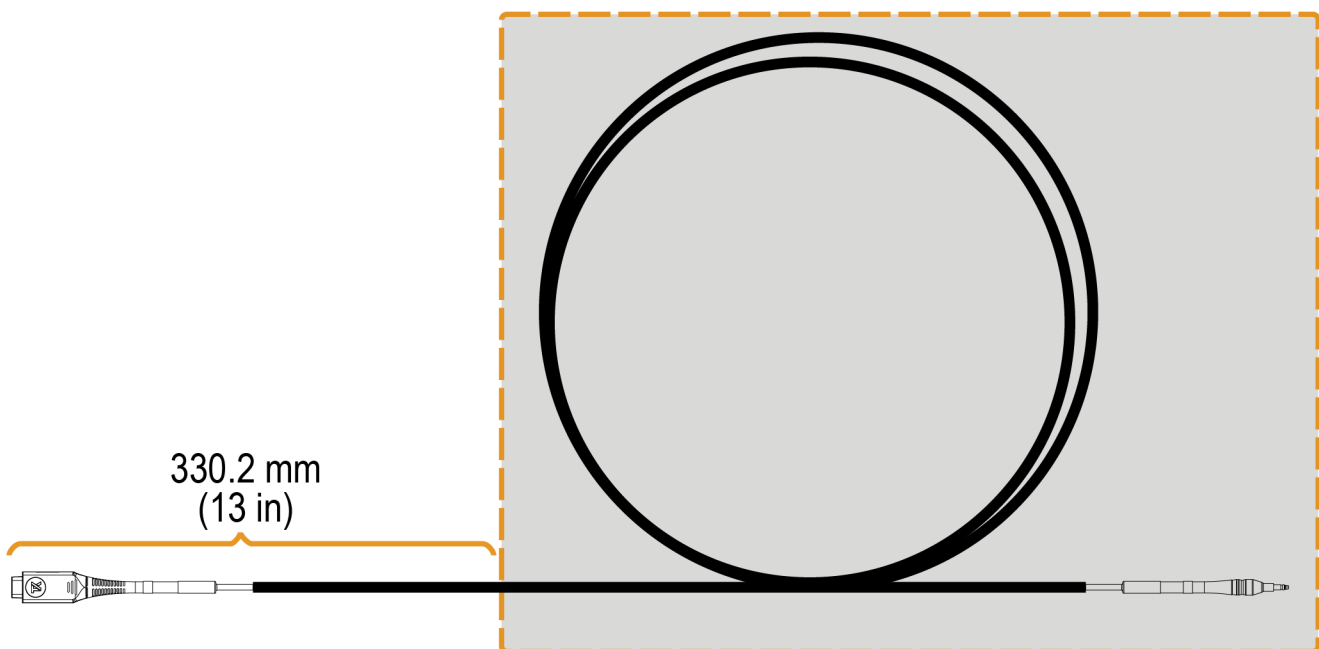
The extreme temperature tip cables connect to the TICP probe head the same as the standard tips using the MMCX connector. See [Connecting to a circuit](#) (on page 27). These six-foot tip cables provide connectivity between a device under test (DUT) positioned inside a temperature chamber and a Tektronix oscilloscope and TICP current probe located outside the chamber.

CAUTION: To avoid possible damage to the extreme temperature tip accessory, do not disconnect the tip from the probe or DUT by holding onto the cable and pulling. If you are disconnecting the tip from the probe, hold on to the plastic part of the connector. If you are disconnecting the tip from the DUT, hold onto the plastic part of the tip.

The ET tip is intended for use in environmental chambers. This tip is not designed for use under local heater heads.

CAUTION: To avoid possible damage to the extreme temperature tip cable, do not exceed the minimum bend radius of 1.5 inches (39 mm).

In the illustration below, the shaded region within the dashed boundary indicates the recommended working zone for extreme temperature operation. To prevent environmental chamber access-port leakage from impacting the probe head, this working zone should begin at least 13 inches (330.2 mm) from the probe head.



1844-033

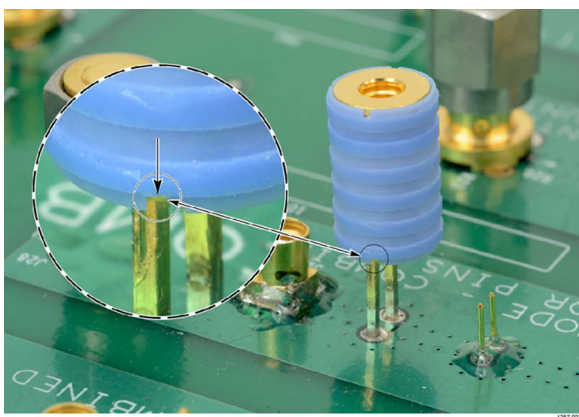
Installing the probe tip adapters

There are two Tektronix probe tip adapters to connect the MMCX probe tips to pins on the circuit board. The MMCX-to-0.1-inch (2.54 mm) pitch adapter and the MMCX-to-0.062-inch (1.57 mm) pitch adapter.

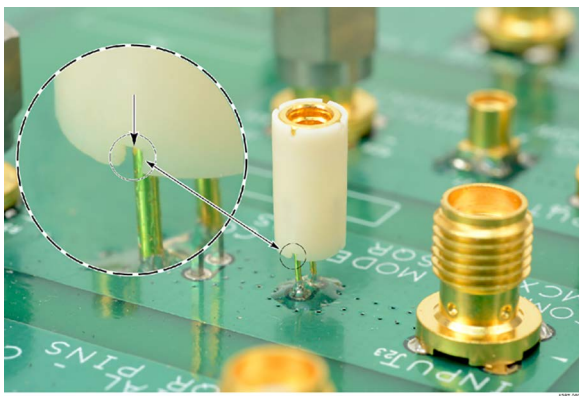
One end of each adapter has an MMCX socket for connection to an IsoVu MMCX tip cable. The other end of the adapter has a center pin socket and four common (shield) sockets around the outside of the adapter. Notches on the adapters can be used to locate the shield sockets. The procedure for installing these adapters are the same, the main difference is the spacing of the pins on the circuit board.

To install the adapters onto the square pins, line up the center of the adapter with the signal source pin on the circuit board. Use the notch on the adapter to align one of the shield sockets to the common pin on the circuit board. The following figures show examples of lining up the adapters on the circuit board.

To achieve the best electrical performance, especially the CMRR performance and EMI susceptibility, place the probe tip adapter as close as possible to the circuit board.

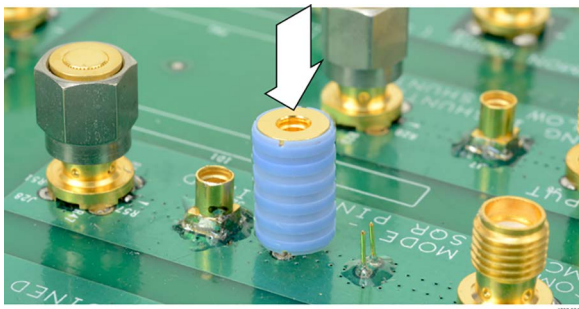


Lining up the MMCX-to-0.1-inch (2.54 mm) adapter on the circuit board

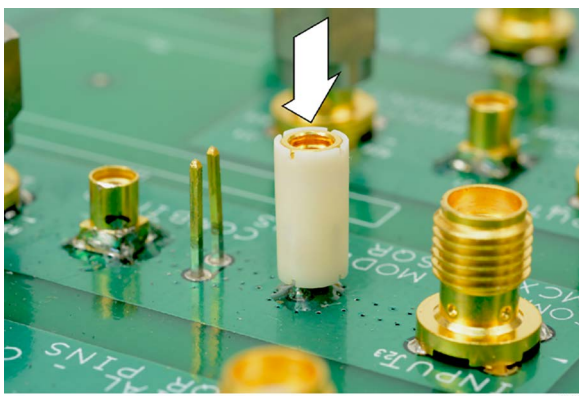


Lining up the MMCX-to-0.062-inch (1.57 mm) adapter on the circuit board

After lining up the adapters gently push down on the adapter to seat it in place on the circuit board.



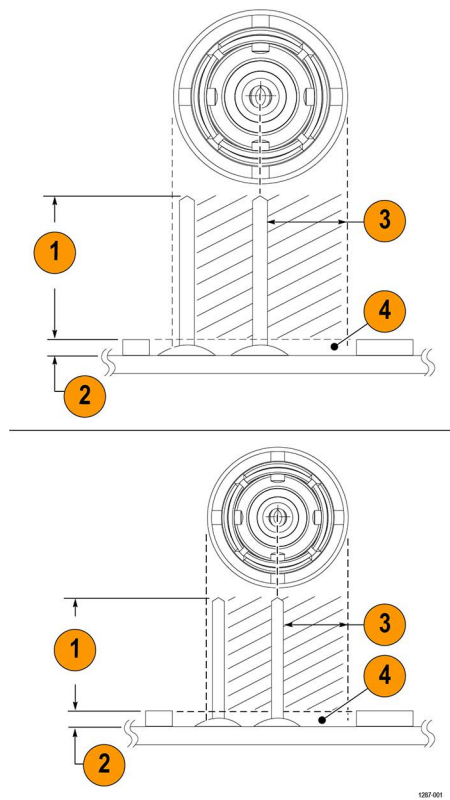
Pushing the MMCX-to-0.1-inch (2.54 mm) adapter in place



Pushing the MMCX-to-0.062-inch (1.57 mm) adapter in place

Installing the square pins on the circuit board

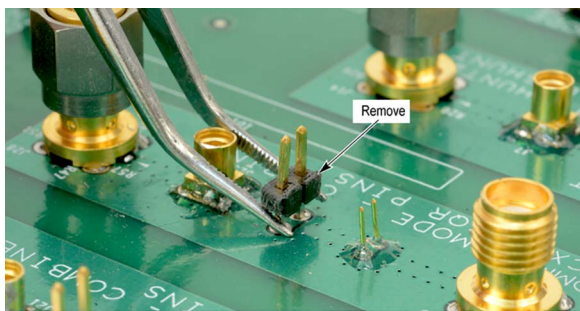
The following figure and table shows the recommended clearance requirements for connecting the adapters to the square pins on the circuit board. The bottoms of the adapters are shown at the top.



Adapter clearance requirements

Figure reference	Probe Tip Adapter, MMCX to 0.1" pitch sq. pin 0.635 mm (0.025 in) sq. pins	Probe Tip Adapter, MMCX to 0.062 in pitch sq. pin 0.406 mm (0.016 in) sq. pins
1	Recommend maximum pin length 6.00 mm (0.235 in)	Recommend maximum pin length 4.40 mm (0.170 in)
2	Minimize area between adapter and circuit board	
3	Keep out area (diameter of each adapter)	
4	Avoid or minimize components within keep out area	

The 0.025-inch (0.635 mm) square pins should already be located on the circuit board. Some square pins might have headers installed on the circuit board. Tektronix recommends removing the plastic spacer from the square pins to gain closer access to the circuit board as shown in the following figure to achieve the best electrical performance, especially CMRR. You might need to use a pair of tweezers to remove the spacer as shown in the figure.



Removing the header from square pins on the circuit board

Tektronix provides a set of solder pins (0.018-inch (0.46 mm) diameter) to install on the circuit board for use with the MMCX to 0.062-inch (1.57 mm) adapter. Use the soldering aide tool accessory (Tektronix part number, 003-1946-xx) to install these pins on the circuit board.

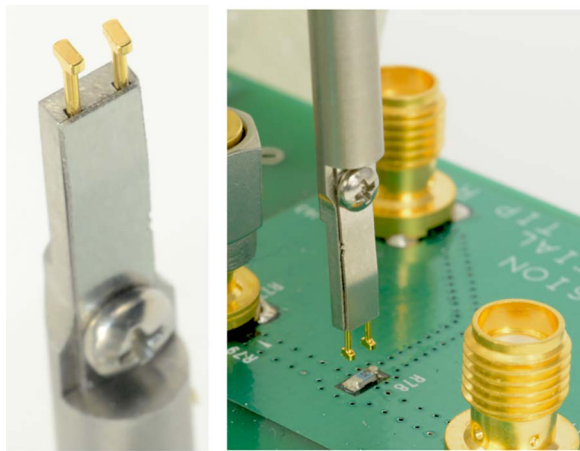
The solder pins are extremely small and can be challenging to handle. Tektronix recommends using tweezers and a magnifying tool when installing the pins on the circuit board.

The solder pins can be installed around a surface mounted component on the circuit board, but adequate clearance should be maintained for a good electrical connection for the adapter. See the adapter clearance figure.

The coaxial (common) shield of the probe tip and tip adapters should always be connected to the lowest impedance point (usually a circuit common or power supply rail) in the circuit-under-test (relative to the probe tip cable/center conductor) to obtain the most accurate waveform.

Use the following steps to install the solder pins using the soldering aide on the circuit board:

1. Carefully insert the solder pins into the soldering aide as shown in the following illustration.



Using the soldering aide to install the square pins on the circuit board

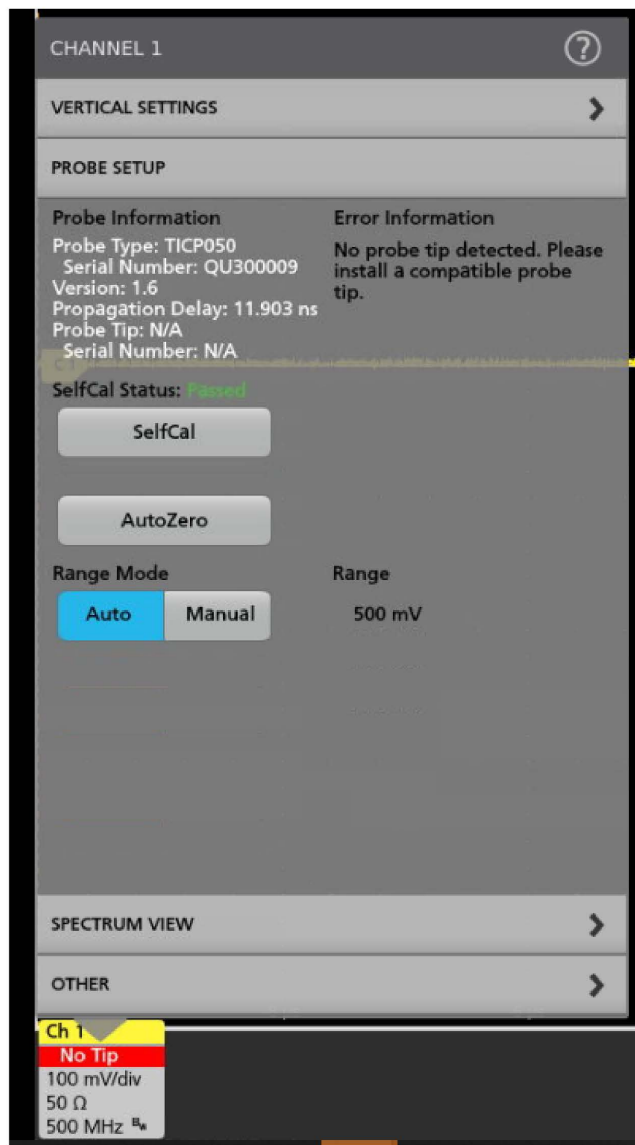
2. Use the soldering aide to hold the square pins in place while soldering the square pins to the circuit board.
3. If necessary apply a small amount of adhesive to further strengthen the connection to the circuit board. However, keep the height of the adhesive to a minimum to provide good electrical contact for the adapter. See the adapter clearance figure.

Probe Setup menu

Use the probe setup menu to see probe information, perform self-calibration (SelfCal), perform AutoZero, change the range mode, and configure the range.

To access the Probe Setup menu on the oscilloscope, double-tap the corresponding analog channel badge on the settings bar and tap **Probe Setup**.

You will receive a warning message if you connect the probe to the oscilloscope without a probe tip attached. The following images display the menu with and without the tip warning.



Self-calibration

The self-calibration (SelfCal) function that corrects gain accuracy and DC offset. These parameters change as the probe warms up to the operating temperature and remain constant once the temperature reaches steady-state.

Check the **SelfCal Status** in the **Probe Setup** menu. The status indicates when SelfCal has **Passed**, **Failed** or if it is **Recommended** to run SelfCal.

To check the status of the SelfCal remotely, use the `SELF CAL: STATE?` PI command to determine self-calibration is **RECOMMENDED**, **RUNNING**, or **PASSED**.

It is recommended to run SelfCal again when there is a 10°C change in ambient temperature or when the status is **Recommended**. To run a self-calibration use perform the following steps:

1. Tap the channel badge corresponding to the channel you connected the probe to.
2. In the channel menu, expand the **Probe Setup** tab.
3. Tap the **SelfCal** button.

To run the self-calibration remotely, use the `CH<x>: PROBE: SELF CAL EXECUTE` PI command. The connected channel is specified by "x".

NOTE: For the best results, run self-calibration while the probe is connected to the powered down DUT.

When using vertical scales of 10 mV/div or less, probe self-calibration should be run with the probe tip still attached and with no signal applied to the probe tip. Additionally, for the TICPSMA and TICPMX1X tips, it is recommended to leave a representative drive impedance (a powered-down DUT) connected to the probe tip during self-calibration.

At higher vertical scales, or in the particular use case of a TICPSMA or TICPMX1X tip driven by a very low impedance (a shunt resistor $\leq 5 \Omega$), an alternate approach of disconnecting the tip from the probe head may be used to insure no signal is applied during self-calibration.

The TICP Series probe takes five minutes to warm up and self-calibration takes less than two minutes to complete. The **SelfCal Status** will change to **Passed** or **Failed**.

AutoZero

AutoZero and self-calibration work on different parts of the measurement system. Self-calibration optimizes measurements through adjusting parameters in the probe. AutoZero is an oscilloscope function and is used when a displayed waveform is not centered correctly (for example; due to a small DC offset error). AutoZero automatically runs after self-calibration.

It is important to power-down the DUT or disconnect your probe from the DUT before running AutoZero.

Auto Range

The **Range Mode** is selectable for either **Auto** or **Manual**. When the Range Mode is set to **Auto**, the probe range is automatically selected when the V/div knob on the oscilloscope is turned. The relationship between probe range and V/div setting matches that shown in Ranges and 4/5/6 Series MSO Volts/div settings table.

Ranges

The measurement system has a variety of ranges available for you to select, whether the probe is being used with or without a tip. This allows for tradeoffs to be made between noise and dynamic range depending on the needs of the measurement being made.

CAUTION: To avoid damaging the probe, do not exceed the Peak Voltage rating for a given tip or the probe head. The Maximum Non-Destruct Voltage limit (Peak Voltage) does not increase when the Probe Ranges are changed.

In 4, 5, and 6 Series MSO Instruments, the ranges are selectable when **Range Mode** is set to **Manual**. The recommended V/div settings are displayed in the table below. The ranges shown are for the probe SMA input and 1X tip. Multiply the range and V/div setting by the tip attenuation to get the values for a probe tip.

Ranges and 4/5/6 Series MSO Volts/div settings

4/5/6 Series MSO probe ranges	Recommended V/div setting
20 mV	2 mV/div
30 mV	5 mV/div
45 mV	5 mV/div
65 mV	10 mV/div
90 mV	10 mV/div
125 mV	20 mV/div
175 mV	20 mV/div
250 mV	20 mV/div
350 mV	50 mV/div
500 mV	100 mV/div

When using a tip, the label of each probe tip shows the maximum dynamic range and the attenuation factor. When more sensitive ranges are selected, dynamic range is limited. Refer to the Linear differential input voltage range in the specifications table for more information.

Selecting a probe tip

CAUTION: Avoid over-voltage conditions that can damage or degrade the probe head input termination by selecting the correct probe tip. Selecting the correct probe tip attenuation factor is crucial to ensure that the probe head input termination is not degraded or damaged by an over-voltage condition. Select the probe tip that will provide the lowest attenuation possible for the signal being measured.

When selecting a probe tip for a particular application, consider the following questions:

- What is the maximum RMS/Peak Voltage at the test point being measured (for example, under a fault condition)?
- What is the minimum single-ended input resistance that my circuit can tolerate?
- How large of a signal do I want to display at one time on the oscilloscope?
- What sensitivity do I need (for example, the minimum V/div setting)?

The following table will help you select the correct probe tip. Start at the top of the table and work down. Choose the first tip that meets all of your criteria.

Probe tip selection

Probe tip	Most sensitive V/div setting	Dynamic range	Maximum non-destruct voltage (DC + pk AC)	Single-ended input resistance
TICPSMA	1 mV	± 0.5 V	± 3 V	50 Ω
TICPMM1/TICPMM1ET	1 mV	± 0.5 V	± 3 V	50 Ω
TICPMM10/ TICPMM10ET	10 mV	± 5 V	± 15 V	500 Ω
TICPMM100/ TICPMM100ET	100 mV	± 50 V	± 60 V	5000 Ω

For maximum non-destruct voltage refer to the Maximum differential input voltage vs frequency derating graph.

Deskew

Each probe comes loaded with nominal propagation delay values that can be automatically applied through the **Vertical** menu on the oscilloscope. Deskew accuracy can be improved using a known signal and a deskew fixture. When the timing relationships between waveforms is critical, always deskew your test system with known equipment.

Input offset

The measurement system provides an adjustable input referred offset voltage. This enables viewing a portion of the signal that is off-screen or examining sensitive behavior riding on a larger differential voltage. For example, a 0 V to 0.6 V step would normally exceed a ± 0.5 V input range. By applying 250 mV of offset, the 600 mV step is brought into the dynamic range of the probe and can be viewed accurately. Offset is applied by the probe.

Voltage range

The probe is designed to enable characterization of high frequency circuits with a wide range of differential voltages in the presence of common mode voltages. Understanding the limits and differences between the voltage ratings as discussed in this section is essential to optimize signal fidelity and measurement accuracy.

Although the common mode voltage range of the probe is very large (1000 V CATII), the differential input range is limited and depends on the tip attenuation, the gain range selected, and the applied offset.

The input voltage conditions are divided into several different input ranges.

Common mode voltage range

The probe head is isolated from earth ground, making the common mode input range 1000 V CATII. The differential input range is more limited and refers to the signal that can be applied across the probe tip, regardless of the common mode voltage.

Differential voltage range refers to the actual measurement that will appear on the oscilloscope screen when using IsoVu™. For accurate results, the measurement must fall within the range of any applied offset $\pm V_{\text{diff}}$ range of the tip.

$$V_{\text{meas}} = V_{\text{offset}} \pm V_{\text{diff}}$$

Offset voltage range

Offset voltage can be applied through the oscilloscope **Vertical** menu settings. The input offset capability of the probe extends from ± 0.5 V to ± 50 V depending on the tip used. This offset is applied at the probe head and can be useful to bring applied signals within the dynamic range (V_{diff}) of the probe.

Maximum non-destruct differential voltage range

The maximum non-destruct differential input range is the maximum differential voltage that can be applied to the input without damaging the probe. This is a DC +peak AC rating (no portion of the differential input signal should exceed this value). The maximum non-destruct differential voltage varies from ± 3 V to ± 60 V depending of the probe tip being used. Exceeding these levels will cause permanent damage to components of the probe head.

Specifications

This chapter contains specifications for the instrument. All specifications are typical unless noted as guaranteed. Typical specifications are provided for your convenience but are not guaranteed. Specifications that are marked with the ✓ symbol are guaranteed and checked in Performance Verification.

All specifications are typical and apply to all models unless noted otherwise.

To meet specifications, these conditions must first be met:

- The instrument must be operating within the environmental limits described in this manual.
- The instrument must have been operating continuously for at least five minutes within the specified operating temperature range.
- The measurement system is powered from a TekVPI compatible oscilloscope.

Warranted specifications describe guaranteed performance with tolerance limits or certain type-tested requirements.

Probe and tip overview

IsoVu isolated current probe overview

Characteristic	TICP100	TICP050	TICP025
Bandwidth	1 GHz	500 MHz	250 MHz
Rise time	400 ps	700 ps	1.4 ns
DC gain accuracy	±1.5%		
Maximum common mode voltage	1800 V; For use in a Pollution Degree 1 environment; Max with transient level not to exceed 5kV _{pk}		
	1300 V; Pollution degree 2; Max with transient level not to exceed 5kV _{pk}		
	600 V for CAT III; Pollution degree 2		
	1000 V for CAT II; Pollution degree 2		
RMS noise spectral density	4.70 nV / √Hz (<21 μV _{RMS} at 20 MHz)		
Probe cable length	2 meters		

TICS wideband shunts overview

Characteristic	TICS0005	TICS0050	TICS0500	TICS5000
Resistance	5 mΩ	50 mΩ	500 mΩ	5 Ω
Bandwidth	250 MHz	250 MHz	250 MHz	250 MHz

Characteristic	TICS0005	TICS0050	TICS0500	TICS5000
Rise time	1.6 ns	1.6 ns	1.6 ns	1.6 ns
Maximum pulse current (derates based on current pulse width. Refer to pulsed current curve graph)	200 A	20 A	2 A	200 mA
Maximum current (A DC)	12 A	4.5 A	1.4 A	200 mA
Minimum current (A) equals two times the noise floor at full bandwidth	30 mA	3 mA	300 μA	30 μA
Noise Floor (A RMS) at full bandwidth	15 mA	1.5 mA	150 μA	15 μA
Dynamic range	±100 A	±10 A	±1 A	±0.1 A
Power rating	0.69 W	1.0 W		
DC gain accuracy	<2%			
Insertion inductance	2 nH to 3 nH for square pins with jumper			
	4 nH to 5 nH for square pins with shunt			
	9 nH to 10 nH for twisted pair accessory with shunt			
Twin-ax cable length	229 mm (9 in.)			
The built-in fuses have a maximum interruptible voltage rating of 400 V; above this potential, arcing can occur across the open fuse element, allowing current to continue flowing.				

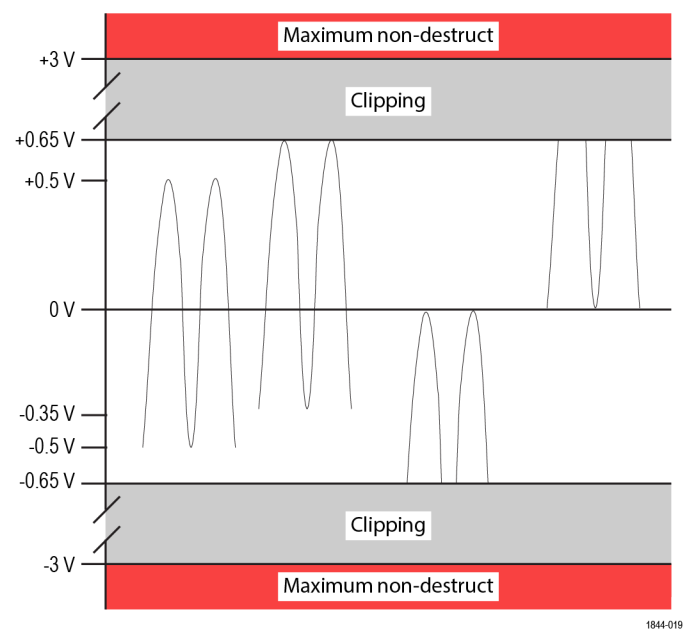
Input voltage range, input impedance

Differential input voltage range + offset range should not exceed *maximum measurable input voltage*. For example, offset is limited to ± 0.15 V in TICPSMA's ± 0.5 V range.

Probe tips	Differential input voltage range	Offset range	Maximum measurable input voltage (Vpk)	Maximum non-destructive differential voltage	Input impedance
TICPSMA	± 0.5 V	± 0.5 V	0.65 V	± 3 V; 3 V _{RMS}	50 Ω N.A.
TICPMM1/ TICPMM1ET	± 0.5 V	± 0.5 V	0.65 V	± 3 V; 3 V _{RMS}	50 Ω N.A.
TICPMM10/ TICPMM10ET	± 5 V	± 5 V	6.5 V	± 15 V; 15 V _{RMS}	500 Ω <3 pF
TICPMM100/ TICPMM100ET	± 50 V	± 50 V	50 V	± 60 V; 60 V _{RMS}	5000 Ω <3 pF

Probe tips	Differential input voltage range	Offset range	Maximum measurable input voltage (Vpk)	Maximum non-destructive differential voltage	Input impedance

Full ± 0.5 V offset is available in the IsoVu isolated current probe's ± 0.125 V range.



Differential input voltage range

Noise floor (A RMS)

$$\text{Noise Floor (A RMS)} = \frac{4.70 \frac{nV}{\sqrt{Hz}} \times \sqrt{\text{Bandwidth}}}{R_{shunt}}$$

IsoVu isolated current probe noise floor (A RMS)

Shunt selection	20 MHz	250 MHz	1 GHz
50 Ω TICP as shunt	420 nA	1.5 µA	3.0 µA
5 Ω shunt	4.2 µA	14.9 µA	29.7 µA
1 Ω shunt	21 µA	74.3 µA	149 µA
500 mΩ shunt	42 µA	149 µA	297 µA
50 mΩ shunt	420 µA	1.5 mA	3.0 mA
5 mΩ shunt	4.2 mA	14.9 mA	29.7 mA
500 µΩ shunt	42 mA	149 mA	297 mA
50 µΩ shunt	420 mA	1.5 A	3.0 A
15 µΩ shunt	1.4 A	5.0 A	9.9 A

Wideband shunts noise floor (A RMS)

Shunt selection	20 MHz	120 MHz	250 MHz
5 Ω (TICS5000)	4.2 µA	10 µA	15 µA
500 mΩ (TICS0500)	42 µA	100 µA	150 µA
50 mΩ (TICS0050)	420 µA	1.0 mA	1.5 mA
5 mΩ (TICS0005)	4.2 mA	10 mA	15 mA
The wideband shunt noise floor is dependent on TICP input range, bandwidth, and shunt value. Numbers above calculated with TICP in the ±20 mV range.			

Maximum measurable current

Maximum depends on shunt power rating.

$$\text{Maximum Measurable Current (A)} = \frac{\text{Maximum Measurable Input } V_{pk}}{R_{shunt}}$$

The IsoVu isolated current probe maximum measurable current

Shunt selection	TICPMM1	TICPSMA	TICPMM10	TICPMM100
50 Ω TICP as shunt	13 mA		-	-
5 Ω shunt	130 mA		1.3 A	10 A
1 Ω shunt	650 mA		6.5 A	50 A
500 mΩ shunt	1.3 A		13 A	100 A
50 mΩ shunt	13 A		130 A	1.0 kA
5 mΩ shunt	130 A		1.3 kA	10 kA
500 μΩ shunt	1.3 kA		13 kA	100 kA
50 μΩ shunt	13 kA		130 kA	1000 kA
15 μΩ shunt	43.3 kA		433.3 kA	3300 kA

Wideband shunts maximum measurable current

Shunt selection	10 μs	1 ms	100 ms	1 s	100 s
5 Ω (TICS5000)	0.2 A	0.2 A	0.2 A	0.2 A	0.2 A
500 mΩ (TICS0500)	2 A	2 A	2 A	1.8 A	1.5 A
50 mΩ (TICS0050)	20 A	20 A	7.6 A	5.7 A	4.6 A
5 mΩ (TICS0005)	195 A	63 A	23 A	16 A	12 A

Derates based on current pulse width. Pulse Width durations are based on a Square Wave input. For Triangle Wave input (as in Double Pulse Test), the Maximum Pulse Width can be multiplied by 3.5. For example, for a double-pulse test that peaks at 20 A, the 50 mΩ TICS can withstand a 3.5 ms ramp. A 20 A square wave impulse could only be held for 1 ms.

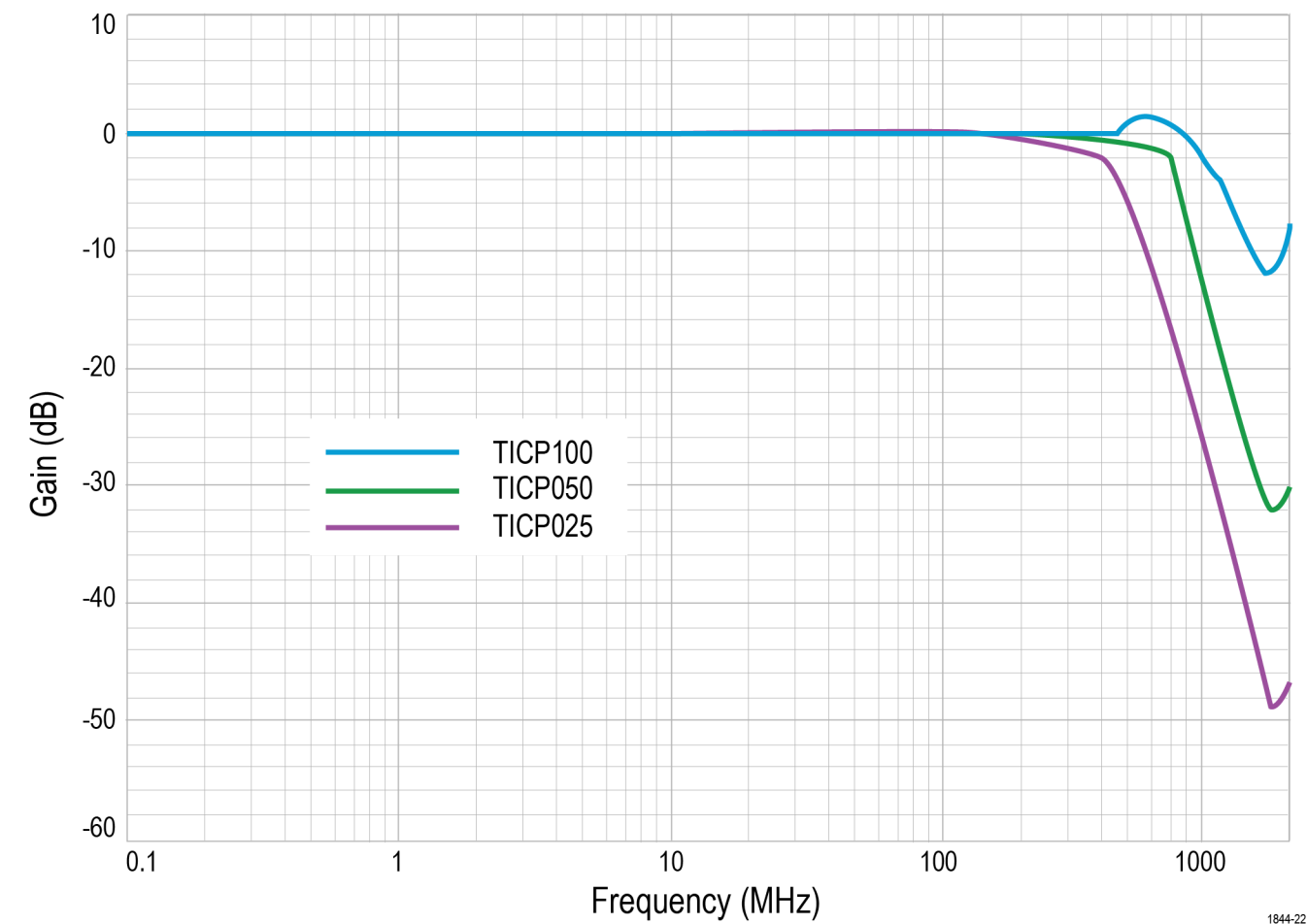
Probe Ranges

Numbers are published for TICPSMA and TICPMM1 tips. For 10X or 100X tips, multiply by 10 or 100 respectively.

Input range	Offset range	RMS noise spectral density (V_{RMS})	Noise floor at 20 MHz (V_{RMS})
± 0.5 V	± 0.15 V	22.9 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$	102.5 μV_{RMS}
± 0.35 V	± 0.30 V	17.4 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$	77.8 μV_{RMS}
± 0.25 V	± 0.40 V	15.0 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$	67.2 μV_{RMS}
± 0.175 V	± 0.475 V	9.5 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$	42.4 μV_{RMS}
± 0.125 V	± 0.5 V	8.7 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$	38.9 μV_{RMS}
± 0.09 V	± 0.5 V	6.3 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$	28.3 μV_{RMS}
± 0.065 V	± 0.5 V	5.5 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$	24.7 μV_{RMS}
± 0.045 V	± 0.5 V	4.7 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$	21.2 μV_{RMS}
± 0.03 V	± 0.5 V	4.7 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$	21.2 μV_{RMS}
± 0.02 V	± 0.5 V	4.7 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$	21.2 μV_{RMS}

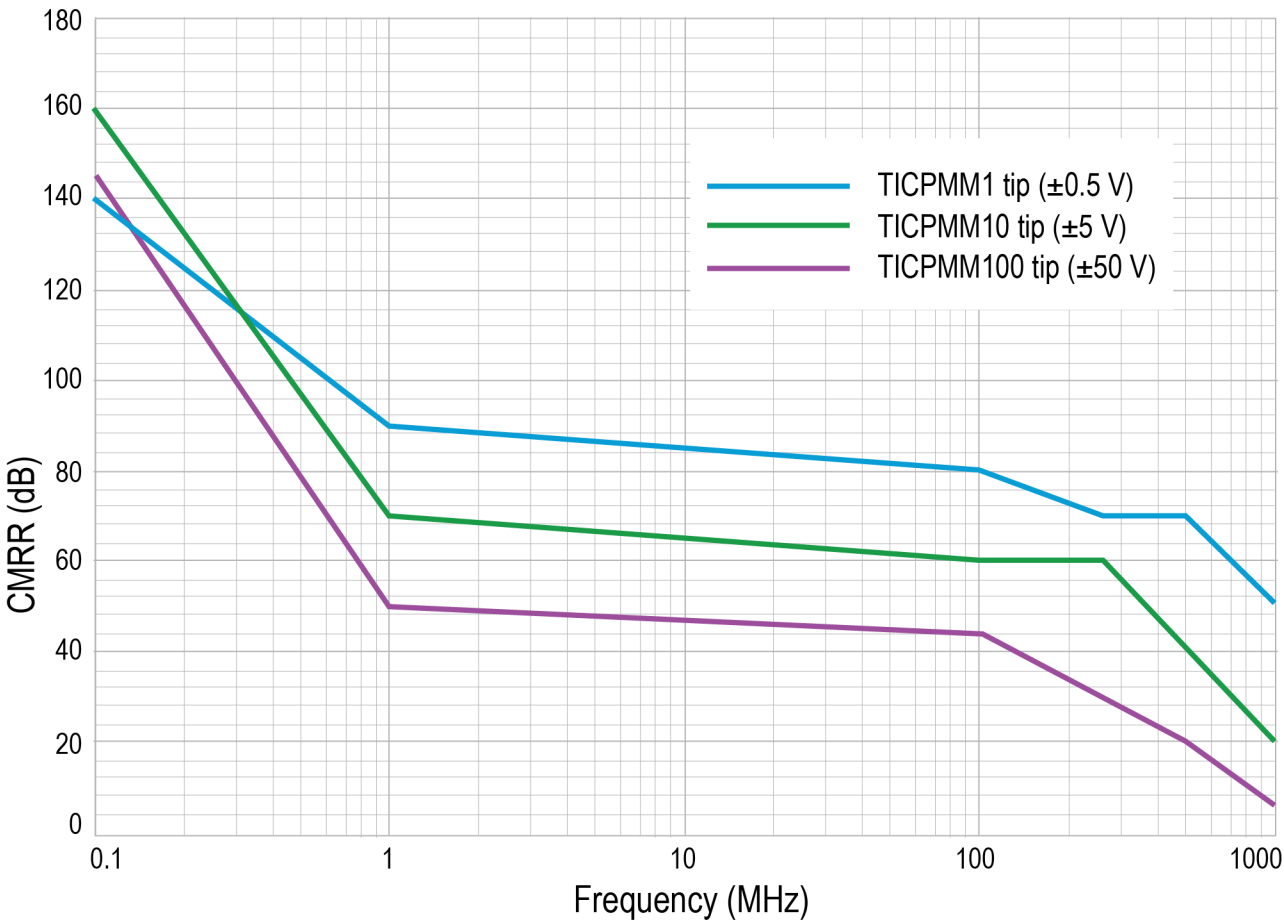
Wideband shunts CMRR

Sensor Tip Cable	DC	1 MHz	100 MHz	250 MHz
5 Ω (TICS5000)	120 dB	105 dB	52 dB	40 dB
500 m Ω (TICS0500)	120 dB	105 dB	67 dB	55 dB
50 m Ω (TICS0050)	120 dB	110 dB	80 dB	70 dB
5 m Ω (TICS0005)	120 dB	110 dB	90 dB	82 dB



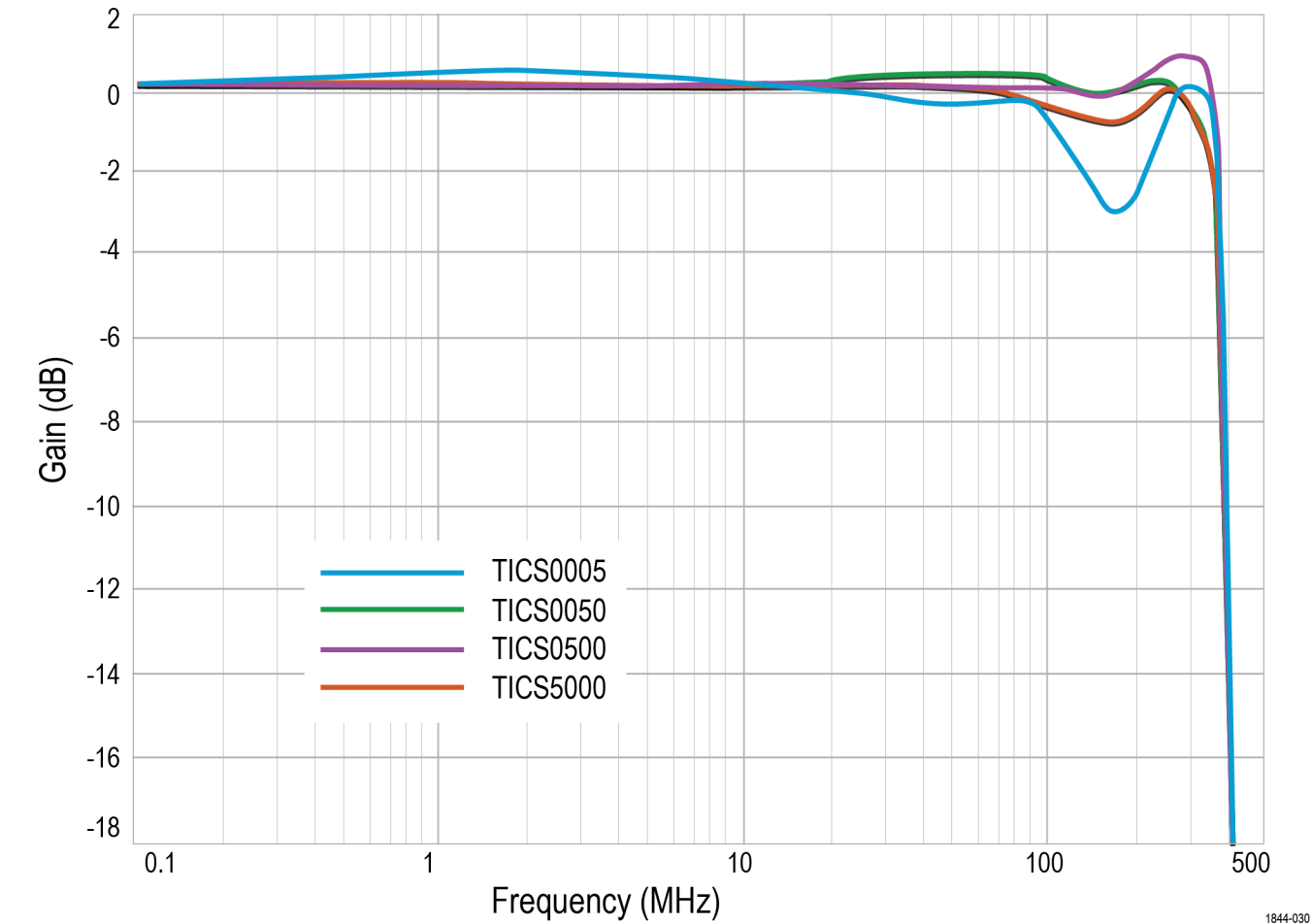
IsoVu isolated current probes frequency response

1844-22

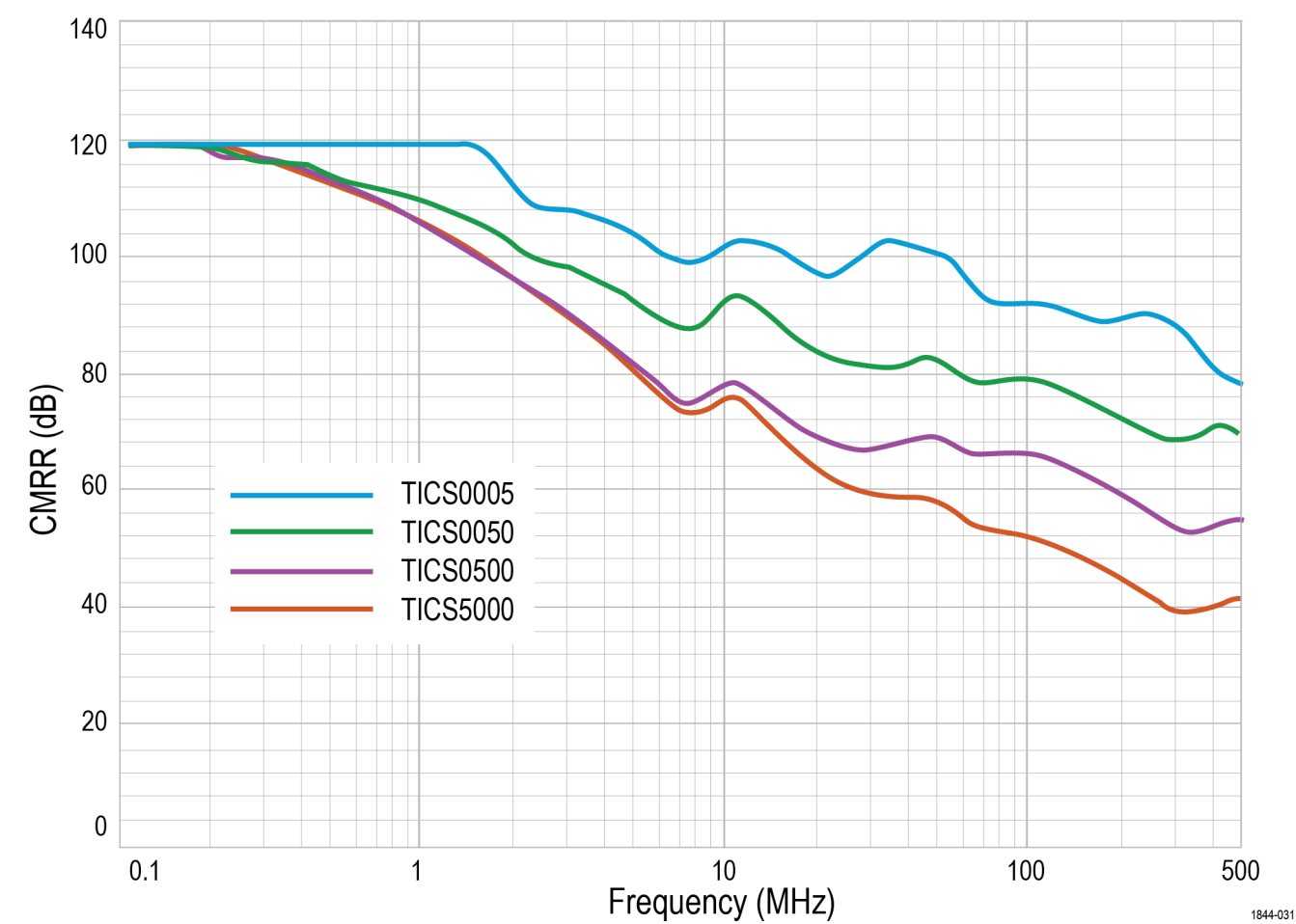


1844-023

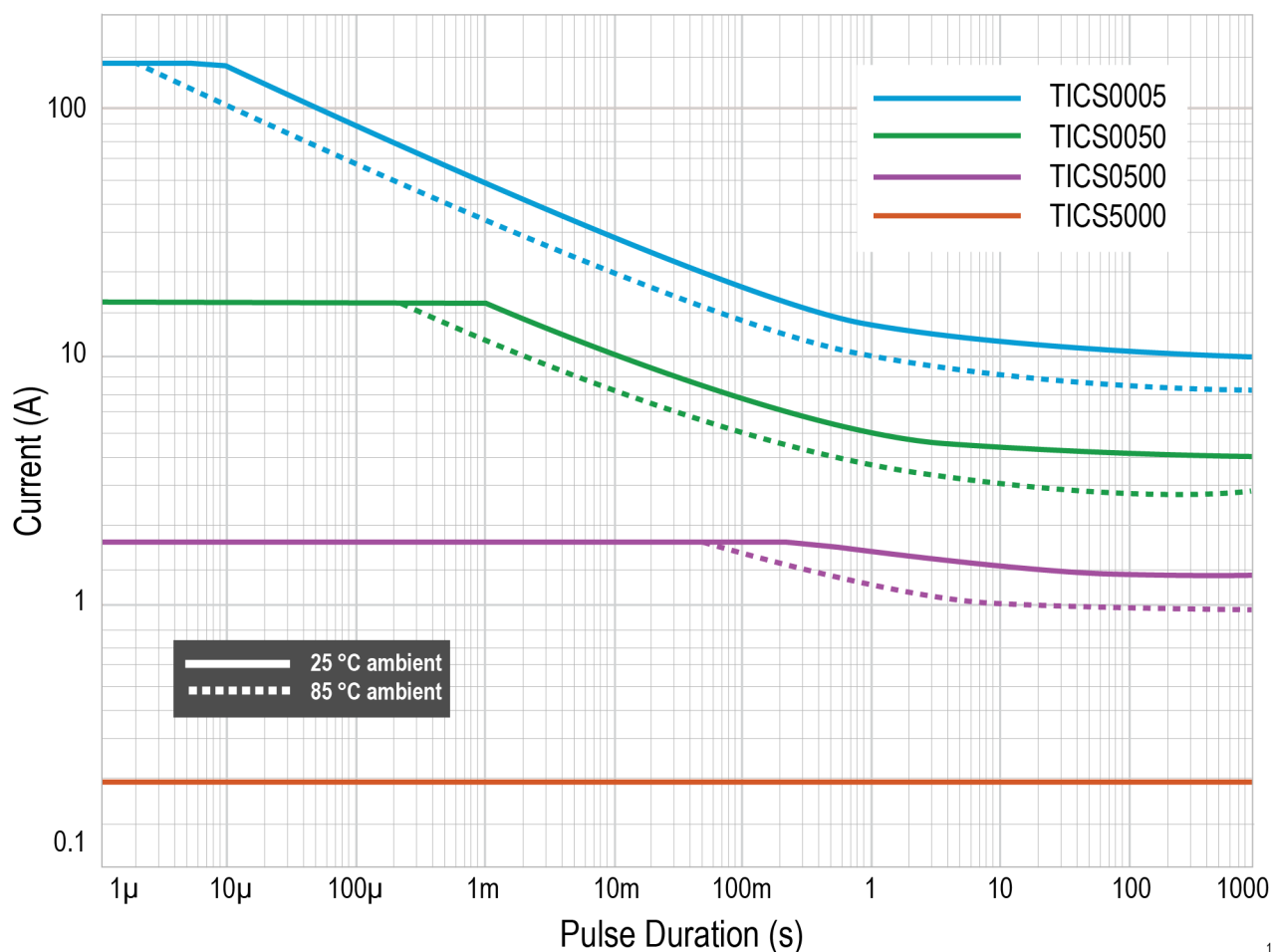
IsoVu isolated current probes common mode rejection ratio (CMRR)



Wideband shunts frequency response



Wideband shunts CMRR



1844-032

Wideband shunts square-wave pulse current derating curve

Pulse Width durations are based on a Square Wave input. For Triangle Wave input (as in Double Pulse Test), the Maximum Pulse Width can be multiplied by 3.5. For example, for a double-pulse test that peaks at 20 A, the 50 mΩ TICS can withstand a 3.5 ms ramp. A 20 A square wave impulse could only be held for 1 ms.

Wideband shunts pulse current derating calculations

Calculate max current for a square current pulse of width t using the following equation:

$$I_{max} = \min \left(\sqrt{\frac{P_{max}}{R_{shunt}}}, \frac{1V}{R_{shunt}} \right)$$

For an isolated pulse or ramp (effectively zero duty cycle):

$$P_{max} = P_d + \frac{C}{\sqrt{t}}$$

For repetitive operation with duty cycle $0 < D \leq 1$, P_{max} is further reduced according to the duty-cycle derating expression below:

$$P_{max} = \frac{P_d}{P_d + D \cdot \frac{C}{\sqrt{t}}} \cdot \left(P_d + \frac{C}{\sqrt{t}} \right)$$

The coefficients P_d and C are tabulated by ambient temperature and shunt model; refer to the following table for values.

Shunt	25°C		85°C	
	C	P_d	C	P_d
5 mΩ	0.6	0.69	0.31	0.36
50 mΩ	0.6	1.0	0.31	0.52
500 mΩ	0.6	1.0	0.31	0.52
5 Ω	0.6	1.0	0.31	0.52

Example

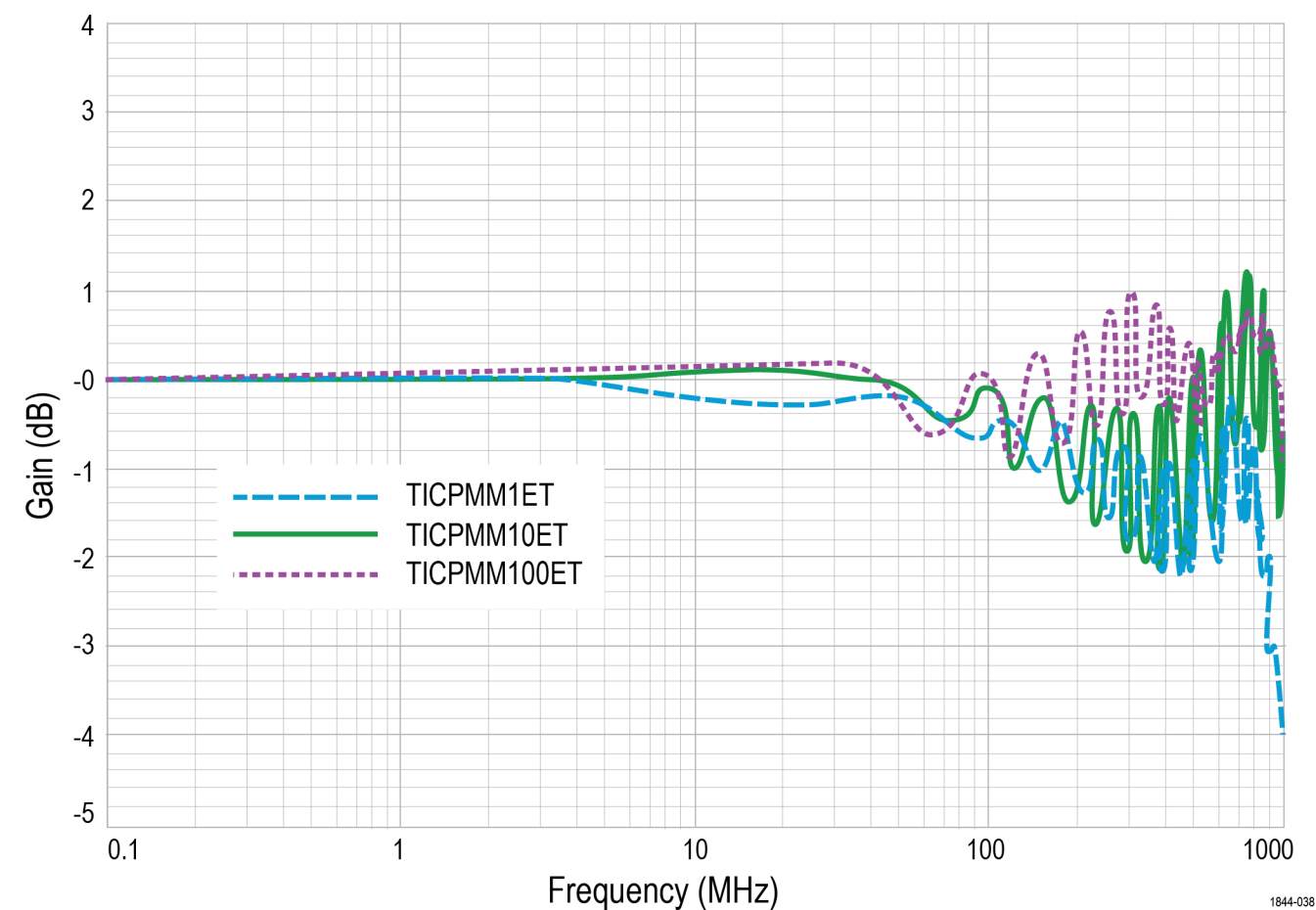
A pulse train double pulse test with 5 pulses starts at 0 A and ramps over a period of 100 μs. Though there are short OFF periods between the pulses, it is more conservative to calculate the pulse width assuming that those periods do not exist and model the ramp as a continuous signal. In addition, because the double pulse test is a ramp waveform, the 3.5X scaling factor is applied to t .

$$R_{shunt} = 5 \text{ m}\Omega, t = \frac{100 \mu s}{3.5} = 28.6 \mu s, P_d = 0.69, C = 0.6$$

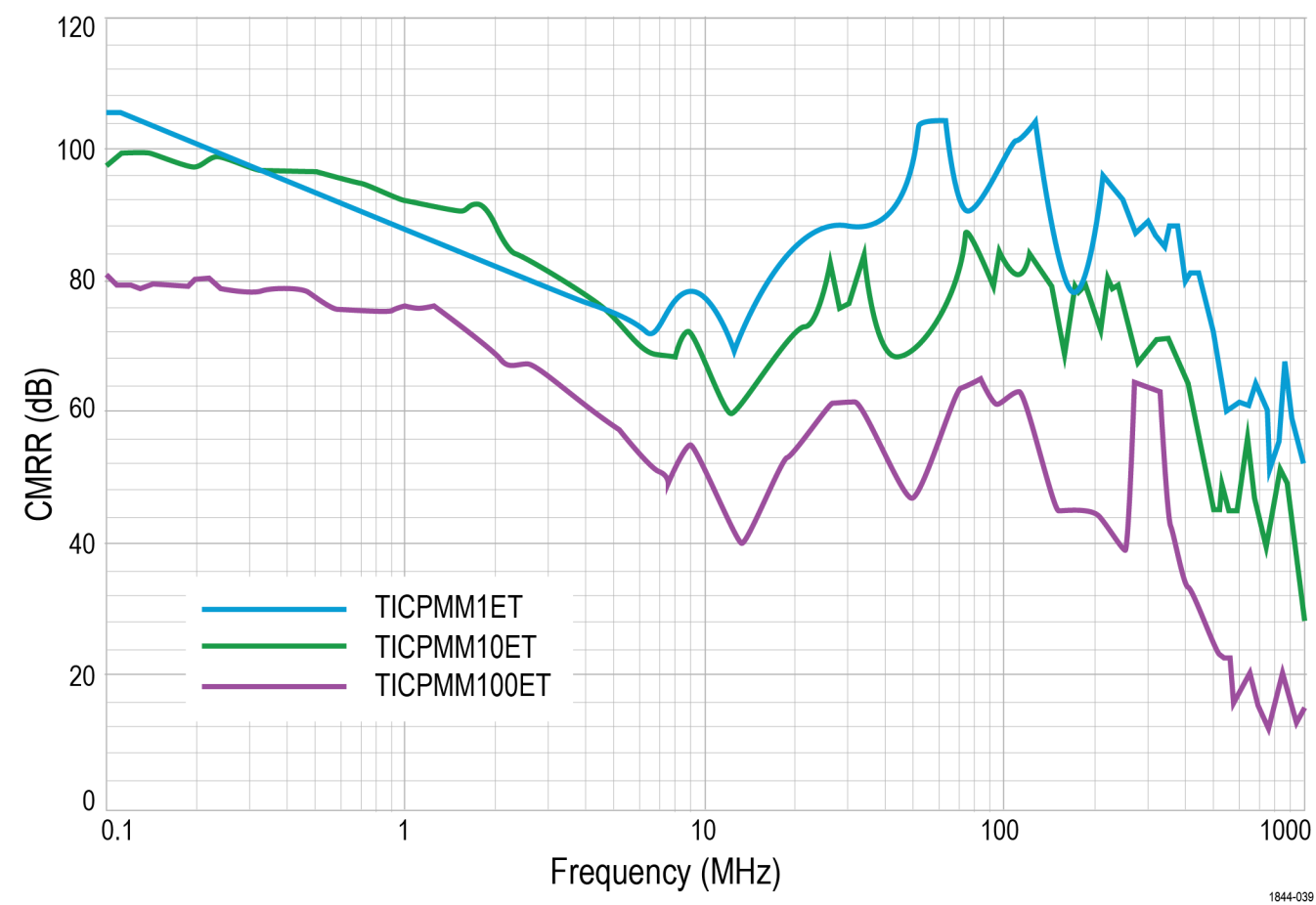
$$P_{max} = P_d + \frac{C}{\sqrt{t}} = 0.69 + \frac{0.6}{\sqrt{28.6 \cdot 10^{-6}}} = 113 \text{ W}$$

$$I_{max} = \sqrt{\frac{P_{max}}{R_{shunt}}} = \sqrt{\frac{113 \text{ W}}{5 \cdot 10^{-3} \Omega}} = 150 \text{ A}$$

The calculation above shows the 5 mΩ TICS0005 will survive a 150 A ramp that lasts less than 100 μs.



Extreme temperature tip frequency response



Extreme temperature tip CMRR

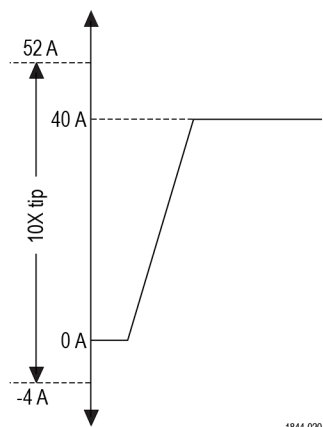
Application Examples

Application examples for Wide Bandgap (WBG) and PMIC power integrity.

WBG example (800V, 40 A typical; 0.125 Ω shunt)

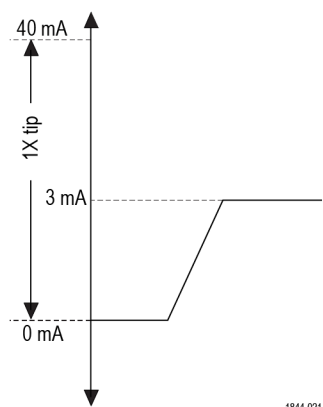
In a 800 V SiC circuit switching at 40 A, a 125 m Ω shunt will produce a 5 V signal. To measure this using the IsoVu isolated current probe the 10X tip must be used. In the ± 3.5 V range apply 24 A of offset.

The measurable current range goes from 52 A to -4 A. At these settings, the RMS noise floor at 250 MHz bandwidth is 2.2 mA RMS



PMIC power integrity (48 V, 3 mA typical; 1 Ω shunt)

On a 48 V PMIC bus, the standby current of 3 mA will produce a 3 mV signal on a 1 Ω shunt. Use the 1X tip in the most sensitive ± 20 mV range, apply offset to view the 3 mA current and capture transients from 0 A to 40 mA with a RMS noise floor of 21.2 μ A



Electrical specifications

Analog bandwidth

Probe tip	Bandwidth
TICPSMA	>1 GHz
TICPMM1	>1 GHz
TICMM10	>1 GHz
TICPMM100	>1 GHz
TICPMM1ET	>700 MHz
TICPMM10ET	>700 MHz
TICPMM100ET	>700 MHz

Linearity

Deviation of from best line is < $\pm 2\%$ of peak FS

Maximum deviation from linear regression expressed as a percentage of the specified dynamic range.

Input impedance

Probe tip	Input resistance	Input capacitance
TICPMM1/TICPMM1ET	50 $\pm 0.5\%$, 49.75 to 50.25	
TICMM10/TICPMM10ET	500 $\pm 2\%$, 490 to 510	<3 pF
TICPMM100/TICPMM100ET	5000 $\pm 2\%$, 4900 to 5100	<3 pF

Isolated guard line impedance (to earth ground)

>120 M Ω , ~17 pF

Offset gain accuracy

$\pm 0.5\%$

Offset linearity

$\pm 0.1\%$

Operating voltage input range

± 0.65 V maximum differential

Input coupling

DC

DC balance

< 0.1 divs

Operating random vibration

0.31 GRMS, 5-500 Hz, 10 minutes per axis, 3 axes (30 minutes total)

Regulatory compliance

EMC

Conforms to European Union EMC Directive (CE-marked)

Safety

Conforms to European Union Low Voltage Directive (CE-marked)

Conforms to ANSI/UL61010-1 (CSA-marked)

Conforms to ANSI/UL61010-2-030 (CSA-marked)

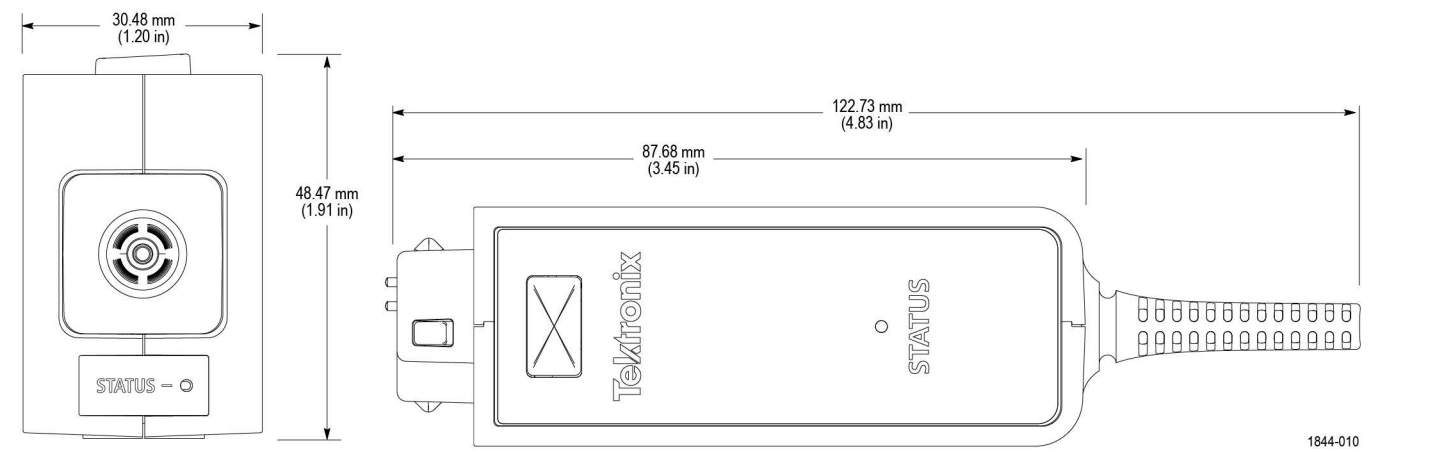
Certified to CAN/CSA C22.2 No.61010-1 (CSA-marked)

Certified to CAN/CSA C22.2 No.61010-2-030 (CSA-marked)

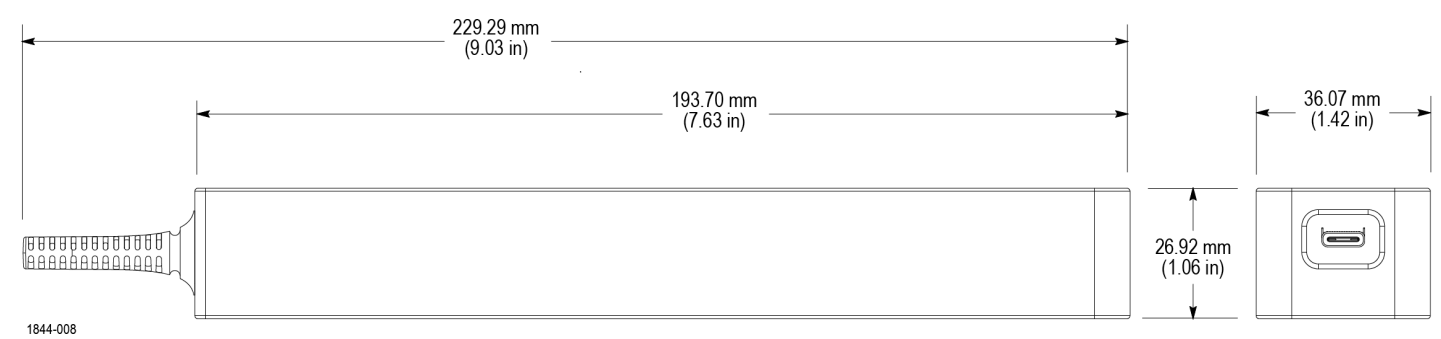
RoHS

Conforms to European Union Restrictions on Hazardous Substances (CE-marked)

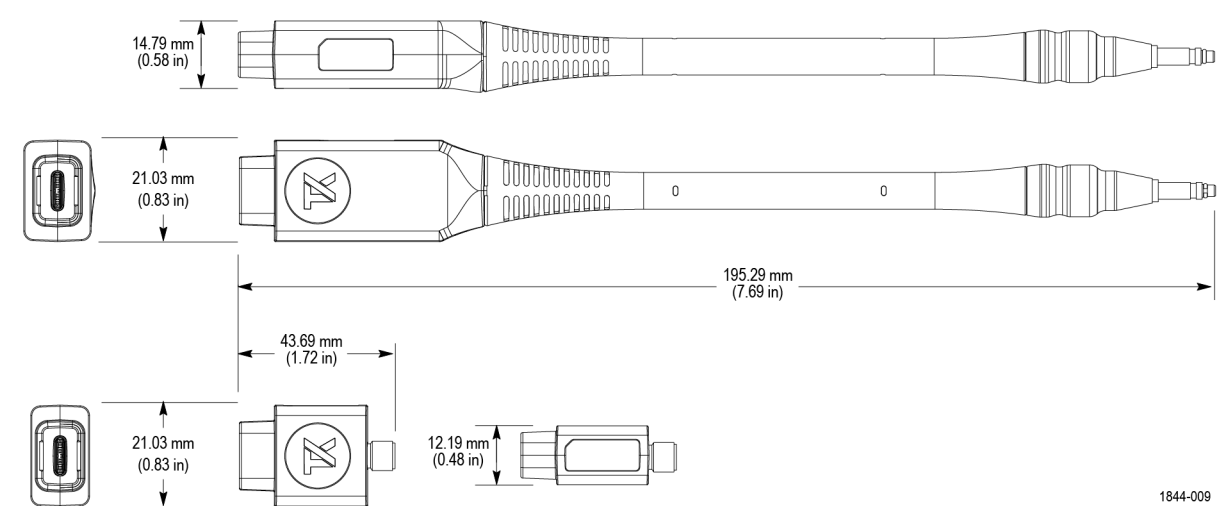
Probe dimensions



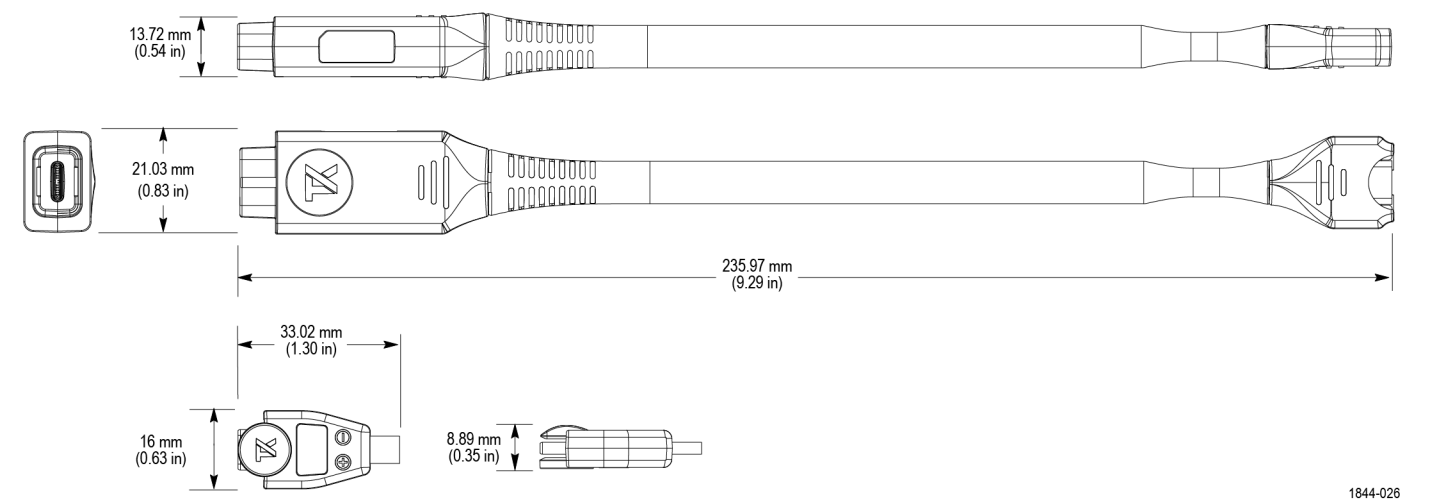
Compensation box



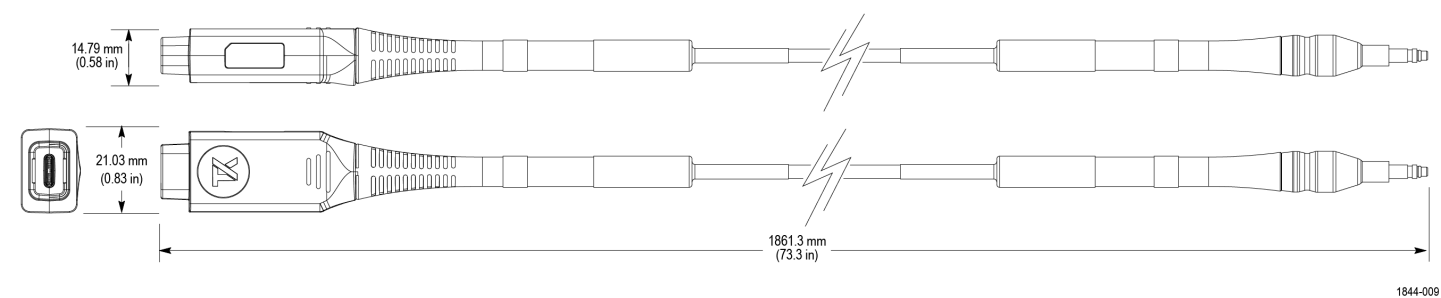
Probe head



Probe tips



Wideband shunts and Twin-ax cable



Extreme temperature tips

Performance verification procedures

Use the following procedures to verify the performance of the IsoVu measurement system. Before beginning the procedures, print the test record and use it to record the performance results.

Required equipment

The equipment required to perform the performance verification procedures are shown in the following table.

Description	Minimum requirements	Example product
Supported oscilloscope with TekVPI interface	50 Ω input support, fully compatible with TekVPI interface	Tektronix 5 Series B MSO
DC voltage source	3 mV to 4 V, $\pm 0.1\%$ accuracy	Fluke 9500C Oscilloscope Calibrator with a Fluke 9540 Active Head
SMA male short circuit connector cap (optional)	Internally shorted, copper plated contact	Fairview Microwave SC2135
Digital multimeter (DMM)	0.1% accuracy or better	Tektronix DMM6500
Precision termination test fixture		Tektronix part number 067-3281-XX
TekVPI calibration performance verification fixture		Tektronix part number 067-1701-XX

System RMS Noise

This procedure verifies that the TICP Series probes are functioning and meet the warranted noise specification. The noise will be measured with no input signal at the most sensitive range.

Before you begin

1. Turn on the TekVPI oscilloscope.
2. Connect the TICP probe to the oscilloscope on channel 1 and remove the TICP probe tip (if attached).
3. Allow the test equipment to warm up for 30 minutes at an ambient temperature of about 20 °C (68 °F).

Procedure

This procedure is valid for all versions of the TICP Series probe.

1. Tap **File > Default Setup**.
2. Run **Signal Path Compensation**, if recommended in **Utility > Calibration...**
3. Run self-calibration ([Self-calibration](#) (on page 40)).
4. Connect the TICPSMA probe tip to TICP probe.
5. Connect the SMA short connector cap to TICPSMA.

6. Enable the TICP channel and use the following **Vertical** menu settings:
 - a. Vertical Scale: **1 mV/div**
7. Edit **Trigger** menu settings as follows:
 - a. Type: **Edge**
 - b. Source: **AC Line**
 - c. Slope: **Rising**
 - d. Level: **0 V**
 - e. Coupling: **DC**
8. Edit **Horizontal** menu settings as follows:
 - a. Horizontal Scale: **100 μ s/div**
 - b. Record Length: **6.25 M**
9. Edit the following Acquisition menu setting:
 - a. Single Sequence Stop After: **1 Acquisitions**
10. Add a measurement with the following settings:
 - a. Amplitude Measurement: **AC RMS**
 - b. Source: **CH 1**
11. Press the **Single / Seq** button to perform the measurement.
12. Record the AC RMS measurement result in the test record table.

System RMS noise test record

Use the test record table for recording the results of the system RMS noise performance verification procedure.

Model number:

Procedure performed by:

Serial number:

Date:

Probe	Maximum noise	Measured noise
TICP025	75 μ V _{rms}	
TICP050	125 μ V _{rms}	
TICP100	155 μ V _{rms}	

DC Gain Accuracy

This procedure verifies that the TICP Series probes are functioning and meet the warranted DC gain accuracy.

Before you begin

1. Turn on the TekVPI oscilloscope.
2. Connect a 067-3281-XX 50 Ω precision termination to the output of the 067-1701-XX fixture.
3. Connect a DMM to the 50 Ω precision output with a BNC tee.
4. Connect a BNC cable from the tee at the output of the 50 Ω precision termination to any other oscilloscope channel. Verify the channel is in 1 M Ω mode and 200 mV/div. This is used for proper grounding only.
5. Connect the 067-1701-XX fixture into channel 1 on the oscilloscope.
6. Connect the TICP Series probe into the 067-1701-XX fixture.
7. Turn on the Fluke 9500B Oscilloscope Calibrator.
8. Connect the Fluke 9530 Active Head to the Fluke 9500B on channel 1.
9. Allow the test equipment to warm up for 30 minutes at an ambient temperature of about 20 °C (68 °F).

Procedure

This procedure is valid for all versions of the TICP Series probe.

1. Tap **File > Default Setup**.
2. Run **Signal Path Compensation**, if recommended in **Utility > Calibration...**
3. Run self-calibration ([Self-calibration](#) (on page 40)).
4. Connect the TICPSMA probe tip to TICP probe.
5. Connect the TICPSMA to the Fluke 9500 Active Head.
6. Enable the TICP channel and use the following **Vertical** menu settings:
 - a. Range Mode: **Manual**
 - b. Range: **500 mV**
 - c. Offset: **0 V**
7. On the Fluke 9500B, select **Mode: Manual Waveform** with the following settings:
 - a. Select **Waveform: DC**
 - b. Select **400 mV/div**
 - c. Turn output **ON**
8. Press the **Single / Seq** button to perform the measurement.
9. Record the DC voltage on the precision 50 Ω resistor in the table.
10. Press **invert voltage (+/-)** button on the Fluke 9500B to apply -400 mV to the probe and record the output voltage in the table.
11. Repeat the entire procedure for the remaining ranges and record the values in the test record table.

DC Gain Accuracy test record

Use the test record table for recording the results of the DC gain accuracy performance verification procedure.

Model number:

Procedure performed by:

Serial number:

Date:

Probe gain is defined as the change in Output divided by the change in input.

$$\text{Gain} = (\text{Measurement1} - \text{Measurement2}) / (\text{Input1} - \text{Input2})$$

Range	Input 1	Input 2	Measured output 1	Measured output 2	Calculated gain	Upper gain limit	Ideal gain	Lower gain limit
500 m	+0.400 V	-0.400 V				1.010	1.000	0.990
350 m	+0.280 V	-0.280 V				1.443	1.429	1.415
250 m	+0.200 V	-0.200 V				2.020	2.000	1.980
175 m	+0.140 V	-0.140 V				2.886	2.857	2.828
125 m	+0.100 V	-0.100 V				4.040	4.000	3.960
90 m	+0.072 V	-0.072 V				5.612	5.556	5.500
65 m	+0.052 V	-0.052 V				7.769	7.692	7.615
45 m	+0.036 V	-0.036 V				11.222	11.111	11.000
30 m	+0.024 V	-0.024 V				16.834	16.667	16.500
20 m	+0.016 V	-0.016 V				25.250	25.000	24.750

DC Balance

This procedure verifies that the TICP Series probes are functioning and meet the warranted residual offset when input is zero and offset is zero.

Before you begin

1. Turn on the TekVPI oscilloscope.
2. Connect a 067-3281-XX 50 Ω precision termination to the output of the 067-1701-XX fixture.
3. Connect a DMM to the 50 Ω precision output with a BNC tee.
4. Connect a BNC cable from the tee at the output of the 50 Ω precision termination to any other oscilloscope channel. Verify the channel is in 1 M Ω mode and 200 mV/div. This is used for proper grounding only.
5. Connect the 067-1701-XX fixture into channel 1 on the oscilloscope.
6. Connect the TICP Series probe into the 067-1701-XX fixture.
7. Allow the test equipment to warm up for 30 minutes at an ambient temperature of about 20 °C (68 °F).

Procedure

This procedure is valid for all versions of the TICP Series probe.

1. Tap **File > Default Setup**.
2. Run **Signal Path Compensation**, if recommended in **Utility > Calibration...**
3. Run self-calibration ([Self-calibration](#) (on page 40)).
4. Attach the TICPSMA probe tip to TICP probe.
5. Enable the TICP channel and use the following **Vertical** menu setting:
 - a. Range mode: **Manual**
 - b. Probe range: **500 mV**
6. Press the **Single / Seq** button to perform the measurement.
 - a. Measure the voltage on the output side of the precision 50 Ω termination with the DMM.
7. Repeat the entire procedure for the remaining ranges and record the values in the test record table.

DC Balance test record

Use the test record table for recording the results of the DC balance performance verification procedure.

Model number:

Procedure performed by:

Serial number:

Date:

The residual output for any range should be less than ± 10 mV.

Range	Limit	Measured
500 mV	± 10 mV	
350 mV	± 10 mV	
250 mV	± 10 mV	
175 mV	± 10 mV	
125 mV	± 10 mV	
90 mV	± 10 mV	
65 mV	± 10 mV	
45 mV	± 10 mV	
30 mV	± 10 mV	
20 mV	± 10 mV	

Offset Gain Accuracy

This procedure verifies that the TICP Series probes are functioning and meet the warranted offset gain accuracy.

Before you begin

1. Turn on the TekVPI oscilloscope.
2. Connect a 067-3281-XX 50 Ω precision termination to the output of the 067-1701-XX fixture.
3. Connect a DMM to the 50 Ω precision output with a BNC tee.
4. Connect a BNC cable from the tee at the output of the 50 Ω precision termination to any other oscilloscope channel. Verify the channel is in 1 M Ω mode and 200 mV/div. This is used for proper grounding only.
5. Connect the 067-1701-XX fixture into channel 1 on the oscilloscope.
6. Connect the TICP Series probe into the 067-1701-XX fixture.
7. Allow the test equipment to warm up for 30 minutes at an ambient temperature of about 20 °C (68 °F).

Procedure

This procedure is valid for all versions of the TICP Series probe.

1. Tap **File > Default Setup**.
2. Run **Signal Path Compensation**, if recommended in **Utility > Calibration...**
3. Run self-calibration ([Self-calibration](#) (on page 40)).
4. Attach the TICPSMA probe tip to TICP probe.
5. Attach the TICPSMA to the Fluke 9500 Active Head.
6. Enable the TICP channel and use the following **Vertical** menu settings:
 - a. Range: **20 mV**
 - b. Offset: **20 mV/div**
7. On the Fluke 9500B, select **Mode: Manual Waveform** with the following settings:
 - a. Select **Waveform: DC**
 - b. Select **20 mV/div**
 - c. Turn output **ON**
8. Press the **Single / Seq** button to perform the measurement.
 - a. Add the offset with value measured on the DMM.
9. Repeat the entire procedure with all of the following oscilloscope offset and Fluke input voltage settings: **0.25 V**, **0 V**, **-0.25 V**, and **-0.5 V**.

Offset Gain Accuracy test record

Use the test record table for recording the results of the offset gain accuracy performance verification procedure.

Model number: Procedure performed by:

Serial number: Date:

1. Input the offset voltages and corresponding measured mean result into Excel.
2. Create a scatter plot of the data with offset voltages in the Y-axis and mean voltages in the X-axis.
3. Add a trend line to the plot and select to show the equation .

The best fit of the data should have a slope between 0.995 and 1.005 to meet a 1% accuracy.

Range	500 mV measurement	250 mV measurement	0 V measurement	-250 mV measurement	-500 mV measurement	Limits	Calculated
20 mV						$0.995 < x < 1.005$	

Maintenance

Information to isolate possible failures and procedures for maintaining your probe.

Service offerings

Tektronix provides service to cover repair under warranty and other services that are designed to meet your specific service needs.

Tektronix service technicians are well equipped to service your probe. Services are provided at Tektronix Service Centers and on-site at your facility, depending on your location. Visit tek.com/service to view all available services. Check the status of your warranty at tek.com/warranty-status-search.

Cleaning

CAUTION: To prevent damage to the measurement system, do not expose it to sprays, liquids, or solvents. Avoid getting moisture inside the comp box or sensor head when cleaning the exterior.

Maintain the integrity of the connectors by keeping them free of contamination. Remove any debris from the connectors using low-pressure, clean, dry, compressed air.

Troubleshooting and error conditions

The following describes the state of each LED and possible problems that you might encounter when taking measurements with the probe. Use this as a quick troubleshooting reference before contacting Tektronix for service.

STATUS LED descriptions

LED	Status	Action
 Green (Solid)	Normal operation	-
 Green (Blinking)	Bulk power failure	Try unplugging and plugging back in. Inspect probe/oscilloscope interface. Service of probe may be required.
 Red (Solid)	Probe application failure	Try unplugging and plugging back in. Service of probe may be required.
 Red (Blinking)	Probe application failure and bulk power failure	Try unplugging and plugging back in. Inspect probe/oscilloscope interface. Service of probe and/or oscilloscope may be required.
 Red (Blinking • –)	No power to the isolated side of the probe	Try unplugging and plugging back in. Service of probe may be required.

Measurement problems and possible solutions

Problem	Solution
DC offset is present in signal	Run self calibration
	Ensure the input signal is within the selected dynamic range of the selected tip
The Square Wave edge appears “smoothed”, rolled off, or uncompensated	Run self calibration
	Make sure the oscilloscope bandwidth filter is set to full bandwidth
	Make sure the input signal is not overdriving the probe input
The measured amplitude is smaller than expected	The input signal may be “railed”
	Make sure the input signal is within the dynamic range of the selected probe tip
	Apply offset to bring the input signal within the dynamic range of the selected probe tip
DC measurement inaccuracy	Run self calibration
	Set the record length to at least 200 μ s (longer is better)
There is too much noise and you cannot accurately measure small signals	Select a tip with lower attenuation
	Set the oscilloscope vertical scale to a smaller value
	Manually select a lower range to lower noise
There is no signal detected; the waveform is a flat line	Remove the tip and check its continuity, referencing the input impedance table.
The probe head loses power intermittently	Make sure the probe head is within its operating temperature range
	Add external cooling; such as a small desktop fan
There is too much common mode noise	Try to remove any accessories, flying leads, or exposed wires between the test point and the probe tip
	Use an MMCX tip with an MMCX test point either designed into the board or as an unplanned test point
No tip detected warning	Detach and reattach the tip

Repack the measurement system for shipment

If you need to return the measurement system to Tektronix for repair, use the original packaging. If this is unavailable or not fit for use, contact your Tektronix representative to obtain new packaging.

When you return the measurement system to Tektronix, attach a tag showing the following information:

- Name of the product owner
- Address of the owner
- Instrument serial number
- A description of problems encountered and/or service required

Remote programming

This section describes commands and queries that can be sent to the sensor head when attached to a Tektronix oscilloscope. Long-form and short-form keywords are indicated with upper/lower case letters. The commands and queries are supported by most oscilloscopes; differences in supporting oscilloscopes, if any, are described with the commands.

For additional information, refer to the programmer documentation for your oscilloscope.

CH<x>:PRObe? (Query Only)

This query-only command returns all information concerning the probe that is attached to the specified channel. The channel is specified by x.

Syntax

CH<x>:PRObe?

Examples

CH2:PROBE? might return **1.0000E-01; RESISTANCE 1.0000E+07; UNITS "V"; ID:TYPE "10X" SERNUMBER "N/A"** for a 10X probe, indicating that (among other parameters) the attenuation factor for the probe attached to Channel 2 is 100.0 mV (assuming that probe units are set to volts).

CH<x>:PRObe:AUTOZero (No Query Form)

This command executes the AutoZero function. The operation is entirely performed by the oscilloscope. The channel is specified by x.

Refer to the self-calibration procedure for information on performing the self calibration. Self-calibration

Syntax

CH<x>:PRObe:AUTOZero EXECute

Arguments

EXECute sets the probe attached to the specified channel to AutoZero.

Examples

CH1:PROBE:AUTOZERO EXECUTE sets the probe attached to the Channel 1 to autozero.

CH<x>:PRObe:FORCEDRange

The command selects the dynamic range of probe (1 of 9) in +/-V. It is dependent on the attached probe tip. The channel is specified by x. The command should only be used when **CH<x>:PROBECONTROL** is set to **MANUAL**

Probe tip cables and dynamic ranges

Probe tip cable	Dynamic Range +/-V
No tip or 1X tip	0.02 0.03 0.045 0.065 0.09 0.125 0.175 0.25 0.35 0.5
10X	0.2 0.3 0.45 0.65 0.9 1.25 1.75 2.5 3.5 5.0
100X	2 3 4.5 6.5 9 12.5 17.5 25 35 50

The query returns the dynamic range of the probe tip in +/-V.

Syntax

CH2:PRObe:FORCEDRange <NR3>

CH2:PRObe:FORCEDRange?

Arguments

<NR3> specifies the probe dynamic range

Examples

If a current probe is attached to the Channel 1 input, **CH1:PROBE:FORCEDRANGE 5.0** sets the attached probe to its 5 V range.

CH3:PROBE:FORCEDRANGE? might return **5.0000**, indicating that the range of the probe attached to the Channel 3 is set to 5 V.

CH<x>:PRObe:GAIN? (Query Only)

The command returns the gain factor of the currently selected range (inverse of attenuation). The channel is specified by x.

Syntax

CH<x>:PRObe:GAIN?

Examples

CH2:PROBE:GAIN? might return **100.0000E-3**, indicating that the attached 10X probe delivers 0.1 V to the Channel 2 BNC for every 1.0 V applied to the probe input.

CH<x>:PRObe:ID? (Query Only)

This query-only command returns the type and serial number of the probe that is attached to the specified channel. The channel is specified by x.

Syntax

CH<x>:PRObe:ID?

Examples

CH2:PROBE:ID? might return "**B010289**";"**TICP100**", indicating that a TICP100 probe with serial number B010289 is attached to Channel 2.

CH<x>:PRObe:ID:SERnumber? (Query Only)

This query-only command returns the serial number of the probe that is attached to the specified channel. The channel is specified by x. For Level 0 and 1 probes, the serial number will be "N/A".

Syntax

CH<x>:PRObe:ID:SERnumber?

Examples

CH1:PROBE:ID:SERNUMBER? might return "**B010289**", indicating that the serial number of the probe attached to Channel 1 is B010289.

CH<x>:PRObe:ID:TYPE? (Query Only)

This query-only command returns the type of probe that is attached to the specified channel. The channel is specified by x.

Syntax

CH<x>:PRObe:ID:TYPE?

Examples

CH1:PROBE:ID:TYPE? might return "**TICP100**", indicating that a TICP100 probe is attached to Channel 1.

CH<x>:PRObe:SELFCal:State? (Query Only)

This query-only command returns the self-calibration state of RECOMMENDED, RUNNING, or PASSED. The channel is specified by x.

Syntax

CH<x>:PRObe:SELFCal:State?

Examples

CH1:PRObe:SELFCal:State? might return **RUNNING**, indicating that the Channel 1 probe is currently running a self-calibration.

CH<x>:PRObe:SELFCal

This query-only command initiates self-calibration on the probe. The channel is specified by x.

Syntax

CH<x>:PRObe:SELFCal EXECUTE

Examples

CH1:PRObe:SELFCal EXECUTE runs self-calibration on the Channel 1 probe.

CH<x>:PRObe:STATus? (Query Only)

This command queries the probe unsigned integer error value. The channel is specified by x.

Conditions

Requires a probe that supports the relevant error messages.

Syntax

CH<x>:PRObe:STATus?

Returns

Returns an integer number that represents the sum total of binary error bits B0 – B15. The error bits are not displayed; they are concatenated into the integer value. The following is a list of the error for each bit.

- B0 – Probe disabled
- B1 – Jaws open
- B2 – Over range
- B3 – Probe temperature out of limits
- B4 – Degauss needed
- B5 – Probe tip missing
- B6 – Probe tip failed
- B7 – Probe tip not supported
- B8 – self-calibration is needed or recommended (the query will return 256 in decimal format)
- B9 through B15 – Reserved

Examples

CH4:PRObe:STATus? might return **2**, indicating that the probe is reporting an open jaws error.

CH<x>:PRObe:UNIts? (Query Only)

This query-only command returns a string describing the units of measure for the probe attached to the specified channel. The channel is specified by x.

Syntax

CH<x>:PRObe:UNIts?

Examples

CH4:PROBE:UNITS? might return **"V"**, indicating that the unit of measure for the probe attached to Channel 4 is Volts.

CH<x>:PROBECOntrol

This command sets or queries multirange probe range-control policy preference of the probe that is attached to CH<x>. The channel number is specified by x.

Syntax

CH<x>:PROBECOntrol {AUTO|MANual}

CH<x>:PROBECOntrol?

Arguments

AUTO sets the values. The probe range is automatically calculated.

MANual allows you to select various valid values for the probe connected to a particular channel.

Examples

CH2:PROBECONTROL AUTO sets the values and the probe range is automatically calculated.

CH2:PROBECONTROL? might return **MANUAL** indicating that you can select various valid values for the probe connected to channel 2

CH<x>:PROBEFunc:EXTAtten

This command is used to specify the attenuation value as a multiplier to the given scale factor on the specified channel. The channel is specified by x.

The query form of this command returns the user-specified attenuation.

Syntax

CH<x>:PROBEFunc:EXTAtten <NR3>

CH<x>:PROBEFunc:EXTAtten?

Arguments

<NR3> is the attenuation value, which is specified as a multiplier in the range from 1.00E-10 to 1.00E+10.

Examples

CH1:PROBEFUNC:EXTATTEN 167.00E-3 specifies an external attenuation, which is connected between the your input signal and the input of the probe attached to Channel 1.

CH2:PROBEFUNC:EXTATTEN? might return **1.0000E+00**, indicating that the probe attached to Channel 2 is connected directly to the user's signal.

CH<x>:PROBEFunc:EXTDBatten

This command sets or queries the input-output ratio (expressed in decibel units) of external attenuation or gain between the signal and the instrument input channels. The channel is specified by x.

The query form of this command returns the user-specified attenuation in decibels.

Syntax

CH<x>:PROBEFunc:EXTDBatten <NR3>

CH<x>:PROBEFunc:EXTDBatten?

Arguments

<NR3> is the attenuation value, which is specified in the range from -200.00 dB to 200.00 dB.

Examples

CH3:PROBEFunc:EXTDBATTEN 2.5 specifies an external 2.5 dB attenuator on Channel 3.

CH1:PROBEFunc:EXTDBATTEN? might return **2.5000E+00**, indicating that the attenuation for Channel 1 is 2.5 dB.

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits

This command sets the unit of measurement for the external attenuator of the specified channel. The channel is specified by x. The alternate units are used if they are enabled. Use the **CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits:STATE** command to enable or disable the alternate units.

Syntax

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits <QString>

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits?

Arguments

<QString> indicates the attenuation unit of measurement for the specified channel.

Examples

CH4:PROBEFunc:EXTUNITS "Pascals" sets the unit of measurement for the Channel 4 external attenuator.

CH2:PROBEFunc:EXTUNITS? might return **"Pascals"**, indicating that the Channel 2 external attenuator unit of measurement is Pascals.

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits:STATE

This command sets or queries the custom units enable state for the specified channel. The channel is specified by x.

Syntax

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits:STATE {ON|OFF|<NR1>}

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits:STATE?

Arguments

OFF argument turns off external units.

ON argument turns on external units.

<NR1> = 0 turns off external units; any other value turns on external units.

Examples

CH2:PROBEFunc:EXTUnits:STATE ON turns on external units.

CH2:PROBEFunc:EXTUnits:STATE? might return **0**, indicating that external units are off for the specified channel.

CH<x>:PROBE:DYNAMICRANGE? (Query Only)

This command queries the dynamic range of the probe that is attached to the specified channel. The channel is specified by x.

Syntax

CH<x>:PROBE:DYNAMICRANGE?

Returns

The returned value is the delta between the current minimum and maximum range with some tolerance. It is also the delta between the probe range indicators (if currently displayed).

Examples

CH1:PROBE:DYNAMICRANGE? might return **1.3056**, indicating that the dynamic range of the probe attached to the Channel 1 is set to 1.3056 V.

TICP-Serie

Isolierte IsoVu™ Stromtastköpfe

Benutzerhandbuch

Jetzt registrieren!

Klicken Sie auf den folgenden Link, um Ihr Produkt zu schützen.

www.tek.com/register



Copyright © 2026, Tektronix, Inc. Alle Rechte vorbehalten. Lizenzierte Software-Produkte stellen Eigentum von Tektronix oder Tochterunternehmen bzw. Zulieferern des Unternehmens dar und sind durch das nationale Urheberrecht und die Bestimmungen internationaler Verträge geschützt. Tektronix-Produkte sind durch erteilte und angemeldete Patente in den USA und anderen Ländern geschützt. Die Informationen in dieser Veröffentlichung ersetzen alle in bisher veröffentlichten Materialien enthaltenen Informationen. Änderungen der Spezifikationen und der Preisgestaltung vorbehalten.

TEKTRONIX und TEK sind eingetragene Marken der Tektronix, Inc.

Dies ist die Übersetzung der Originalanleitung in die deutsche Sprache.

Unter tek.com/eula finden Sie die Endbenutzer-Lizenzvereinbarung von Tektronix.



Tektronix-Kontaktinformationen

Tektronix, Inc.
13725 SW Karl Braun Drive
P.O. Box 500
Beaverton, OR 97077
USA

Informationen zu diesem Produkt und dessen Verkauf sowie zum Kundendienst und technischen Support erhalten Sie:

Diesen erreichen Sie in Nordamerika unter der Rufnummer 1-800-833-9200.

Besuchen Sie für andere Regionen www.tek.com, um einen Ansprechpartner in Ihrer Nähe zu finden.

Contents

Softwarelizenzen von Drittanbietern	6
Wichtige Sicherheitsinformationen	7
Allgemeine Sicherheitshinweise	7
Verhütung von Bränden und Verletzungen	8
Tastköpfe und Prüfleitungen	9
In diesem Handbuch und auf dem Produkt verwendete Begriffe	10
Symbole am Gerät	11
Erforderliche Abstände	12
Informationen zur Einhaltung von Vorschriften	14
Einhaltung von Sicherheitsbestimmungen	14
Elektrische Kenngrößen	15
Einhaltung von Umweltschutzbestimmungen	16
Vorwort	17
Die wichtigsten Leistungsdaten und Merkmale	18
Modellübersicht	18
Standardzubehör	18
Empfohlenes Zubehör	20
Hinweise zur Bedienung	23
TICP-Blockdiagramm	23
Bewährte Methoden bei der Handhabung des Messsystems	25
Umgebungs Voraussetzungen	25
Bedienelemente und Anzeigen	26
Kabel-Kennzeichen	26
Tastkopfspitzen	27
Installation der Ferritklemme	28
Anschließen an eine Schaltung	29
Installation des Dreibeinstativadapters	31
Installation mit Zweibeinstativ	32
Anschluss des SMA-Adapters	33
Anschließen der Breitband-Nebenabschlusswiderstände	33
Installation des Nebenabschlusswiderstands an einen Vierkantstift	34
Installieren des Nebenabschlusswiderstands mit dem Twisted-Pair-Lötgerät	35
Anschluss der Extremtemperaturspitzen	36
Installieren der Tastkopfspitzenadapter	37
Installieren der rechteckigen Stiftanschlüsse an der Leiterplatte	39
Menü Probe Setup (Tastkopfeinstellung)	41

Selbstkalibrierung.	42
AutoZero.	42
Auto Range (Automatischer Bereich).	42
Bereiche.	43
Auswahl der Tastkopfspitze.	44
„Deskew“ (Versatzausgleich).	44
Input offset.	44
Spannungsbereich.	45
Gleichtaktspannungsbereich.	45
Offset-Spannungsbereich.	45
Maximaler Bereich der zerstörungsfreien Differenzspannung.	45
Spezifikationen.	47
Übersicht über Tastköpfe und Spitzen.	47
Anwendungsbeispiele.	65
Elektrische Spezifikationen.	66
Einhaltung gesetzlicher Vorschriften.	67
Abmessungen der Tastköpfe.	68
Verfahren zur Leistungsprüfung.	70
Erforderliche Instrumente.	70
Effektivrauschen des Systems.	70
Testprotokoll zum Effektivrauschen des Systems.	71
Genauigkeit der Gleichspannungs-Verstärkung.	72
Testprotokoll zur Genauigkeit der Gleichspannungs-Verstärkung.	73
DC-Balance.	74
Testprotokoll zur Gleichspannungssymmetrie.	75
Offset-Verstärkungsgenauigkeit.	76
Testprotokoll Offset der Gleichspannungs-Verstärkung.	77
Wartung.	79
Serviceangebote.	79
Reinigung.	79
Fehlerbehebung und Fehlerbedingungen.	79
Wiederverpacken des Messsystems zum Versenden.	81
Fernprogrammierungsfunktion.	82
CH<x>:PRObe? (Nur Abfrage).	82
CH<x>:PRObe:AUTOZero (Kein Abfrageformat).	82
CH<x>:PRObe:FORCEDRange.	83
CH<x>:PRObe:GAIN? (Nur Abfrage).	83
CH<x>:PRObe:ID? (Nur Abfrage).	84
CH<x>:PRObe:ID:SERnumber? (Nur Abfrage).	84
CH<x>:PRObe:ID:TYPE? (Nur Abfrage).	84
CH<x>:PRObe:SELFCal:State? (Nur Abfrage).	84
CH<x>:PRObe:SELFCal.	85
CH<x>:PRObe:STATus? (Nur Abfrage).	85

CH<x>:PRObe:UNIts? (Nur Abfrage)	85
CH<x>:PROBEControl.	86
CH<x>:PROBEFunc:EXTAtten.	86
CH<x>:PROBEFunc:EXTDBatten.	87
CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits.	87
CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits:STATE.	88
CH<x>:PROBE:DYNAMICRANGE? (Nur Abfrage).	88

Softwarelizenzen von Drittanbietern

Freescal Kinetis Design Studio

Dieses Komponentenmodul wird von Processor Expert erstellt. Es darf nicht verändert werden.

Copyright: 1997 – 2015 Freescale Semiconductor, Inc.

Alle Rechte vorbehalten.

Weiterverbreitung in kompilierter oder nichtkompilierter Form, mit oder ohne Veränderung, sind unter den folgenden Bedingungen zulässig:

- Die Weiterverbreitung von nicht kompilierten Exemplaren muss den obigen Copyright-Hinweis, diese Liste der Bedingungen und den folgenden Haftungsausschluss im Quellcode enthalten.
- Weiterverbreitete kompilierte Exemplare müssen das obere Copyright, die Liste der Bedingungen und den folgenden Verzicht in der Dokumentation und/oder anderen Materialien, die mit dem Exemplar verbreitet werden, enthalten.
- Ohne ausdrückliche vorherige schriftliche Genehmigung dürfen weder der Name von Freescale Semiconductor, Inc. noch die Namen der Mitwirkenden dürfen zur Unterstützung oder Bewerbung von aus dieser Software abgeleiteten Produkten verwendet werden.

DIESE SOFTWARE WIRD VON DEN URHEBERRECHTSINHABERN UND MITWIRKENDEN „WIE BESEHEN“ ZUR VERFÜGUNG GESTELLT, UND JEDLICHE AUSDRÜCKLICHE ODER STILLSCHWEIGENDE GARANTIE, EINSCHLIESSLICH, ABER NICHT BESCHRÄNKT AUF DIE STILLSCHWEIGENDE GARANTIE DER MARKTGÄNGIGKEIT UND EIGNUNG FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK, WIRD ABGELEHNT. UNTER KEINEN UMSTÄNDEN HAFTEN DER URHEBERRECHTSINHABER ODER DIE MITWIRKENDEN FÜR DIREKTE, INDIREKTE, ZUFÄLLIGE, BESONDERE, BEISPIELHAFTE SCHÄDEN ODER FOLGESCHÄDEN (UNTER ANDEREM FÜR DIE BESCHAFFUNG VON ERSATZGÜTERN ODER -DIENSTLEISTUNGEN, FÜR NUTZUNGS-, DATEN- ODER GEWINNVERLUSTE ODER FÜR GESCHÄFTSUNTERBRECHUNGEN), UNABHÄNGIG DAVON, WIE DIESE VERURSACHT WURDEN UND AUF WELCHER HAFTUNGSTHEORIE SIE BERUHEN, UNABHÄNGIG DAVON, OB ES SICH UM VERTRAGSHAFTUNG, VERSCHULDENSUNABHÄNGIGE HAFTUNG ODER UNERLAUBTE HANDLUNG (EINSCHLIESSLICH FAHRLÄSSIGKEIT ODER SONSTIGES) HANDELT, DIE IN IRGEND EINER WEISE AUS DER NUTZUNG DIESER SOFTWARE RESULTIEREN, SELBST WENN AUF DIE MÖGLICHKEIT EINES SOLCHEN SCHADENS HINGEWIESEN WURDE.

[http: www.freescale.com](http://www.freescale.com)

mail: support@freescale.com

IAR Embedded Workbench for ARM

IARSourceLicense.txt Version 1.0

Die folgende Lizenzvereinbarung gilt für Linker-Befehlsdateien, Beispielprojekte, sofern nicht ausdrücklich eine andere Lizenz angegeben ist, den cstartup-Code, low_level_init.c und einige andere Dateien der Low-Level-Laufzeitbibliothek.

Copyright 2012, IAR Systems AB.

Dieser Quellcode ist das Eigentum von IAR Systems. Der Quellcode darf nur zusammen mit der IAR Embedded Workbench verwendet werden. Die Weiterverbreitung und Verwendung in Quell- und Binärform, mit oder ohne Modifikation, ist gestattet, sofern die folgenden Bedingungen erfüllt sind:

- Die Weitergabe des Quellcodes, ganz oder teilweise, muss den obigen Copyright-Hinweis, diese Liste von Bedingungen und den unten stehenden Haftungsausschluss enthalten.
- Der Name IAR Systems darf ohne ausdrückliche vorherige schriftliche Genehmigung nicht zur Unterstützung oder Bewerbung von aus dieser Software abgeleiteten Produkten verwendet werden.

DIE SOFTWARE WIRD OHNE MÄNGELGEWÄHR („WIE BESEHEN“) ZUR VERFÜGUNG GESTELLT, UND DER AUTOR LEHNT JEGLICHE GEWÄHRLEISTUNG IN BEZUG AUF DIESE SOFTWARE AB, EINSCHLIESSLICH ALLER STILLSCHWEIGENDEN GEWÄHRLEISTUNGEN DER MARKTGÄNGIGKEIT UND GEBRAUCHSTAUGLICHKEIT. UNTER KEINEN UMSTÄNDEN HAFTET DER AUTOR FÜR BESONDERE, DIREKTE, INDIREKTE ODER FOLGESCHÄDEN ODER FÜR SCHÄDEN, DIE DURCH NUTZUNGSAusFALL, DATENVERLUST ODER ENTGANGENE GEWINNE ENTSTEHEN, UNABHÄNGIG DAVON, OB ES SICH UM EINE VERTRAGSKLAGE, FAHRLÄSSIGKEIT ODER EINE ANDERE UNERLAUBTE HANDLUNG HANDELT, DIE SICH AUS ODER IN VERBINDUNG MIT DER NUTZUNG ODER LEISTUNG DIESER SOFTWARE ERGEBEN.

Wichtige Sicherheitsinformationen

Dieses Handbuch enthält Informationen und Warnhinweise, die vom Benutzer befolgt werden müssen, um einen sicheren Betrieb und Zustand des Geräts zu gewährleisten.

Zur sicheren Durchführung von Wartungs- und Reparaturarbeiten an diesem Gerät siehe unter *Sicherheit bei Wartungsarbeiten* nach den *Allgemeinen Sicherheitshinweisen*.

Allgemeine Sicherheitshinweise

Verwenden Sie dieses Gerät nur gemäß Spezifikation. Beachten Sie zum Schutz vor Verletzungen und zur Verhinderung von Schäden an diesem Gerät oder an daran angeschlossenen Geräten die folgenden Sicherheitshinweise. Lesen Sie alle Anweisungen sorgfältig durch. Bewahren Sie diese Anweisungen auf, damit Sie später darin nachlesen können.

Das Produkt muss unter Einhaltung lokaler und nationaler Vorschriften verwendet werden.

Für einen sachgemäßen und sicheren Betrieb des Geräts ist es ganz wesentlich, dass Sie neben den in diesem Handbuch aufgeführten Sicherheitshinweisen auch allgemeingültige Sicherheitsmaßnahmen ergreifen.

Das Gerät ist ausschließlich für den Gebrauch durch geschultes Personal konzipiert.

Die Abdeckung sollte nur zu Reparatur-, Wartungs- oder Einstellungszwecken und nur von qualifiziertem Personal entfernt werden, das die damit verbundenen Risiken kennt.

Prüfen Sie vor jedem Gebrauch mit Hilfe einer bekannten Quelle, ob das Gerät ordnungsgemäß funktioniert.

Dieses Gerät ist nicht zum Erfassen gefährlicher Spannungen geeignet.

Verwenden Sie bei Arbeiten in der Nähe von freiliegenden spannungsführenden Leitern eine persönliche Schutzausrüstung, um Verletzungen durch einen Stromschlag oder Lichtbogen zu vermeiden.

Dieses Gerät ist nur zur Verwendung außerhalb des Wohnbereichs gedacht. Eine Nutzung in Wohngebieten kann elektromagnetische Störungen verursachen.

Während der Verwendung dieses Produkts müssen Sie eventuell auf andere Teile eines größeren Systems zugreifen. Beachten Sie die Sicherheitsabschnitte in anderen Gerätehandbüchern bezüglich Warn- und Vorsichtshinweisen zum Betrieb des Systems.

Wird dieses Gerät in ein System integriert, so liegt die Verantwortung für die Sicherheit des Systems beim Systemintegrator.

Verhütung von Bränden und Verletzungen

Alle Kenndaten der Anschlüsse beachten

Beachten Sie zur Verhütung von Bränden oder Stromschlägen die Kenndatenangaben und Kennzeichnungen am Gerät. Lesen Sie die entsprechenden Angaben im Gerätehandbuch, bevor Sie das Gerät anschließen.

Überschreiten Sie nicht den Nennwert der Messkategorie (CAT), der Spannung oder der Stromstärke für die Einzelkomponente eines Produkts, Tastkopfs oder Zubehörteils mit dem niedrigsten Nennwert.

Kein Potential an Anschlüsse – einschließlich des gemeinsamen Anschlusses – anlegen, das den maximalen Nennwert dieses Anschlusses übersteigt.

Die Messanschlussklemmen an diesem Gerät sind nicht für den Anschluss an Stromkreise der Überspannungskategorie IV vorgesehen.

Schließen Sie Stromtastköpfe nur an Leitungen mit einer Spannung von höchstens der Nennspannung des jeweiligen Stromtastkopfes an.

Gerät nicht ohne Abdeckungen betreiben

Bedienen Sie dieses Produkt nur bei vollständig angebrachten Abdeckungen bzw. Platten und bei geschlossenem Gehäuse. Kontakt mit gefährlichen Spannungen ist möglich.

Freiliegender Leitungen und Anschlüsse vermeiden

Berühren Sie keine freiliegenden Anschlüsse oder Bauteile, wenn diese unter Spannung stehen.

Gerät nicht betreiben, wenn ein Defekt vermutet wird

Wenn Sie vermuten, dass das Gerät beschädigt ist, lassen Sie es von qualifiziertem Wartungspersonal überprüfen.

Ist das Gerät beschädigt, deaktivieren Sie es. Verwenden Sie das Produkt nur, wenn es keine Schäden aufweist und ordnungsgemäß funktioniert. Wenn Sie Zweifel bezüglich der Sicherheit des Geräts haben, schalten Sie es aus. Kennzeichnen Sie das Gerät entsprechend, um zu verhindern, dass es erneut in Betrieb genommen wird.

Vor der Verwendung müssen Spannungstastköpfe, Prüflleitungen und Zubehör auf mechanische Beschädigung untersucht und bei Bedarf ausgetauscht werden. Verwenden Sie Tastköpfe und Prüflleitungen nur dann, wenn sie keine Schäden aufweisen, wenn keine Metallteile freiliegen und wenn die Verschleißmarkierung nicht zu sehen ist.

Prüfen Sie das Gerät vor dem Gebrauch auf äußerliche Unversehrtheit. Halten Sie Ausschau nach Rissen oder fehlenden Teilen.

Verwenden Sie nur die angegebenen Ersatzteile.

Nicht bei hoher Feuchtigkeit oder bei Nässe betreiben

Bedenken Sie, dass bei einem Wechsel von einer kalten in eine warme Umgebung Kondensationserscheinungen am Gerät auftreten können.

Nicht in einer explosionsfähigen Atmosphäre betreiben

Oberflächen des Geräts sauber und trocken halten

Entfernen Sie die Eingangssignale, bevor Sie das Produkt reinigen.

Vermeiden Sie die Verwendung chemischer Kontaktreiniger am Tastkopf und an den Tastkopfspitzen, da diese vorübergehende oder dauerhafte Schäden verursachen und die Funktionalität des Tastkopfs beeinträchtigen können. Zur Reinigung wird die Verwendung von Druckluft empfohlen.

Für eine sichere Arbeitsumgebung sorgen

Stellen Sie das Gerät stets so auf, dass die Anzeige und die Markierungen gut eingesehen werden können.

Vermeiden Sie eine unangemessene oder übermäßig lange Verwendung von Tastaturen, Pointern und Tastenfeldern. Eine unangemessene oder übermäßig lange Verwendung von Tastaturen oder Pointern kann zu schweren Verletzungen führen.

Achten Sie darauf, dass Ihr Arbeitsplatz den geltenden ergonomischen Standards entspricht. Lassen Sie sich von einem Ergonomiespezialisten beraten, damit Sie sich keine Verletzungen durch eine zu starke Beanspruchung zuziehen.

Tastköpfe und Prüflleitungen

WARNING: Um einen Stromschlag zu vermeiden, halten Sie das Tastkopfkabel so weit wie möglich von der Spitze und den Hochspannungskreisen entfernt. Die Nennspannung des Tastkopfkabels ist geringer als die Nennspannung der Tastkopfspitze. Daher bietet das Tastkopfkabel möglicherweise keinen ausreichenden Schutz.

Um einen Stromschlag zu vermeiden, darf der Tastkopf nicht verwendet werden, wenn die Verschleißanzeige am Kabel sichtbar wird. Wenden Sie sich für Ersatz an tek.com.

Vorsicht bei Hochspannungen

Achten Sie auf die Nennspannungen der verwendeten Tastköpfe, und überschreiten Sie diese in keinem Fall. Diese zwei Nennwerte sind wichtig und müssen eingehalten werden:

- Die maximale Messspannung zwischen Tastkopfspitze und Tastkopf-Bezugsleiter.
- Die maximale potenzialfreie Spannung zwischen Tastkopf-Bezugsleiter und Erdung.

Diese beiden Nennspannungen hängen vom Tastkopf und von Ihrer Anwendung ab. Im Abschnitt „Spezifikationen“ des Handbuchs finden Sie zusätzliche Informationen.

WARNING: Um Stromschläge zu vermeiden, überschreiten Sie nicht die maximale Messspannung bzw. potenzialfreie Spannung des BNC-Eingangssteckers des Oszilloskops, der Tastkopfspitze und des Tastkopf-Bezugsleiters.

Ordnungsgemäßes Anschließen und Trennen.

Trennen oder schließen Sie keine Tastköpfe oder Prüflleitungen an, während diese an eine Spannungsquelle angeschlossen sind.

Verwenden Sie nur isolierte Spannungstastköpfe, Prüflleitungen und Adapter, die mit dem Produkt geliefert wurden oder die von Tektronix als geeignetes Zubehör für das Produkt genannt werden.

Trennen Sie den Messkreis von der Stromquelle, bevor Sie den Stromtastkopf anschließen oder trennen.

Schließen Sie Strom-Shunts nur an Leitungen mit einer Spannung oder Frequenz von höchstens der Nennspannung des jeweiligen Strom-Shunts an.

Tastkopf und Zubehör überprüfen

Untersuchen Sie den Tastkopf und das Zubehör vor jedem Gebrauch auf Schäden (Schnitte, Risse oder Schäden am Tastkopfkörper, am Zubehör oder an der Kabelummantelung). Verwenden Sie den Tastkopf nicht, wenn er beschädigt ist.

Potenzialfreie Messungen

An den Bezugsleiter des Tastkopfs dürfen keine Spannungen oberhalb der potenzialfreien Nennspannung angeschlossen werden.

Wartung des Tastkopfs und des Zubehörs

Unter tek.com/support finden Sie Informationen zur Kontaktaufnahme mit dem Tektronix Service-Support.

In diesem Handbuch und auf dem Produkt verwendete Begriffe

In diesem Handbuch werden die folgenden Begriffe verwendet:

WARNING: Warnungen weisen auf Bedingungen oder Verfahrensweisen hin, die eine Verletzungs- oder Lebensgefahr darstellen.

CAUTION: Vorsichtshinweise machen auf Bedingungen oder Verfahrensweisen aufmerksam, die zu Schäden am Gerät oder zu sonstigen Sachschäden führen können.

Am Gerät sind eventuell die folgenden Begriffe zu sehen:

- **GEFAHR** weist auf eine Verletzungsgefahr hin, die mit der entsprechenden Hinweisstelle unmittelbar in Verbindung steht.
- **WARNUNG** weist auf eine Verletzungsgefahr hin, die nicht unmittelbar mit der entsprechenden Hinweisstelle in Verbindung steht.
- **VORSICHT** weist auf mögliche Sach- oder Geräteschäden hin.

Symbole am Gerät



Ist das Gerät mit diesem Symbol gekennzeichnet, lesen Sie unbedingt im Handbuch nach, welcher Art die potenziellen Gefahren sind und welche Maßnahmen zur Vermeidung derselben zu treffen sind. (In einigen Fällen wird das Symbol aber auch verwendet, um den Benutzer darauf hinzuweisen, dass im Handbuch Nennwerte zu finden sind.)

Am Gerät sind eventuell die folgenden Symbole zu sehen:



VORSICHT: Beachten Sie die Hinweise im Handbuch



Schutzleiteranschluss (Erde)



Erdungsanschluss



WARNUNG: Hochspannung



Anschluss an und Trennung von blanken Leitern mit gefährlicher Spannung sind zulässig.



Nicht an einen nicht isolierten Leiter anschließen oder von diesem entfernen, wenn dieser GEFÄHRLICHE SPANNUNG führt.



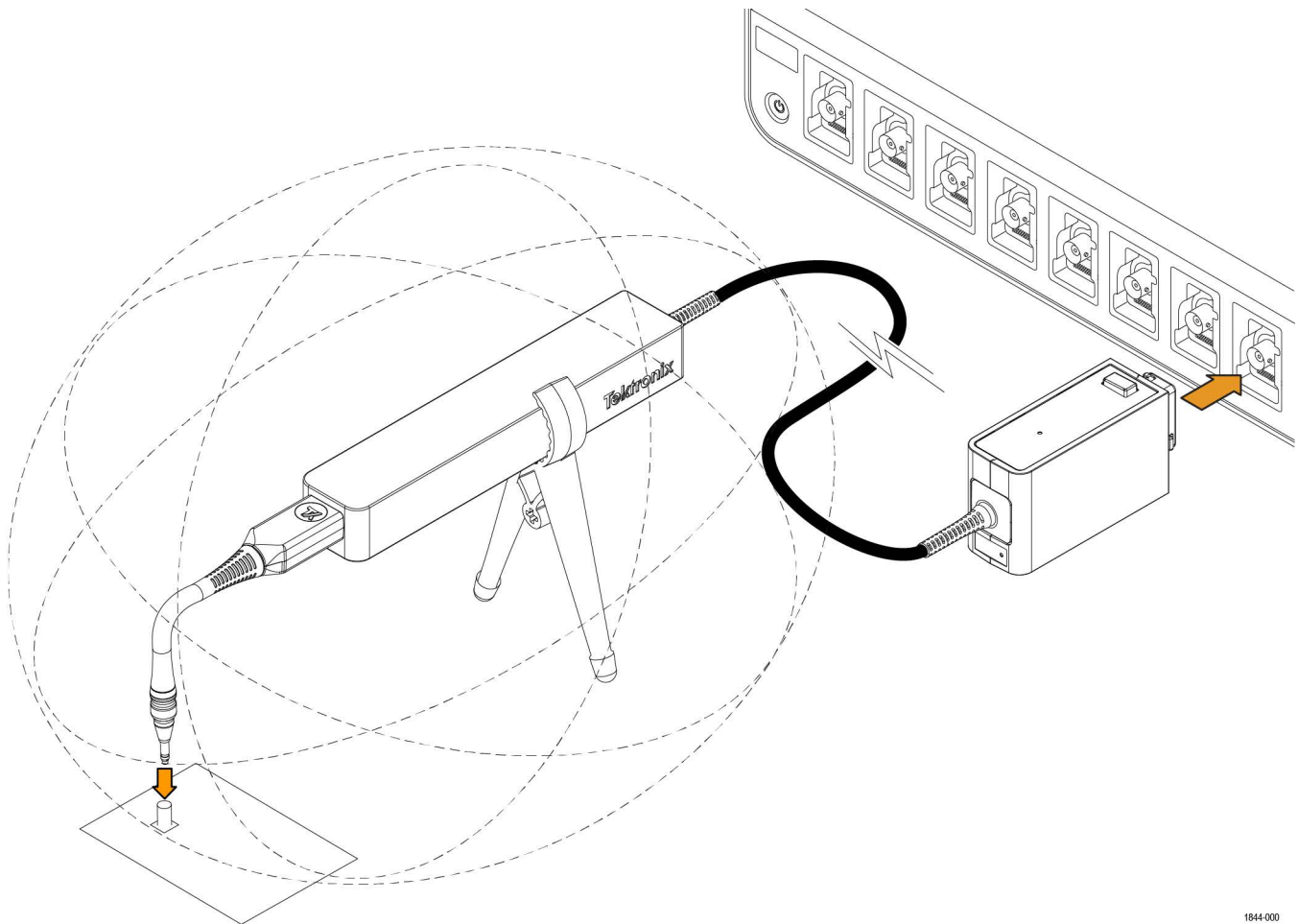
WARNUNG: Heiße Oberfläche

Erforderliche Abstände

Der Gleichtaktspannungsbereich des Messsystems ermöglicht, dass dieses auch bei Hochfrequenz-/Hochspannungs-Gleichtaktsignalen eingesetzt werden kann. Bei der Verwendung dieses Produkts müssen unbedingt alle Sicherheitshinweise beachtet werden.

WARNING: Bei der Verwendung des Messsystems kann es zu Stromschlägen kommen. Das System ist dafür vorgesehen, den Bediener von gefährlichen Eingangsspannungen (Gleichtaktspannungen) zu isolieren; das Kunststoffgehäuse des Tastkopfs und die Abschirmung der Tastkopfspitze bieten keine sichere Isolation. Halten Sie einen sicheren Abstand zu Tastkopf und Tastkopfspitze ein, während das Messsystem an einen spannungsführenden Schaltkreis angeschlossen ist. Berücksichtigen Sie hierbei die Empfehlungen in diesem Dokument. Halten Sie sich vom HF-Verbrennungsbereich fern, wenn Sie Messungen an einem stromführenden Stromkreis vornehmen.

Die folgende Abbildung zeigt die Komponenten des Messsystems und den potenziellen HF-Verbrennungsbereich bei Arbeiten mit gefährlichen Spannungen. Der HF-Verbrennungsbereich von 1 m (40 Zoll) wird durch die gestrichelten Linien um den Tastkopf angezeigt.

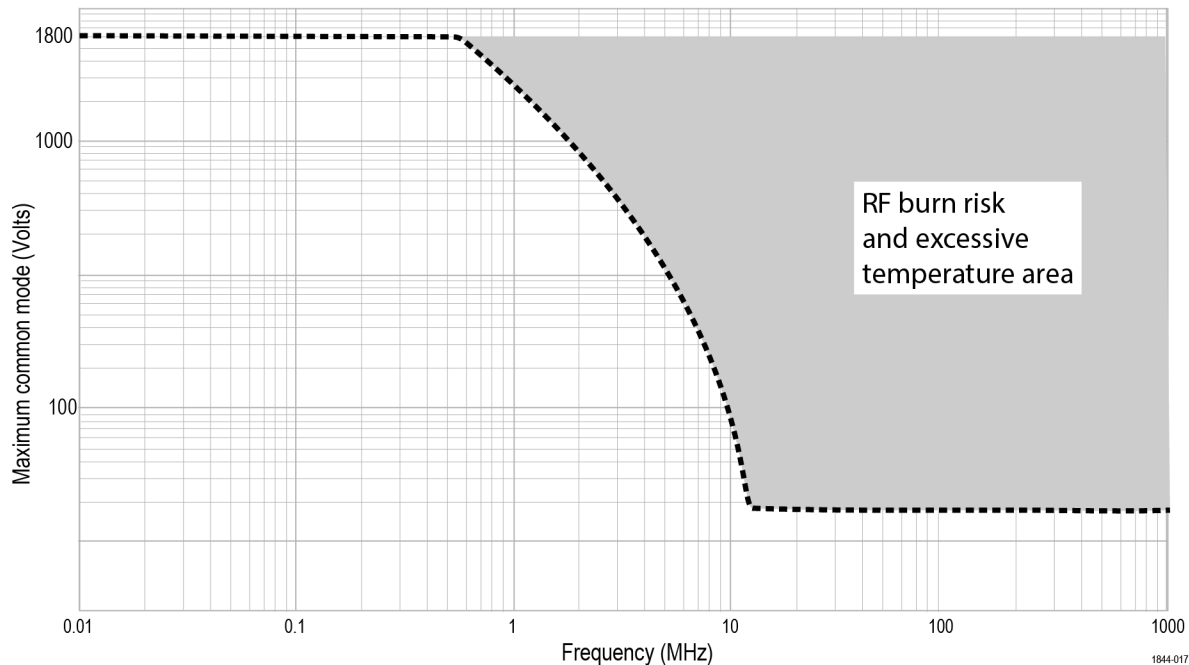


1844-000

RF burn hazard zone around the probe head

WARNING: Risiko von HF-Verbrennungen. Gefahrenbereiche können Sie anhand der folgenden Leistungsreduzierungskurve bestimmen. Um HF-Verbrennungen zu vermeiden, den Tastkopf nicht innerhalb der Grenzen des grau schattierten Bereichs im Diagramm betreiben.

WARNING: Es besteht Verbrennungsgefahr aufgrund erhöhter Temperaturen an der Spitze, wenn kontinuierliche Wellensignale oder Burst-Gleichtaktsignale mit hohem Tastverhältnis zwischen etwa 10 MHz und 50 MHz liegen. Dies führt dazu, dass die Spitzen-Ferrite eine erhebliche Leistung bei Spannungen abgeben, die niedriger sind als im folgenden Diagramm. Um eine Verbrennungsgefahr zu vermeiden, halten Sie die Temperatur der Spitze bei max. 85 °C (185 °F), indem Sie die angewendete Gleichtaktspannung und/oder das Tastverhältnis begrenzen, die Umgebungstemperatur senken und/oder eine erzwungene Umluftkühlung anwenden.



Maximum safe handling limits for common mode voltages

Informationen zur Einhaltung von Vorschriften

In diesem Abschnitt finden Sie die vom Gerät erfüllten Normen hinsichtlich Sicherheit und Umweltschutz. Dieses Produkt ist lediglich für einen Einsatz durch Fachleute und geschultes Personal ausgelegt; es ist nicht für eine Verwendung zu Hause oder durch Kinder vorgesehen.

Fragen zur Einhaltung von Vorschriften können an die folgende Adresse gerichtet werden:

Tektronix, Inc. · PO Box 500, MS 19-045 · Beaverton, OR 97077, USA

tek.com

Einhaltung von Sicherheitsbestimmungen

Dieser Abschnitt enthält die Sicherheitsvorschriften, denen das Produkt entspricht, sowie Angaben zur Einhaltung weiterer Sicherheitsbestimmungen.

EU-Konformitätserklärung – Niederspannung

Die Einhaltung der folgenden Spezifikationen, wie im Amtsblatt der Europäischen Union aufgeführt, wurde nachgewiesen:

Niederspannungsrichtlinie 2014/35/EU.

- EN 61010-1. Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte) – Teil 1: Allgemeine Anforderungen
- EN 61010-2-030. Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte) – Teil 2-030: Besondere Bestimmungen für Prüf- und Messstromkreise

Liste der in den USA landesweit anerkannten Prüflabore

- UL 61010-1. Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte) – Teil 1: Allgemeine Anforderungen
- UL 61010-2-030. Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte) – Teil 2-030: Besondere Bestimmungen für Prüf- und Messstromkreise

Kanadische Zertifizierung

- CAN/CSA-C22.2 Nr. 61010-1. Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte) – Teil 1: Allgemeine Anforderungen
- CAN/CSA-C22.2 Nr. 61010-2-030. Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte) – Teil 2-030: Besondere Bestimmungen für Prüf- und Messstromkreise

Einhaltung weiterer Normen

- IEC 61010-1. Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte) – Teil 1: Allgemeine Anforderungen
- IEC 61010-2-030. Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte) – Teil 2-030: Besondere Bestimmungen für Prüf- und Messstromkreise

Gerätetyp

Prüf- und Messgerät.

Beschreibung des Belastungsgrads

Ein Messwert für die Verunreinigungen, die in der Umgebung um das Gerät und innerhalb des Geräts auftreten können. Normalerweise wird die interne Umgebung eines Geräts als identisch mit der externen Umgebung betrachtet. Geräte sollten nur in der für sie vorgesehenen Umgebung eingesetzt werden.

- Belastungsgrad 1. Keine Verunreinigungen oder nur trockene, nicht leitende Verunreinigungen. Geräte dieser Kategorie sind vollständig gekapselt, hermetisch abgeschlossen oder befinden sich in sterilen Räumen.
- Belastungsgrad 2. Normalerweise nur trockene, nicht leitende Verunreinigungen. Gelegentlich muss mit zeitweiliger Leitfähigkeit durch Kondensation gerechnet werden. Dies ist die typische Büro- oder häusliche Umgebung. Zeitweilige Kondensation tritt nur auf, wenn das Gerät außer Betrieb ist.
- Belastungsgrad 3. Leitende Verunreinigungen oder trockene, nicht leitende Verunreinigungen, die durch Kondensation leitfähig werden. Dies sind überdachte Orte, an denen weder Temperatur noch Feuchtigkeit geregelt werden. Der Bereich ist vor direkter Sonneneinstrahlung, Regen und direktem Windeinfluss geschützt.
- Belastungsgrad 4. Verunreinigungen, die bleibende Leitfähigkeit durch Strom leitenden Staub, Regen oder Schnee verursachen. Typischerweise im Freien.

IP-Einstufung

IPx0 (gemäß Definition in IEC 60529).

Elektrische Kenngrößen

Elektrische Kenngrößen

TICP025: Stromstärke 20 mA, 250 MHz

TICP050: Stromstärke 20 mA, 500 MHz

TICP100: Stromstärke 20 mA, 1 GHz

Max. Spannung gegen Erde

1300 V; Belastungsgrad 2; max. mit Transientenpegel nicht über 5 kV_{Spitze}

1800 V; zur Verwendung in einer Umgebung mit Belastungsgrad 1; max. mit Transientenpegel nicht über 5 kV_{Spitze}

600 V für CAT III; Belastungsgrad 2

1000 V für CAT II; Belastungsgrad 2

Einhaltung von Umweltschutzbestimmungen

In diesem Abschnitt finden Sie Informationen zu den Auswirkungen des Geräts auf die Umwelt.

Produktentsorgung

Beachten Sie beim Recycling eines Geräts oder Bauteils die folgenden Richtlinien:

Geräterecycling

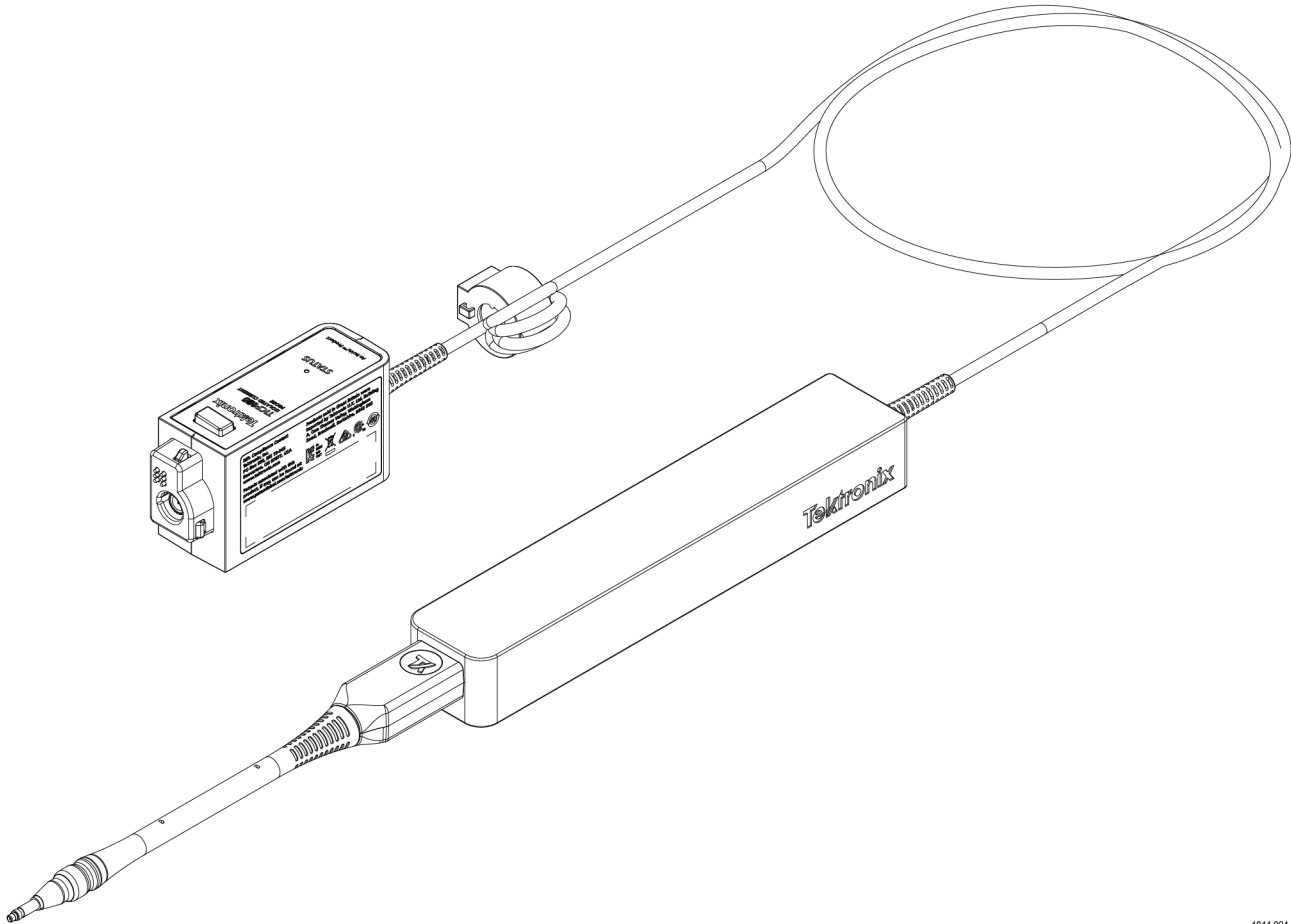
Zur Herstellung dieses Geräts wurden natürliche Rohstoffe und Ressourcen verwendet. Das Gerät kann Substanzen enthalten, die bei unsachgemäßer Entsorgung nach Produktauslauf Umwelt- und Gesundheitsschäden hervorrufen können. Um eine solche Umweltbelastung zu vermeiden und den Verbrauch natürlicher Rohstoffe und Ressourcen zu verringern, empfehlen wir Ihnen, dieses Produkt über ein geeignetes Recyclingsystem zu entsorgen und so die Wiederverwendung bzw. das sachgemäße Recycling eines Großteils des Materials zu gewährleisten.



Dieses Symbol kennzeichnet Produkte, die den Bestimmungen der Europäischen Union gemäß den Richtlinien 2012/19/EU und 2006/66/EG für Elektro- und Elektronik-Altgeräte und Batterien entsprechen. Informationen zu Recyclingmöglichkeiten finden Sie auf der Tektronix-Website (<https://www.tek.com/productrecycle>).

Vorwort

Dieses Dokument enthält Informationen zur Installation und Verwendung von aktiven, isolierten Strom-Shunt-Tastköpfen der TICP-Serie von Tektronix. Der Tastkopf zeichnet sich durch eine unerreichte Bandbreite, Genauigkeit, Benutzerfreundlichkeit und Isolierung bei Strom-Shunt-Messungen aus.



1844-004

Kompensationsmodul

Das TekVPI-Kompensationsmodul stellt die Verbindung zwischen dem Messsystem und einem der Eingangskanäle am Oszilloskop her. Das Messsystem wird über die TekVPI-Schnittstelle des Oszilloskops mit Strom versorgt. Die LEDs auf dem Kompensationsmodul zeigen den Gesamtstatus des Tastkopfes an.

Tastkopf

Der Tastkopf stellt eine Schnittstelle zwischen dem Prüfling und der Kompensationsbox dar. Der Tastkopf enthält die Isolationsbarriere, die den Prüfling von der Erdung trennt.

Tastkopfspitzen

Für den Anschluss des Tastkopfes an den Prüfling gibt es verschiedene Tastkopfspitzen.

Die wichtigsten Leistungsdaten und Merkmale

- Galvanische Trennung zwischen Tastkopfspitze und Oszilloskop
- Verfügbar in drei Bandbreiten: 1 GHz, 500 MHz und 250 MHz
- Breite des Strommessbereichs ist durch den mit den Tastkopfspitzen 1X, 10X oder 100X verwendeten Nebenschlusswiderstand festgelegt
- Rauschen $<4,70 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ ($<21 \text{ } \mu\text{V}_{\text{RMS}}$ bei 20 MHz)
- Bis zu 90 dB Gleichtaktunterdrückungsverhältnis (CMRR) bei 1 MHz
- Maximale Gleichtaktspannung: 1800 V; zur Verwendung in einer Umgebung mit Belastungsgrad 1; Transientenpegel nicht über $5 \text{ kV}_{\text{Spitze}}$
- 1,5 % Genauigkeit der Gleichspannungs-Verstärkung
- Kompatibel mit den MSO Geräten der Serien 4, 5 und 6, einschließlich der aktuellen Modelle B
- Die Schnittstelle TekVPI™ ermöglicht Steuern und Konfigurieren des Tastkopfs an der Frontblende oder über die Programmierschnittstelle des Oszilloskops
- Optionale Spitzen zur Messung von Strömen in Umweltkammern von $-40 \text{ }^{\circ}\text{C}$ bis $+125 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Modellübersicht

Modell	Beschreibung
TICP025	Galvanisch getrennter Stromtastkopf Tektronix 250 MHz
TICP050	Galvanisch getrennter Stromtastkopf Tektronix 500 MHz
TICP100	Galvanisch getrennter Stromtastkopf Tektronix 1 GHz

Standardzubehör

In der folgenden Tabelle ist das mit dem Tastkopf gelieferte Standardzubehör aufgelistet.

Zubehör	Beschreibung	Teilenummer
	Sensorspitzenkabel 1X mit Anschluss MMCX	TICPMM1
	Sensorspitzenkabel 10X mit Anschluss MMCX	TICPMM10
	Spitzenadapter SMA	TICPSMA
	Ferritgleichakttdrossel zum Klemmen	276-0905-XX

Zubehör	Beschreibung	Teilenummer
	Das Zweibeinstativ wird verwendet, um den Tastkopf zu halten.	020-3210-XX
	Dreibeinstativadapter für Zubehör mit Gewinden von 1/4 Zoll bis 20 UNC.	103-0508-XX
	Tastkopfspitzen-Adapter. Anpassung einer Spitze MMCX IsoVu an standardmäßige rechteckige 0,025" Pin-Anschlüsse mit 0,100"-Raster.	131-9717-XX
	Gepolsterte Tragetasche mit Schaumstoffeinlage.	016-2147-XX

Empfohlenes Zubehör

In der folgenden Tabelle ist das optionale Zubehör aufgeführt.

Zubehör	Beschreibung	Teilenummer
	Tastkopfspitze 100X mit Anschluss MMCX	TICPMM100
	TICP 5 mΩ Shunt mit geringer Leistung	TICS0005 (Anz. 1)
		TICS0005PK (Anz. 10)
	TICP 50 mΩ Shunt mit geringer Leistung	TICS0050 (Anz. 1)
		TICS0050PK (Anz. 10)
	TICP 500 mΩ Shunt mit geringer Leistung	TICS0500 (Anz. 1)
		TICS0500PK (Anz. 10)
	TICP 5000 mΩ (5 Ω) Shunt mit geringer Leistung	TICS5000 (Anz. 1)
		TICS5000PK (Anz. 10)
	TICP-Kabel für Shunts	TICPTWCBL (Anz. 1)
		TICPTWCBLPK (Anz. 5)
	1x Extremtemperaturspitze für TICP mit MMCX-Anschluss	TICPMM1ET
	10x Extremtemperaturspitze für TICP mit MMCX-Anschluss	TICPMM10ET
	100x Extremtemperaturspitze für TICP mit MMCX-Anschluss	TICPMM100ET
	Twisted-Pair-Zubehör zum Einlöten	174-7492-XX
	Rechteckiger Pin-Anschluss an MMCX-Adapter, 0,062"-Raster	131-9677-XX
	Kabel, MMCX zu IC-Grabber	196-3546-XX

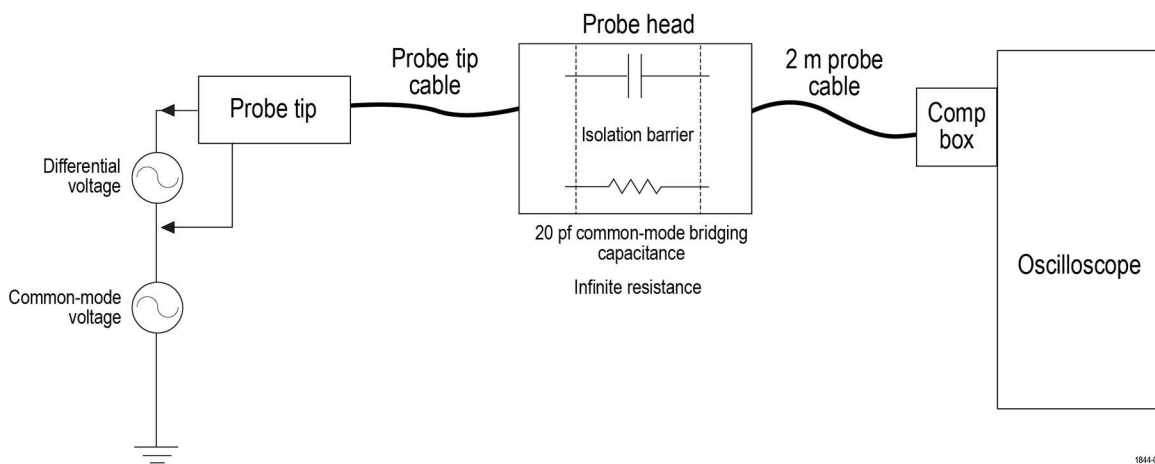
	Kabel, rechteckiger Pin-Anschluss zu IC-Grabber	196-3547-XX
	MicroCKT-Anschlussklemmen	206-0569-XX

Hinweise zur Bedienung

Dieser Abschnitt enthält Informationen zur sicheren und effektiven Handhabung des Tastkopfs. Lesen Sie alle Sicherheitshinweise, bevor Sie das Messsystem installieren, um sich über die Betriebs- und Abstandsanforderungen zu informieren, einschließlich möglicher Gefahrenbereiche beim Anschluss des Messsystems an den Prüfling (DUT, Device Under Test).

TICP-Blockdiagramm

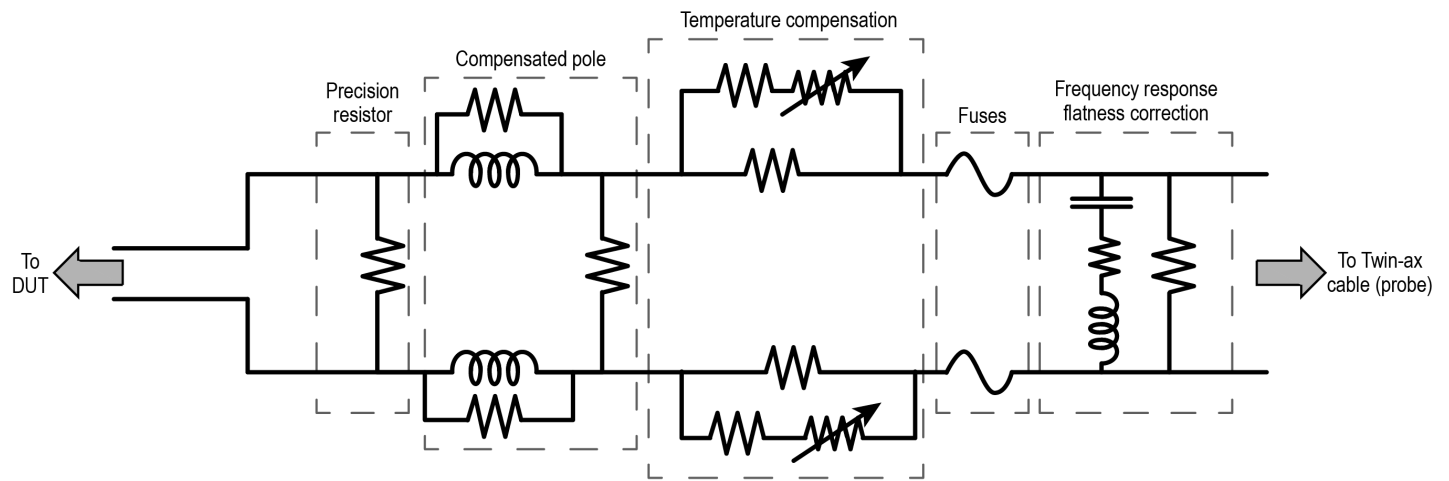
Die folgende Abbildung zeigt ein Blockdiagramm des isolierten Tastkopfs der TICP-Serie.



Der Gleichaktwiderstand und die -kapazität an Erde werden in der Abbildung gezeigt. Der Gleichaktwiderstand wird mit dem Tastkopf als unendlich angezeigt, da er galvanisch isoliert ist und ignoriert werden kann. Die Gleichakt-Kopplungskapazität gegen Erde und den umgebenden Stromkreis wird als Überbrückungskapazität dargestellt. Diese Kapazität beträgt etwa 20 pF, wenn der Tastkopf 15,25 cm (6 Zoll) über einer Grundfläche angebracht ist.

Berücksichtigen Sie Folgendes, um die Auswirkungen der Gleichaktkapazitätslast zu minimieren:

- Wählen Sie möglichst einen Bezugspunkt im Prüfling, der ein statisches Potential in Bezug auf die Erdung hat.
- Schließen Sie die (gemeinsame) Koaxialabschirmung der Tastkopfspitze an den Punkt mit der niedrigsten Impedanz im Stromkreis an.
- Wenn Sie den Abstand zwischen dem Tastkopf und einer leitenden Oberfläche vergrößern, verringert sich die Kapazität.
- Bei der Verwendung mehrerer TICP-Tastköpfe zur Messung verschiedener Punkte im Schaltkreis, die nicht dieselben Gleichaktspannungen aufweisen, halten Sie die Tastköpfe getrennt, um die kapazitive Kopplung zu minimieren.



1844-037

Wideband shunt block diagram

Bewährte Methoden bei der Handhabung des Messsystems

Das Messsystem besteht aus qualitativ hochwertigen Teilen und muss vorsichtig behandelt werden, damit Beschädigungen oder Leistungsminderungen aufgrund von falscher Handhabung vermieden werden. Beim Umgang mit dem Tastkopf und den Spitzen sind die folgenden Vorsichtsmaßnahmen zu beachten.

- Achten Sie darauf, das Tastkopfkabel nicht zu quetschen, zu crimpen oder abzuknicken.
- Achten Sie darauf, dass das Kabel nicht verdreht wird.
- Achten Sie darauf, dass das Tastkopfkabel nicht geknickt oder verknotet wird.
- Setzen Sie das Tastkopfkabel keiner Zugbelastung aus.
- Ziehen und reißen Sie nicht am Kabel, insbesondere dann nicht, wenn Knicke oder Knoten vorhanden sind.
- Lassen Sie den Tastkopf oder das Kompensationsmodul nicht fallen. Dadurch können die internen Komponenten beschädigt und falsch ausgerichtet werden.
- Achten Sie darauf, die Tastkopfspitzen nicht zu stark zu biegen; der Mindestbiegeradius von 51 mm (2,0 Zoll) darf dabei nicht überschritten werden. Überschreiten Sie nicht den Mindestbiegeradius von 39 mm (1,5 Zoll) für die Extremtemperaturspitzen (ET).
- Achten Sie darauf, dass Sie die Kabel nicht versehentlich mit einem Stuhlrad überfahren oder dass ein schwerer Gegenstand auf das Kabel fallen gelassen wird, damit die Kabel nicht gequetscht werden.
- Lagern Sie das Messsystem in der mitgelieferten Tragetasche, wenn dieses nicht verwendet wird.

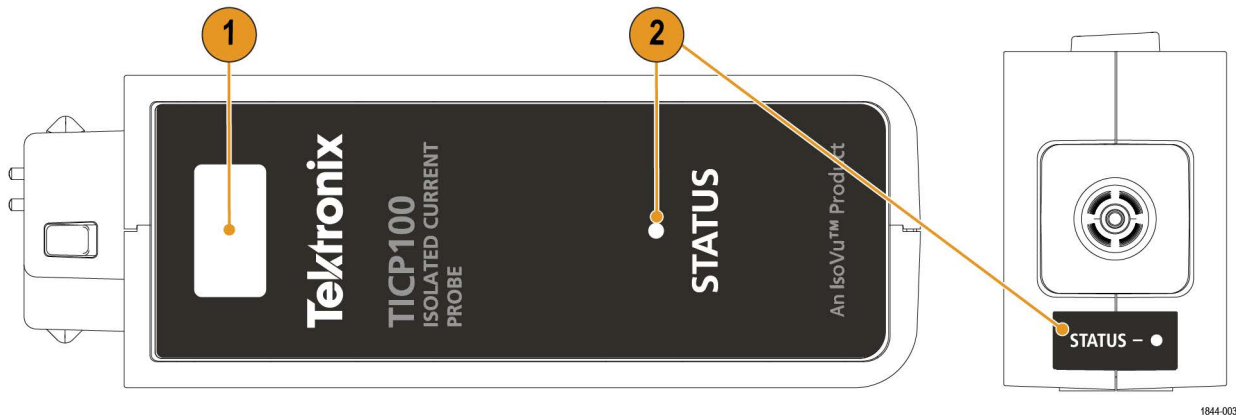
Umgebungsvoraussetzungen

Merkmal	Komponente	In Betrieb	Nicht in Betrieb
Temperatur Kompensationsmodul, Tastkopf und SMA-Spitzen-Adapter		0 °C bis +50 °C	-20 °C bis +70 °C
Temperatur Kabel für Standard-Tastkopfspitzen	TICPMM1, TICPMM10, TICPMM100	-40 °C bis +85 °C	40 °C bis +85 °C
Temperatur Kabel für Tastkopfspitzen für extreme Temperaturen (TICMM)	TICPMM1ET, TICPMM10ET, TICPMM100ET	-40 °C bis +125 °C	-40 °C bis +125 °C; Lagertemperatur -40 °C bis +85 °C
Luftfeuchtigkeit	Alle Komponenten	5 % bis 85 % relative Luftfeuchtigkeit bis zu +40 °C, 5 % bis 45 % relative Luftfeuchtigkeit bis zu +50 °C, nicht kondensierend	5 % bis 85 % relative Luftfeuchtigkeit bis zu +40 °C, 5 % bis 45 % relative Luftfeuchtigkeit bis zu +70 °C, nicht kondensierend
Höhe über NN	Alle Komponenten	Bis 3.000 Meter	Bis 12.000 Meter

Die Extremtemperaturspitzen (ET) von Tektronix sorgen für präzise Strommessungen bei Prüfungen in einem erweiterten Betriebsbereich von -40 °C bis +125 °C.

Bedienelemente und Anzeigen

Eine Beschreibung der Bedienelemente und Anzeigen auf dem Kompensationsmodul.



1. Entriegelungsknopf für den Riegel. Drücken Sie zum Trennen des Kompensationsmoduls vom Oszilloskop den Entriegelungsknopf, und ziehen Sie es vom Gerät weg.
2. STATUS-Anzeigen. LED-Leuchten, die den Status des Tastkopfs anzeigen. Auf der Ober- und Rückseite des Kompensationsmoduls befindet sich eine Statusanzeige. Weitere Informationen über den Zustand der LED finden Sie unter [Fehlerbehebung und Fehlerbedingungen](#) (on page 79)

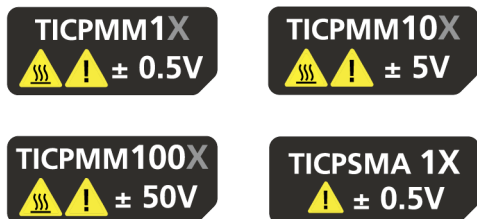
Kabel-Kennzeichen

Die Kennzeichnung auf dem Kabel warnt vor potenziellen HF-Verbrennungsgefahren.



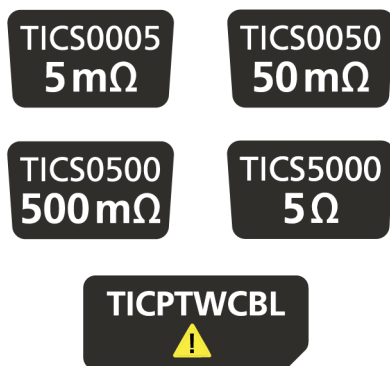
Tastkopfspitzen

Jede Tastkopfspitze ist mit einem Etikett versehen, auf dem der maximale Dynamikbereich und der Dämpfungsfaktor angegeben sind.



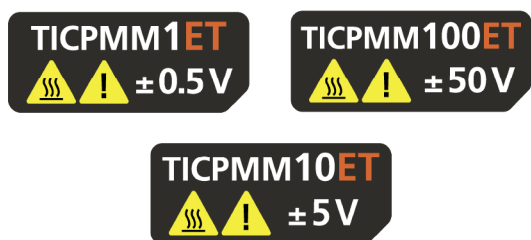
1844-001

TICPMM tip labels



1844-024

Wideband shunt labels

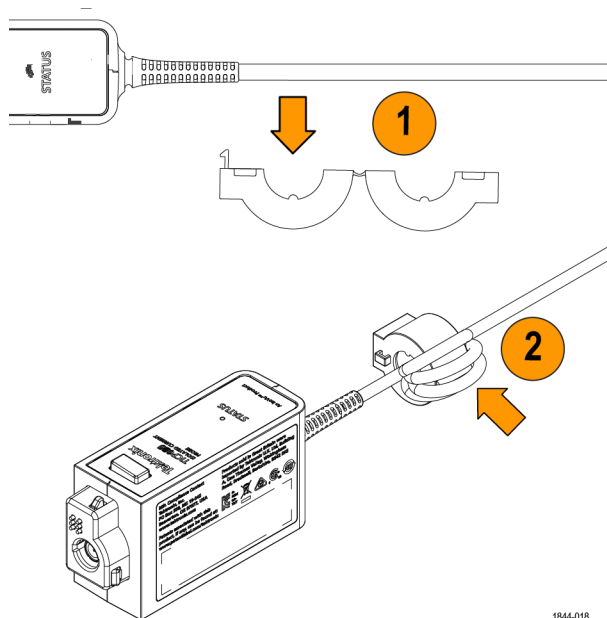


1844-027

Extreme temperature tip labels

Installation der Ferritklemme

Die folgenden Schritte beschreiben die Installation der Ferritklemme für die Betriebsart Gleichtakt am Tastkopfkabel.



1844-018

1. Positionieren Sie die Ferritklemme für die Betriebsart Gleichtakt innerhalb von 0,63 cm (0,25 Zoll) von der Zugentlastung der Kompressionsbox.
2. Wickeln Sie das Kabel fünfmal um die offene Ferritklemme, und schließen Sie die Klemme.

Achten Sie darauf, dass die Schleifen so eng wie möglich anliegen, um die Wirksamkeit des Ferrits zu maximieren.

Um die Ferritklemme vom Tastkopfkabel zu entfernen, stecken Sie einen Schlitzschraubendreher in den Spalt zwischen den Riegeln der Klemme, und heben Sie sie an.

Anschließen an eine Schaltung

In den folgenden Schritten wird beschrieben, wie man den Tastkopf der TICP-Serie an ein Oszilloskop und an den Prüfling anschließt.

WARNING: Schließen Sie das Messsystem nicht an einen spannungsführenden Schaltkreis an, um Stromschlaggefahr zu vermeiden. Trennen Sie stets die Stromversorgung zu dem zu prüfenden Stromkreis, bevor Sie das Spitzenkabel an diesem anbringen oder von diesem trennen. Das Kunststoffgehäuse des Tastkopfs und die Tastkopfspitze des Tastkopfkabels liefern keine Isolierung.

WARNING: Fassen Sie während der Messung weder den Tastkopf noch die Tastkopfspitze an, um das Risiko eines Stromschlags oder von HF-Verbrennungen zu vermeiden, während der Prüfling unter Spannung steht. Halten Sie während der Messung immer einen Abstand von 1 m (40 Zoll) zum Tastkopf ein. Siehe [Erforderliche Abstände](#) (on page 12)

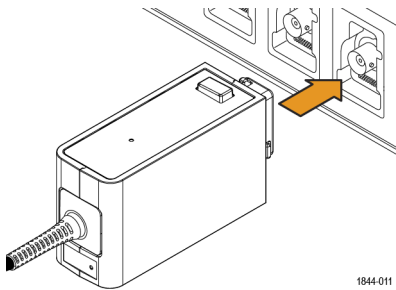
WARNING: Legen Sie den Tastkopf oder die Tastkopfspitze nicht an einen Stromkreis mit einer abweichenden Spannung an, um einen Lichtbogen zu vermeiden.

CAUTION: Schließen Sie zur Vermeidung der möglichen Beschädigungen an den Geräten die (gemeinsame) Koaxialabschirmung der Tastkopfspitze oder den SMA-Eingang an einen Kreisabschnitt mit hoher Impedanz an. Die zusätzliche Kapazität kann zu Beschädigungen des Schaltkreises führen. Schließen Sie die (gemeinsame) Koaxialabschirmung an einen Kreisabschnitt mit niedriger Impedanz an.

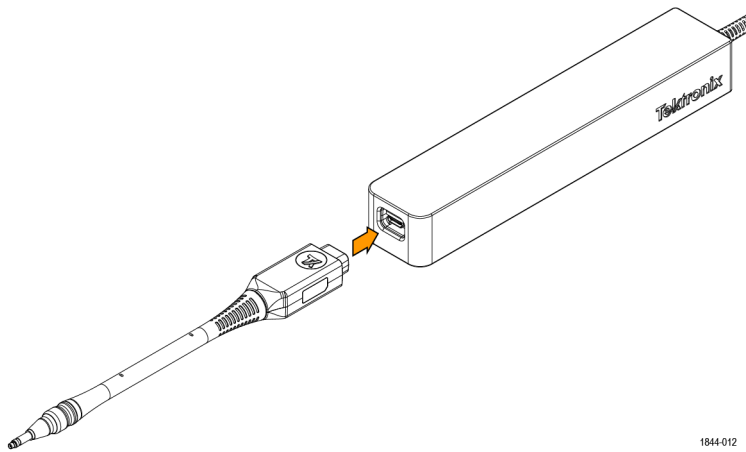
Wenn der Tastkopf oder das Kabel der Tastkopfspitze bei der Messung eines hochfrequenten Gleichtaktsignals berührt wird, erhöht sich die kapazitive Kopplung und kann die Gleichtaktbelastung des zu prüfenden Stromkreises beeinträchtigen. Um Fehlmessungen zu vermeiden, sollten die einzelnen Tastköpfe nicht übereinander gestapelt werden, und Mobiltelefone sollten während der Messung mindestens einen Meter entfernt sein.

Stellen Sie sicher, dass der Prüfling nicht an einen spannungsführenden Schaltkreis angeschlossen ist. Um eine möglichst genaue Messung zu erhalten, lassen Sie den Tastkopf 5 Minuten lang aufwärmen.

1. Schließen Sie das Kompensationsmodul an einen freien Kanal des Oszilloskops an.



2. Richten Sie die IsoConnect™-Anschlüsse der Tastkopfspitze und des Tastkopfs aus.
Achten Sie darauf, dass die Tastkopfspitze während dieses Vorgangs nicht gebogen oder verdreht wird.
3. Schließen Sie die Tastkopfspitze an den Tastkopf an.



1844-012

Schließen Sie den Tastkopf an ein Zweibeinstativ, ein Dreibeinstativ (mit Adapter) oder eine ähnliche Halterung an. Durch den Einsatz einer Halterung wird der Tastkopf fixiert, wodurch die potenziellen mechanischen Belastungen an der elektrischen Anschlussstelle des Prüflings reduziert werden. Der Träger hält den Tastkopf von den umliegenden Schaltkreisen und leitenden Objekten fern, um parasitäre kapazitive Kopplung an diese Umgebung zu minimieren. Der mitgelieferte Dreibeinstativadapter wird benötigt, um den Tastkopf der TICP-Serie an einem Dreibeinstativ zu befestigen.

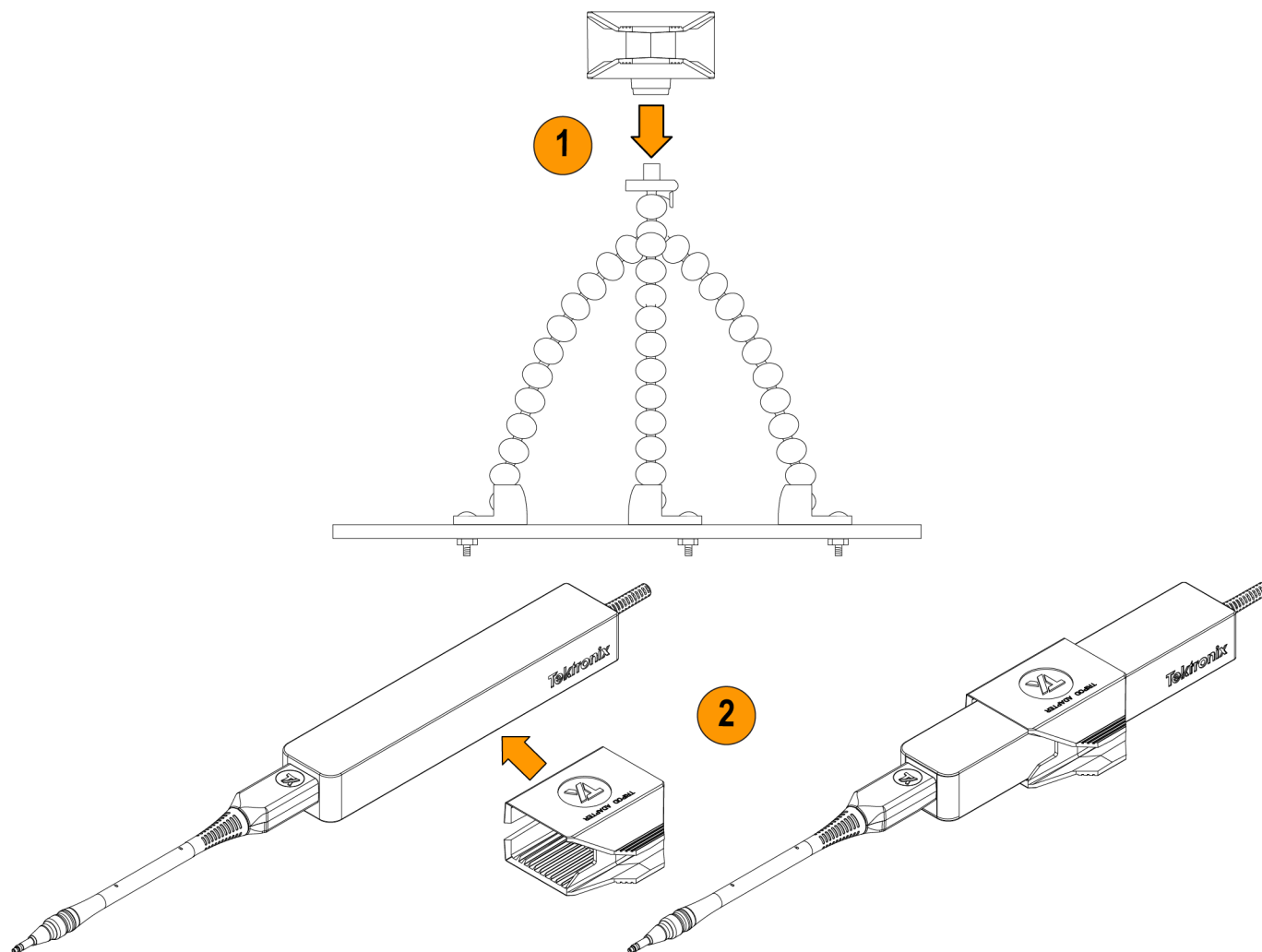
4. Schließen Sie das Ende der Tastkopfspitze an den Prüfling an.

Wenn Sie eine MMCX-Spitze verwenden, schließen Sie die Spitze an einen MMCX-Stecker oder an einen Adapter mit rechteckigen Stiften an, bevor Sie sie an den Prüfling anschließen. Die Adapter sind mit einem Abstand von 2,54 mm (0,100 Zoll) bzw. 1,57 mm (0,062 Zoll) anschließbar.

5. Konfigurieren Sie die Bedienelemente des Oszilloskops.
6. Legen Sie Strom an den Prüfling an, um die Messung vorzunehmen.

Installation des Dreibeinstativadapters

Die folgenden Schritte beschreiben die Installation des Dreibeinstativadapters am Tastkopf und die Befestigung an einem Dreibeinstativ.



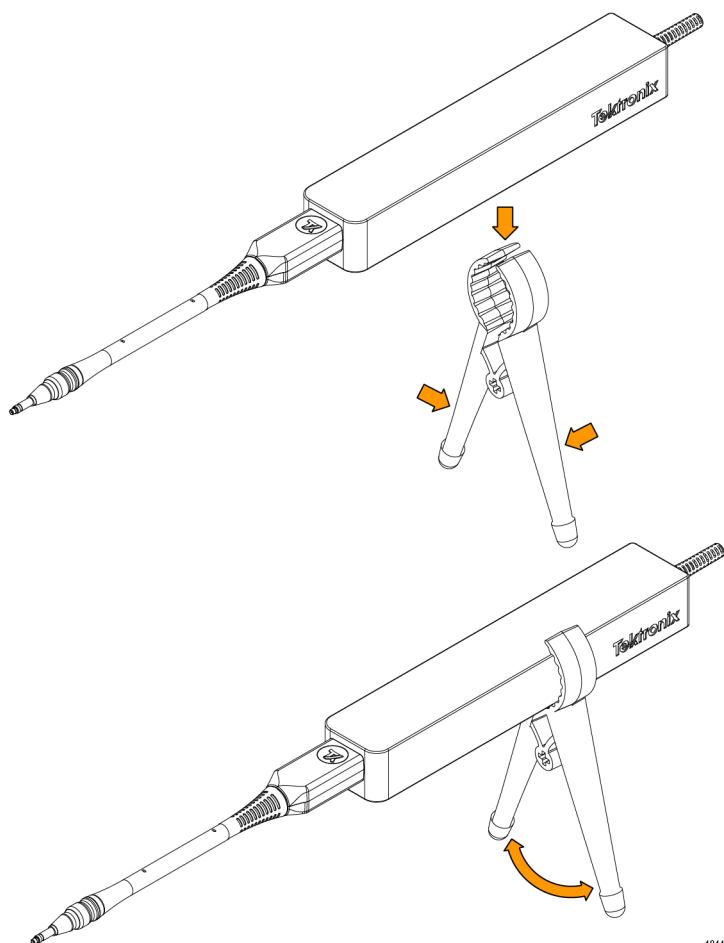
1844-015

1. Befestigen Sie den Adapter an einem kompatiblen Dreibeinstativ.
Das Adapter hat ein UNC $\frac{1}{4}$ -20 Gewinde. Achten Sie darauf, dass das Gewinde des Dreibeinstativs ebenfalls ein UNC $\frac{1}{4}$ -20 Gewindestück hat.
2. Öffnen Sie die Klemme des Dreibeinstativadapters und befestigen Sie ihn am Tastkopf.

Installation mit Zweibeinstativ

Die folgenden Schritte beschreiben die Installation des Zweibeinstativ am Tastkopf.

Das Dreibeinstativ wird empfohlen, wenn Sie Breitband-Shunts (TICS) oder die Extremtemperatur-Tastköpfe (ET) mit einem Tastkopf der TICP-Serie verwenden. Aufgrund der Flexibilität der TWCBL- oder ET-Spitzen kann es sein, dass das Zweibeinstativ das Tastkopfgehäuse nicht vollständig abstützt.

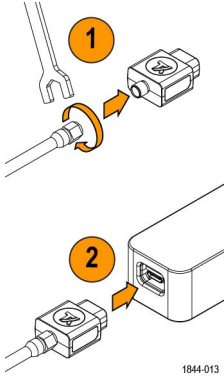


1844-014

1. Drücken Sie die Griffe des Zweibeinstativs zusammen, um die Klemme zu öffnen.
2. Setzen Sie den Tastkopf in die Klemme, und lassen Sie den Griff los, sodass der Tastkopf den für die Verbindung mit dem Prüfling erforderlichen Winkel einhält.

Anschluss des SMA-Adapters

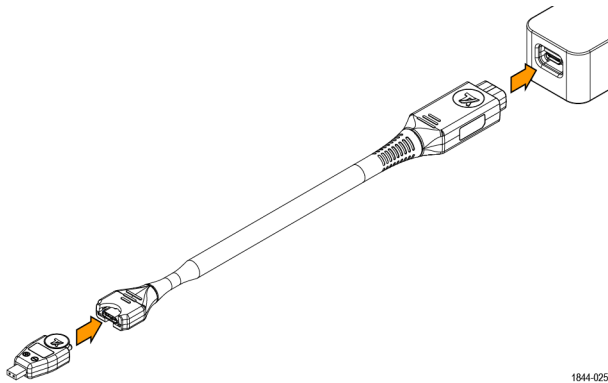
Die folgenden Schritte beschreiben, wie Sie den Adapter für die TICPSMA SMA-Spitze am Tastkopf und am SMA-Kabel anschließen. Wir empfehlen, zuerst das SMA-Kabel an den SMA-Adapter anzuschließen und dann den SMA-Adapter an den Tastkopf.



1. Schließen Sie ein SMA-Kabel an den SMA-Adapter an.
Verwenden Sie einen SMA-Schlüssel, um das SMA-Kabel mit 8 in lbs festzuziehen.
2. Schließen Sie den SMA-Adapter an den Tastkopf an.

Anschließen der Breitband-Nebenabschlusswiderstände

Die folgenden Schritte beschreiben das Anschließen der Breitband-Nebenabschlusswiderstände und des Twin-Ax-Kabels an den TICP-Tastkopf. Es wird empfohlen, den Stativadapter zu verwenden, wenn das Twin-Ax-Kabel und die Nebenabschlusswiderstände mit dem TICP-Tastkopf verwendet werden. Das flexible Twin-Ax-Kabel unterstützt den Tastkopf nicht, wenn der Zweibeinständer verwendet wird.

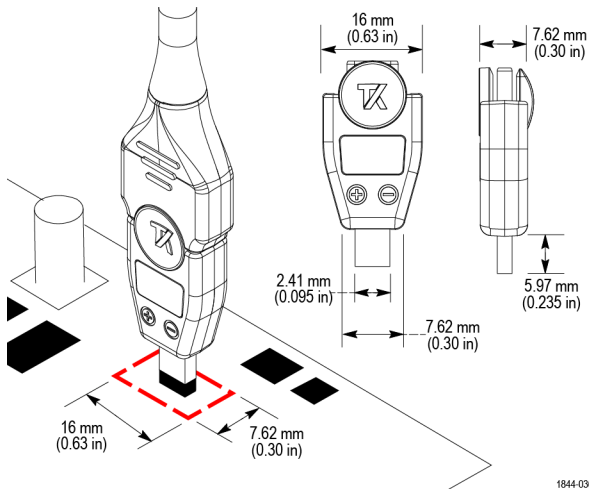


1. Schließen Sie einen Nebenabschlusswiderstand an das Twin-Ax-Kabel an.
2. Schließen Sie das Kabel an den Tastkopf an.

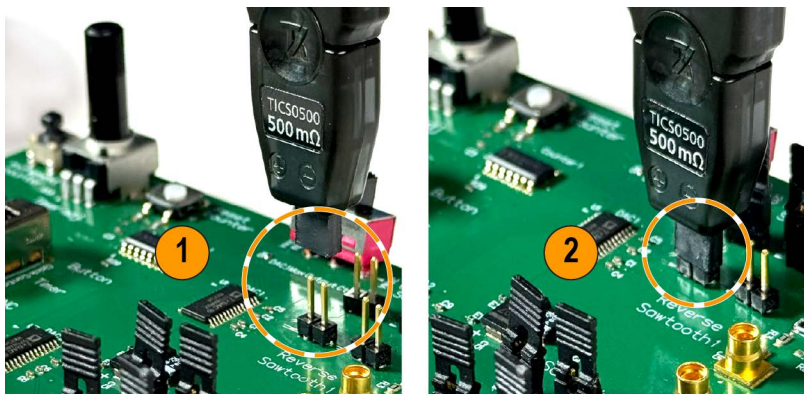
Installation des Nebenabschlusswiderstands an einen Vierkantstift

Die folgenden Schritte beschreiben die Installation des Nebenabschlusswiderstands an einen 0,1-Zoll-Vierkantstift. Die Vierkantstifte werden mit Ihren Nebenabschlusswiderständen geliefert und müssen mit der vergoldeten Kontaktseite der Nebenabschlusswiderstände verlötet werden. Die empfohlenen Gegenseiten sollten ein Minimum von 30-µm-Au-Überzug aufweisen.

Die folgende Abbildung zeigt die empfohlenen erforderlichen Abstände für den Anschluss des Nebenabschlusswiderstands an den 0,1-Zoll-Vierkantstift auf der Leiterplatte.



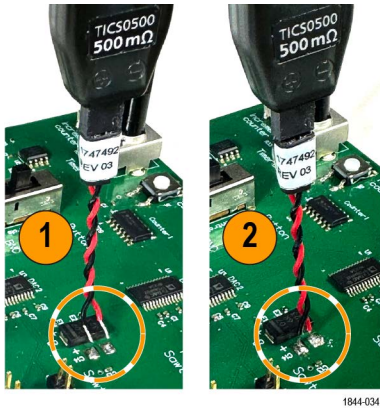
Schließen Sie den Nebenabschlusswiderstand vor oder nach Anschluss des Nebenabschlusswiderstands an Ihre Leiterplatte an das Twin-Ax-Kabel an. Es wird empfohlen, die mit dem Nebenabschlusswiderstandsatz gelieferten 0,1-Zoll-Vierkantstifte oder entsprechende Vierkantstifte mit 30-µm-Au-Überzug zu verwenden, um optimale Zuverlässigkeit zu gewährleisten.



1. Um den Nebenabschlusswiderstand an einen Vierkantstift anzuschließen, richten Sie das Anschlussstück des Nebenabschlusswiderstands an dem Vierkantstift aus.
2. Drücken Sie den Nebenabschlusswiderstand vorsichtig nach unten, sodass er auf dem Vierkantstift sitzt.

Installieren des Nebenabschlusswiderstands mit dem Twisted-Pair-Lötgerät

Die folgenden Schritte beschreiben die Installation des Nebenabschlusswiderstands mit einem Twisted-Pair-Lötgerät auf der Leiterplatte. Löten Sie das Twisted-Pair-Zubehör auf die Leiterplatte, bevor Sie den Nebenabschlusswiderstand anschließen.



1. Richten Sie das Twisted-Pair-Lötzubehör über eine Durchkontaktierung, Anschlussflächen oder eine Schnittmarkierung an der Leiterplatte aus. Die Abbildung oben zeigt den Lötvorgang des Twisted-Pair auf den Anschlussflächen.
2. Löten Sie die offenen Enden der Twisted-Pair-Kabel auf die Anschlussflächen oder die Schnittmarkierungen. Tragen Sie bei Bedarf eine geringe Menge Klebstoff auf, um die Verbindung mit der Leiterplatte weiter zu verstärken.

Anschluss der Extremtemperaturspitzen

Mit den Extremtemperaturspitzen (ET) sind Strommessungen in einem Temperaturbereich von -40 °C bis +125 °C möglich.

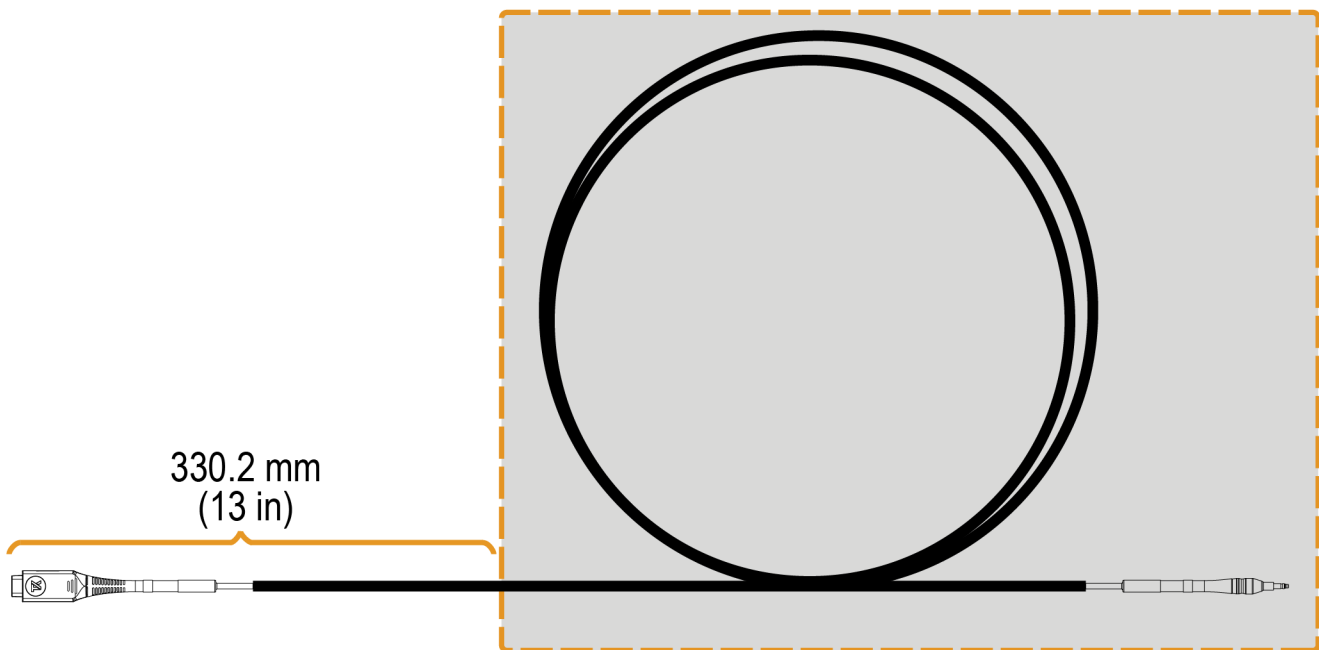
Die Kabel der Extremtemperaturspitzen werden genauso wie bei den Standardspitzen über den MMCX-Stecker an den TICP-Tastkopf angeschlossen. Siehe [Anschließen an eine Schaltung](#) (on page 29). Diese 1,80 m langen Tastkopfkabel stellen die Verbindung zwischen einem Prüfling, der sich in einer Temperaturkammer befindet, und einem Tektronix-Oszilloskop sowie einem TICP-Strommesskopf, der sich außerhalb der Kammer befindet, her.

CAUTION: Um eine mögliche Beschädigung des Zubehörs der Extremtemperaturspitze zu vermeiden, trennen Sie die Spitze nicht vom Tastkopf oder vom Prüfling, indem Sie das Kabel festhalten und daran ziehen. Wenn Sie die Spitze vom Tastkopf abziehen, fassen Sie den Kunststoffteil des Steckers an. Wenn Sie die Spitze vom Prüfling abziehen, fassen Sie den Kunststoffteil der Spitze an.

Die ET-Spitze ist für den Einsatz in Umweltkammern vorgesehen. Diese Spitze ist nicht für den Einsatz unter lokalen Heizelementen geeignet.

CAUTION: Um mögliche Schäden am Kabel der Extremtemperaturspitze zu vermeiden, darf der minimale Biegeradius von 39 mm (1,5 Zoll) nicht überschritten werden.

In der Abbildung unten zeigt der schattierte Bereich innerhalb der gestrichelten Begrenzung die empfohlene Arbeitszone für den Betrieb unter extremen Temperaturen. Um zu verhindern, dass Lecks an den Zugangsöffnungen der Umweltkammer den TICP-Tastkopf beeinträchtigen, muss dieser Arbeitsbereich mindestens 330,2 mm (13 Zoll) vom Tastkopf entfernt beginnen.



1844-033

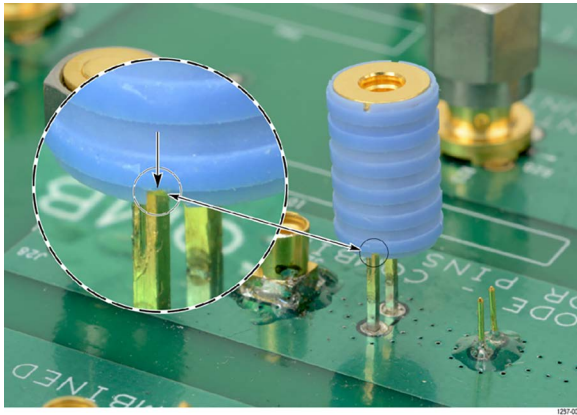
Installieren der Tastkopfspitzenadapter

Es gibt zwei Tektronix Adapter für Tastkopfspitzen, um die MMCX-Tastkopfspitzen mit den Stiften auf der Leiterplatte zu verbinden: MMCX-0,1-Zoll-Pitch-Adapter (2,54 mm) und MMCX-0,062-Zoll-Pitch-Adapter (1,57 mm).

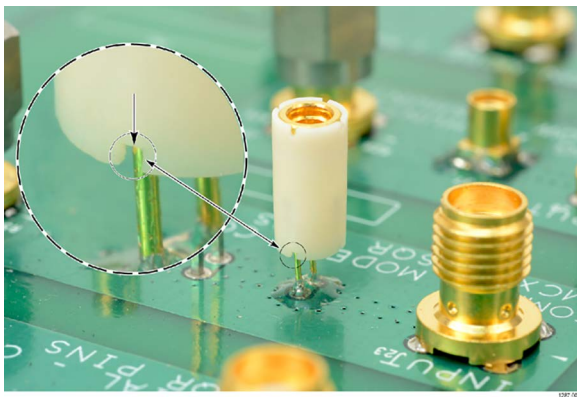
Ein Ende jedes Adapters verfügt über eine MMCX-Buchse für den Anschluss an ein IsoVu MMCX-Spitzenkabel. Das andere Ende des Adapters verfügt über eine mittlere Stiftbuchse und vier Gleichtaktbuchsen (Abschirmung) um die Außenseite des Adapters herum. Die Aussparungen an den Adaptern können zur Lokalisierung der Abschirmungsbuchsen verwendet werden. Die Verfahren zur Installation dieser Adapter sind gleich, der größte Unterschied ist der Abstand der Stifte an der Leiterplatte.

Richten Sie zur Installation der Adapter an den quadratischen Stiften die Mitte des Adapters am Signalquellenstift an der Leiterplatte aus. Verwenden Sie die Aussparung am Adapter zur Ausrichtung einer der Abschirmungsbuchsen am Gleichtaktstift an der Leiterplatte. Die folgenden Abbildungen zeigen Beispiele für die Ausrichtung der Adapter an der Leiterplatte.

Platzieren Sie den Tastkopfspitzenadapter zum Erreichen einer optimalen elektrischen Leistung, insbesondere der CMRR-Leistung und der EMV-Empfindlichkeit, so nah wie möglich an der Leiterplatte.

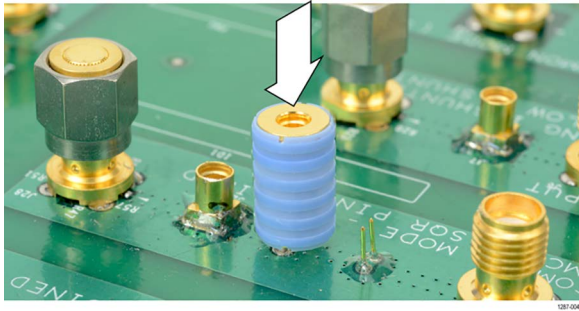


Lining up the MMCX-to-0.1-inch (2.54 mm) adapter on the circuit board

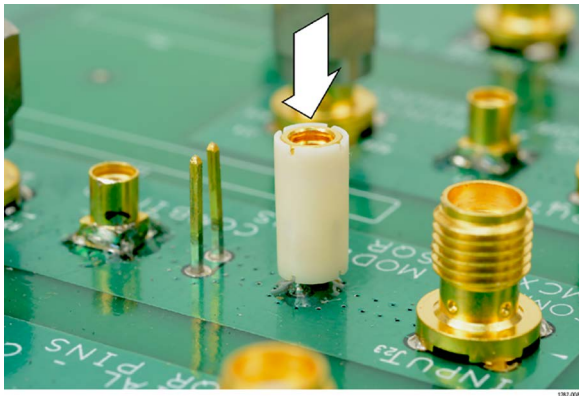


Lining up the MMCX-to-0.062-inch (1.57 mm) adapter on the circuit board

Drücken Sie die Adapter nach der Ausrichtung vorsichtig nach unten, um diese an der Leiterplatte einzustecken.



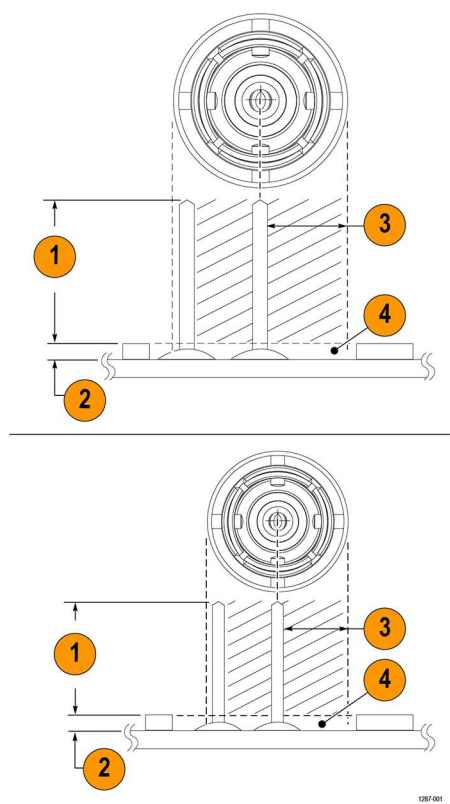
Pushing the MMCX-to-0.1-inch (2.54 mm) adapter in place



Pushing the MMCX-to-0.062-inch (1.57 mm) adapter in place

Installieren der rechteckigen Stiftanschlüsse an der Leiterplatte

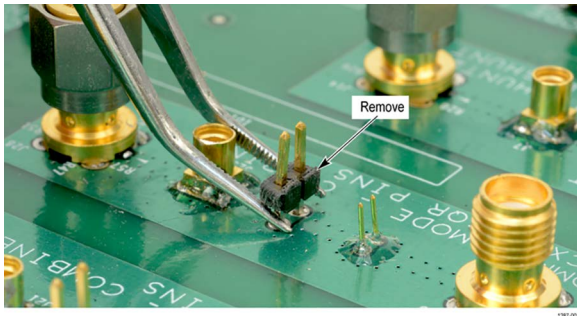
Die folgende Abbildung und Tabelle zeigen die empfohlenen erforderlichen Abstände für den Anschluss der Adapter an den rechteckigen Stiftanschlüssen an der Leiterplatte. Die Unterseite der Adapter sind an der Oberseite abgebildet.



Adapter clearance requirements

Abbildungsreferenz	Tastkopfspitzenadapter, MMCX auf rechteckigen Stiftanschlüssen mit 0,1-Zoll-Abstand 0,635 mm (0,025 Zoll) rechteckige Stifte	Tastkopfspitzen-Adapter, MMCX auf rechteckigen Stiftanschlüssen mit 0,062-Zoll-Abstand 0,406 mm (0,016 Zoll) rechteckige Stifte
1	Empfohlene maximale Stiftlänge 6,00 mm (0,235 Zoll)	Empfohlene maximale Stiftlänge 4,40 mm (0,170 Zoll)
2	Bereich zwischen Adapter und Leiterplatte minimieren	
3	Freihaltebereich (Durchmesser jedes Adapters)	
4	Im Freigabebereich sollten sich möglichst keine Komponenten befinden	

Die rechteckigen 0,025-Zoll-Stifte (0,635 mm) müssen sich bereits auf der Leiterplatte befinden. Einige rechteckige Stifte haben ggf. bereits Kopfstecker an der Leiterplatte installiert. Tektronix empfiehlt, den Abstandhalter aus Kunststoff von den rechteckigen Stiften zu entfernen, um einen besseren Zugang zur Leiterplatte zu erhalten, wie in der folgenden Abbildung gezeigt. Dies dient zum Erreichen einer optimalen elektrischen Leistung, insbesondere CMRR. Sie müssen ggf. eine Pinzette verwenden, um den Abstandhalter wie in der Abbildung gezeigt zu entfernen.



Removing the header from square pins on the circuit board

Tektronix bietet einen Satz aus Lötstiften (0,46 mm (0,018 in) Durchmesser) zur Installation an der Leiterplatte, die mit dem MMCX-0,062-Zoll-Adapter (1,57 mm) verwendet werden kann. Verwenden Sie das Löthilfsmittelzubehör (Tektronix Teilenummer 003-1946-xx) zur Installation dieser Stifte an der Leiterplatte.

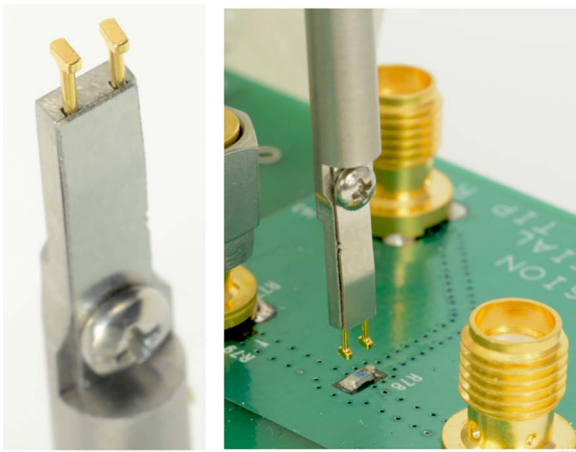
Die Lötstifte sind sehr klein und ggf. schwer in der Handhabung. Tektronix empfiehlt die Verwendung einer Pinzette und eines Vergrößerungswerkzeugs zur Installation der Stifte an der Leiterplatte.

Die Lötstifte können um die oberflächenmontierte Komponente an der Leiterplatte installiert werden, dabei muss jedoch ein ausreichender Abstand für eine einwandfreie elektrische Verbindung des Adapters eingehalten werden. Siehe die Abbildung für den Adapterabstand.

Die (gemeinsame) Koaxialabschirmung der Tastkopfspitze und der Spitzenadapter muss immer mit dem Punkt mit der geringsten Impedanz (in der Regel eine Gleichschaltung oder ein Stromversorgungsstrang) im Prüfkreis verbunden sein (relativ zum Sensorspitzenkabel/Mittelleiter), um ein möglichst genaues Signal zu erhalten.

Verwenden Sie die folgenden Schritte zur Installation der Lötstifte mittels der Löthilfe an der Leiterplatte:

1. Stecken Sie die Lötstifte vorsichtig in die Löthilfe ein, wie in der folgenden Abbildung gezeigt.



Using the soldering aid to install the square pins on the circuit board

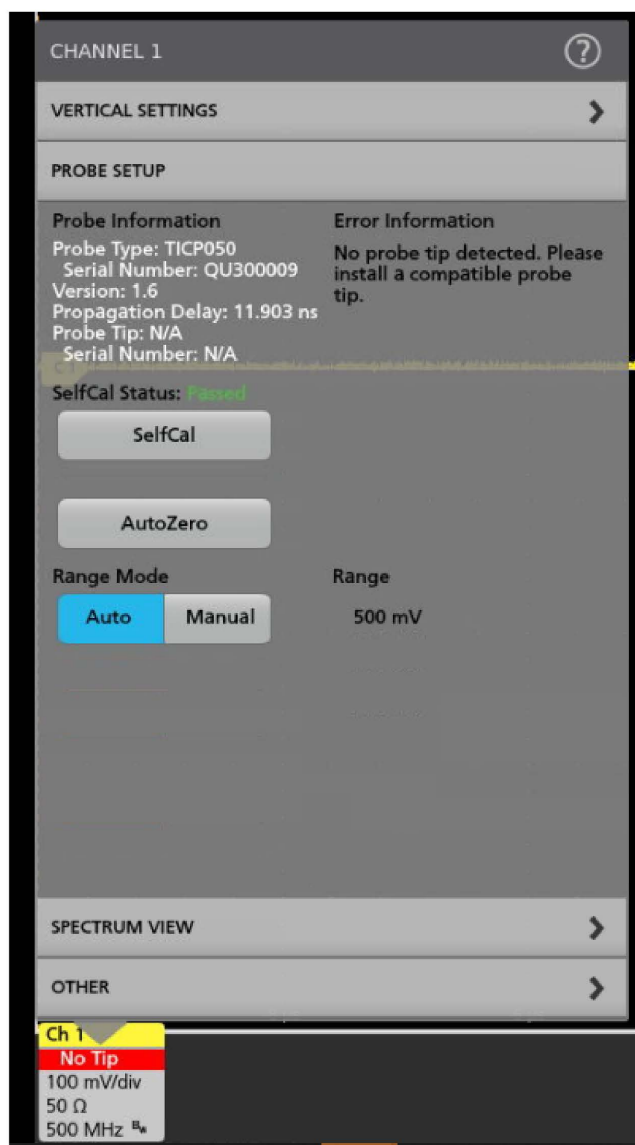
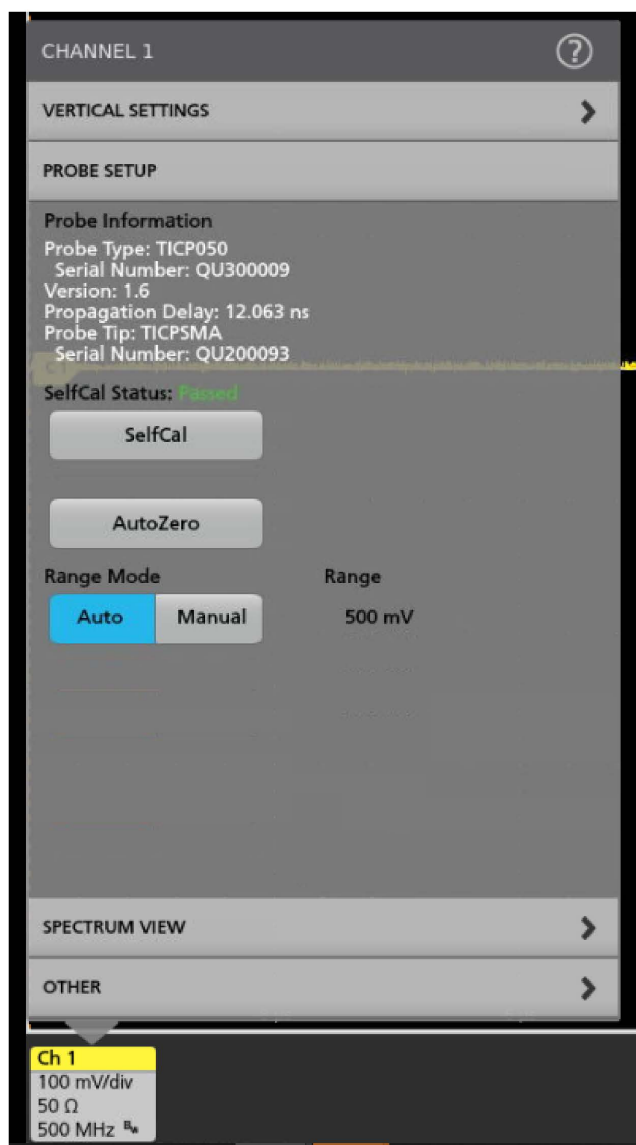
2. Verwenden Sie die Löthilfe zum Fixieren der rechteckigen Stifte beim Anlöten an die Leiterplatte.
3. Tragen Sie bei Bedarf eine geringe Menge Klebstoff auf, um die Verbindung mit der Leiterplatte weiter zu verstärken. Die Dicke der Klebstoffschicht muss jedoch so gering wie möglich gehalten werden, damit ein einwandfreier elektrischer Kontakt des Adapters gewährleistet ist. Siehe Abbildung zum Adapterabstand.

Menü Probe Setup (Tastkopfeinstellung)

Verwenden Sie das Menü zur Einstellung des Tastkopfs, um Informationen zum Tastkopf anzuzeigen, eine Selbstkalibrierung (SelfCal) durchzuführen, Autonull auszuführen, die Betriebsart zu ändern und den Bereich zu konfigurieren.

Um das Menü „Probe Setup“ (Tastkopf-Einstellung) auf dem Oszilloskop aufzurufen, tippen Sie zweimal auf das entsprechende Analogkanal-Symbol in der Einstellungsleiste und dann auf **Probe Setup**.

Sie erhalten eine Warnmeldung, wenn Sie den Tastkopf an das Oszilloskop anschließen, ohne dass eine Tastkopfspitze angeschlossen ist. Die folgenden Bilder zeigen das Menü mit und ohne die Spitzen-Warnung.



Selbstkalibrierung

Die Selbstkalibrierungsfunktion (SelfCal), die die Verstärkungsgenauigkeit und den Gleichstrom-Offset korrigiert. Diese Parameter ändern sich, wenn sich der Tastkopf auf die Betriebstemperatur erwärmt, und bleiben konstant, sobald die Temperatur einen stabilen Zustand erreicht hat.

Prüfen Sie im Menü **Probe Setup** (Tastkopf-Einstellungen) den **SelfCal-Status**. Der Status zeigt an, ob die Selbstkalibrierung **bestanden** wurde, **fehlgeschlagen** ist oder ob **empfohlen** wird, die Selbstkalibrierung durchzuführen.

Um den Status der Selbstkalibrierung aus der Ferne zu überprüfen, verwenden Sie den Befehl `SELF CAL : STATE? PI`, um festzustellen, ob die Selbstkalibrierung `RECOMMENDED` (empfohlen), `RUNNING` (läuft) oder `PASSED` (bestanden) ist.

Es wird empfohlen, die Selbstkalibrierung erneut auszuführen, wenn sich die Umgebungstemperatur um 10 °C ändert oder wenn der Status **Recommended** (empfohlen) lautet. Führen Sie die folgenden Schritte aus, um eine Selbstkalibrierung durchzuführen:

1. Tippen Sie auf den Kanal-Badge, der dem Kanal entspricht, an den Sie den Tastkopf angeschlossen haben.
2. Erweitern Sie im Menü „Channel“ (Kanal) die Registerkarte **Probe Setup** (Tastkopf einstellen).
3. Tippen Sie auf die Taste **SelfCal**.

Um die Selbstkalibrierung aus der Ferne durchzuführen, rufen Sie den Befehl `CH<x>:PROBE:SELF CAL EXECUTE PI` auf. Der angeschlossene Kanal wird durch „x“ angegeben.

NOTE: Die besten Ergebnisse erzielen Sie, wenn Sie die Selbstkalibrierung durchführen, während der Tastkopf an den stromlosen Prüfling angeschlossen ist.

Wenn Sie vertikale Skalen von 10 mV/Div oder weniger verwenden, sollten Sie die Selbstkalibrierung des Tastkopfes mit der noch angebrachten Tastkopfspitze durchführen, ohne dass ein Signal an der Tastkopfspitze anliegt. Zusätzlich wird für die Tastköpfe TICPSMA und TICPMX1X empfohlen, während der Selbstkalibrierung eine repräsentative Treiberimpedanz (einen stromlosen Prüfling) an der Tastkopfspitze angeschlossen zu lassen.

Bei höheren vertikalen Skalen oder im speziellen Fall einer TICPSMA- oder TICPMX1X-Spitze, die über eine sehr niedrige Impedanz (einen Shunt-Widerstand $\leq 5 \Omega$) angesteuert wird, kann alternativ die Spitze vom Tastkopf getrennt werden, um sicherzustellen, dass während der Selbstkalibrierung kein Signal anliegt.

Der Tastkopf der TICP-Serie benötigt fünf Minuten zum Aufwärmen, und die Selbstkalibrierung ist in weniger als zwei Minuten abgeschlossen. Der **SelfCal-Status** ändert sich in **Passed** (Bestanden) oder **Failed** (Nicht bestanden).

AutoZero

Autonull und Selbstkalibrierung wirken auf verschiedene Teile des Messsystems. Die Selbstkalibrierung optimiert die Messungen durch Anpassung der Parameter im Tastkopf. Autonull ist eine Funktion des Oszilloskops, die zum Einsatz kommt, wenn eine angezeigte Kurvenform nicht korrekt zentriert ist (z. B. aufgrund eines kleinen Gleichstrom-Offset-Fehlers). Autonull wird automatisch nach der Selbstkalibrierung ausgeführt.

Vor dem Durchlauf von Autonull ist es wichtig, den Prüfling stromlos zu machen oder den Tastkopf vom Prüfling zu trennen.

Auto Range (Automatischer Bereich)

Die **Betriebsart „Bereich“** kann entweder auf **Auto** oder **Manuell** eingestellt werden. Wenn für die Betriebsart „Bereich“ die Option **Auto** eingestellt ist, wird der Tastkopfbereich automatisch ausgewählt, wenn der V/Div-Drehknopf (V/ Skalenteil) am Oszilloskop gedreht wird. Das Verhältnis zwischen Messbereich des Tastkopfes und V/Div-Einstellung entspricht dem in „Bereiche“ und in der Einstelltablelle für Volt/div für die Serie 4/5/6 MSO angegebenen Verhältnis.

Bereiche

Das Messsystem verfügt über eine Vielzahl von Messbereichen, die Sie auswählen können, unabhängig davon, ob der Tastkopf mit oder ohne Spitze verwendet wird. So können Sie je nach den Anforderungen der Messung Abwägungen zwischen dem Rauschverhalten und dem Dynamikbereich treffen.

CAUTION: Um eine Beschädigung des Tastkopfs zu vermeiden, darf die Spitzenspannung für eine bestimmte Spitze oder einen bestimmten Tastkopf nicht überschritten werden. Der Grenzwert für die maximale zerstörungsfreie Spannung (Spitzenspannung) erhöht sich nicht, wenn die Tastkopfbereiche geändert werden.

Bei den MSO-Instrumenten der Serien 4, 5 und 6 sind die Bereiche auswählbar, wenn für die **Betriebsart** „**Bereich**“ die Option **Manuell** eingestellt ist. Die empfohlenen V/Div-Einstellungen finden Sie in der folgenden Tabelle. Die angegebenen Bereiche gelten für den SMA-Eingang des Tastkopfs und den 1X-Tastkopf. Multiplizieren Sie den Bereich und die V/Div-Einstellung mit der Dämpfung der Tastkopfspitze, um die Werte für eine Tastkopfspitze zu erhalten.

Bereiche und Volt/Div-Einstellungen der Serie 4/5/6 MSO

Tastkopfbereiche der Serie 4/5/6 MSO	Empfohlene V/Div-Einstellung
20 mV	2 mV/Div
30 mV	5 mV/Div
45 mV	5 mV/Div
65 mV	10 mV/Div
90 mV	10 mV/Div
125 mV	20 mV/Div
175 mV	20 mV/Div
250 mV	20 mV/Div
350 mV	50 mV/Div
500 mV	100 mV/Div

Bei Verwendung einer Tastkopfspitze zeigt das Etikett der jeweiligen Tastkopfspitze den maximalen Dynamikbereich und den Abschwächungsfaktor an. Bei der Auswahl von empfindlicheren Bereichen wird der Dynamikbereich eingeschränkt. Weitere Informationen finden Sie in der Spezifikationstabelle unter „Linearer Differentialeingangsspannungsbereich“.

Auswahl der Tastkopfspitze

CAUTION: Achten Sie auf die richtige Wahl der Tastkopfspitze, um Überspannungen zu vermeiden, die den Eingangsabschluss des Tastkopfs beschädigen oder beeinträchtigen können. Die Wahl des richtigen Dämpfungsfaktors für die Tastkopfspitze ist entscheidend, damit der Eingangsabschluss des Tastkopfs nicht durch eine Überspannung beschädigt oder beeinträchtigt wird. Wählen Sie die Tastkopfspitze mit der geringstmöglichen Dämpfung für das zu messende Signal.

Beachten Sie bei der Auswahl einer Tastkopfspitze für eine bestimmte Anwendung die folgenden Fragen:

- Was ist die maximale Effektiv-/Spitzenspannung am zu messenden Prüfpunkt (zum Beispiel bei einer Fehlerbedingung)?
- Was ist der minimale unsymmetrische Eingangswiderstand, den meine Schaltung tolerieren kann?
- Wie groß soll das Signal sein, das ich am Oszilloskop anzeigen möchte?
- Welche Empfindlichkeit benötige ich (zum Beispiel die minimale V/div-Einstellung)?

Die folgende Tabelle erleichtert Ihnen die Auswahl der richtigen Tastkopfspitze. Beginnen Sie oben in der Tabelle, und arbeiten Sie nach unten. Wählen Sie die erste Spitze aus, die Ihre Kriterien erfüllt.

Auswahl der Tastkopfspitze

Tastkopfspitze	Empfindlichste V/Div-Einstellung	Dynamikumfang	Maximale zerstörungsfreie Spannung (DC + pk AC)	Unsymmetrischer Eingangswiderstand
TICPSMA	1 mV	$\pm 0,5$ V	± 3 V	50 Ω
TICPMM1/TICPMM1ET	1 mV	$\pm 0,5$ V	± 3 V	50 Ω
TICPMM10/ TICPMM10ET	10 mV	± 5 V	± 15 V	500 Ω
TICPMM100/ TICPMM100ET	100 mV	± 50 V	± 60 V	5000 Ω

Den Maximalwert der zerstörungsfreien Spannung finden Sie im Diagramm Maximale differentielle Eingangsspannung in Abhängigkeit von der Frequenzreduzierung.

„Deskew“ (Versatzausgleich)

Jeder Tastkopf wird mit nominalen Werten für die Ausbreitungsverzögerung geliefert, die automatisch über das Menü **Vertikal** des Oszilloskops angewendet werden können. Die Genauigkeit des Versatzausgleichs kann mit einem bekannten Signal und einer Deskew-Vorrichtung verbessert werden. Wenn die zeitlichen Beziehungen zwischen den Signalkurven kritisch sind, müssen Sie das Testsystem immer mit bekannten Geräten entzerren.

Input offset

Das Messsystem verfügt über eine einstellbare, auf den Eingang bezogene Offsetspannung. Dadurch ist es möglich, einen Teil des Signals anzuzeigen, der sich außerhalb des Bildschirms befindet, oder ein empfindliches Verhalten zu untersuchen, das auf einer größeren Differenzspannung beruht. Beispielsweise würde ein Schritt von 0 V bis 0,6 V normalerweise einen Eingangsbereich von $\pm 0,5$ V überschreiten. Durch das Anlegen eines Offsets von 250 mV wird der 600 mV-Schritt in den dynamischen Bereich des Tastkopfs gebracht und kann genau betrachtet werden. Der Offset wird vom Tastkopf angelegt.

Spannungsbereich

Der Tastkopf wurde entwickelt, um die Charakterisierung von Hochfrequenzschaltungen mit einem breiten Bereich von Differenzspannungen bei vorhandenen Gleichtaktspannungen zu ermöglichen. Um die Signaltreue und Messgenauigkeit zu optimieren, ist es wichtig, die Grenzen und Unterschiede zwischen den in diesem Abschnitt beschriebenen Spannungswerten zu verstehen.

Obwohl der Gleichtakt-Spannungsbereich des Tastkopfes sehr groß ist (1000 V CATII), ist der Differenzeingangsbereich begrenzt und hängt von der Dämpfung des Tastkopfes, dem gewählten Verstärkungsbereich und dem verwendeten Offset ab.

Die Eingangsspannungsbedingungen sind in mehrere verschiedene Eingangsbereiche unterteilt.

Gleichtaktspannungsbereich

Der Tastkopf ist von der Erdung isoliert, sodass der Gleichtaktspannungs-Eingangsbereich 1000 V CATII ist. Der differentielle Eingangsbereich ist stärker eingeschränkt und bezieht sich auf das Signal, das unabhängig von der Betriebsart an der Tastkopfspitze anliegen kann.

Der Differenzspannungsbereich bezieht sich auf die tatsächliche Messung, die bei Verwendung von IsoVu™ auf dem Bildschirm des Oszilloskops angezeigt wird. Um genaue Ergebnisse zu erzielen, muss die Messung innerhalb des Bereichs des angewandten Offsets $\pm V_{\text{Diff}}$ -Bereichs der Spitze liegen.

$$V_{\text{Messung}} = V_{\text{Offset}} \pm V_{\text{Diff}}$$

Offset-Spannungsbereich

Die Offset-Spannung kann über das Menü **Vertikal** des Oszilloskops eingestellt werden. Die Kapazität der Eingangs-Offsets des Tastkopfs reicht von $\pm 0,5$ V bis ± 50 V, abhängig von der verwendeten Spitze. Dieser Offset wird am Tastkopf angelegt und kann nützlich sein, um angelegte Signale in den dynamischen Bereich (V_{diff}) des Tastkopfs zu bringen.

Maximaler Bereich der zerstörungsfreien Differenzspannung

Der maximale Eingangsbereich der zerstörungsfreien Differenzspannung ist die maximale Differenzspannung, die an den Eingang angelegt werden kann, ohne den Tastkopf zu beschädigen. Dies ist ein Gleichstrom + Spitzenwechselstromwert (kein Teil des differentiellen Eingangssignals darf diesen Wert überschreiten). Die maximale zerstörungsfreie Differenzspannung variiert je nach verwendeter Tastkopfspitze von ± 3 V bis ± 60 V. Ein Überschreiten dieser Werte führt zu dauerhaften Schäden an den Komponenten des Tastkopfs.

Spezifikationen

Dieses Kapitel enthält die technischen Daten für das Gerät. Alle Angaben sind typische technische Daten, sofern nicht als garantierte Werte angegeben. Typische technische Daten werden aus Gründen der Benutzerfreundlichkeit bereitgestellt, jedoch nicht garantiert. Alle mit einem Symbol ✓ gekennzeichneten technischen Daten sind garantierte Daten und werden während der Leistungsprüfung geprüft.

Alle Spezifikationen sind typisch und gelten für alle Modelle, falls nicht anders angegeben.

Damit die technischen Daten zutreffen, müssen zuerst zwei Bedingungen erfüllt sein:

- Das Gerät muss innerhalb der Grenzen der in diesem Handbuch beschriebenen Umgebungsdaten eingesetzt werden.
- Das Gerät muss innerhalb des angegebenen Betriebstemperaturbereichs mindestens fünf Minuten lang ununterbrochen in Betrieb gewesen sein.
- Das Messsystem wird über ein TekVPI-kompatibles Oszilloskop mit Strom versorgt.

Garantierte Spezifikationen beschreiben garantierte Leistung mit Toleranzgrenzen oder bestimmten typbezogenen Voraussetzungen.

Übersicht über Tastköpfe und Spitzen

Übersicht über die TICP-Tastkopf-Serie

Merkmal	TICP100	TICP050	TICP025
Bandbreite	1 GHz	500 MHz	250 MHz
Anstiegszeit	400 ps	700 ps	1,4 ns
DC-Verstärkungsgenauigkeit	±1,5 %		
Maximale Gleichtaktspannung	1800 V; For use in a Pollution Degree 1 environment; Max with transient level not to exceed 5kV _{pk}		
	1300 V; Pollution degree 2; Max with transient level not to exceed 5kV _{pk}		
	600 V for CAT III; Pollution degree 2		
	1000 V for CAT II; Pollution degree 2		
Effektivwert spektrale Rauschdichte	4,70 nV/√Hz (<21 µV _{RMS} bei 20 MHz)		
Länge des Tastkopfkabels	2 Meter		

Übersicht über die TICS-Breitband-Shunts

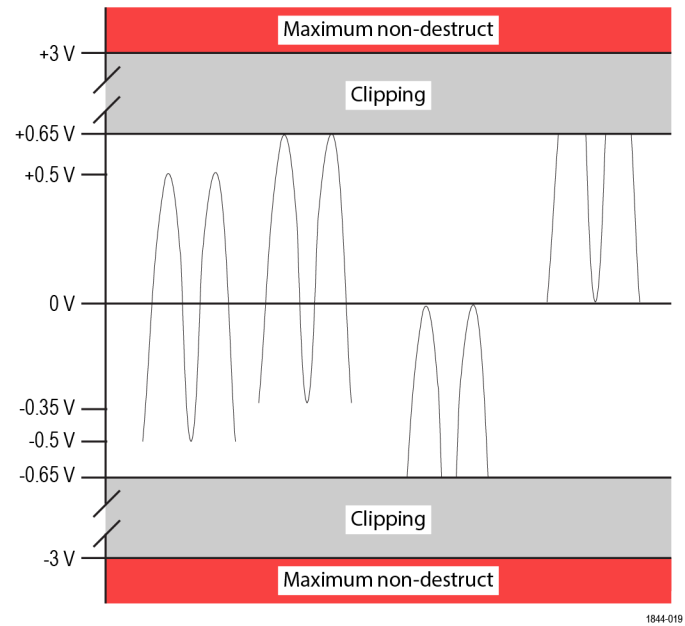
Merkmal	TICS0005	TICS0050	TICS0500	TICS5000
Widerstand	5 mΩ	50 mΩ	500 mΩ	5 Ω
Bandbreite	200 MHz	250 MHz	250 MHz	250 MHz
Anstiegszeit	1,2 ns	1,2 ns	1,2 ns	1,3 ns
Maximalwert des Impulsstroms (reduziert sich basierend auf der Impulsbreite des Stroms. Siehe Diagramm der gepulsten Stromkurve)	200 A	20 A	2 A	200 mA
Grundrauschen (A RMS) bei voller Bandbreite	13 mA	1,5 mA	150 μA	15 μA
DC-Verstärkungsgenauigkeit	< 2 %			
Einfügungsinduktivität	6 nH – 7 nH für quadratische Stifte und TICS			
	2 nH – 3 nH für quadratische Stifte und Jumper allein			
Temperaturkoeffizient (Tor)	100 ppm/°C			
Leistungsaufnahme	1 W; kontinuierlich			
Länge des Twin-Ax-Kabels	236 mm			
Abmessungen des Shunts	16 mm x 9 mm x 33 mm			
Eingangsverbindung zum Prüfling	Quadratischer Stift (100 mil Abstand)			

Eingangsspannungsbereich, Eingangsimpedanz

Differenzeingangsspannungsbereich + Offset-Bereich darf Folgendes nicht überschreiten: Maximale messbare Eingangsspannung. Beispiel: Im ±0,5-V-Bereich von TICPSMA ist der Offset auf ±0,15 V begrenzt.

Tastkopfspitzen	Differentieller Eingangsbereich	Offset-Bereich	Maximale messbare Eingangsspannung (Vs)	Maximale zerstörungsfreie Differenzspannung	Eingangsimpedanz
TICPSMA	±0,5 V	±0,5 V	0,65 V	±3 V; 3 V _{RMS}	50 Ω n/z
TICPMM1/ TICPMM1ET	±0,5 V	±0,5 V	0,65 V	±3 V; 3 V _{RMS}	50 Ω n/z
TICPMM10/ TICPMM10ET	±5 V	±5 V	6,5 V	±15 V; 15 V _{RMS}	500 Ω <3 pF
TICPMM100/ TICP100MMET	±50 V	±50 V	50 V	±60 V; 60 V _{RMS}	5000 Ω <3 pF

Der vollständige Offset von ±0,5 V ist im ±0,125-V-Bereich des Tastkopfs der Serie TICP verfügbar.



Differential input voltage range

Rauschuntergrund (RMS A)

$$\text{Noise Floor (A RMS)} = \frac{4.70 \frac{nV}{\sqrt{Hz}} \times \sqrt{Bandwidth}}{R_{shunt}}$$

Grundrauschen des Tastkopfes der TICP-Serie (A RMS)

Auswahl des Nebenschlusswiderstands	20 MHz	250 MHz	1 GHz
50 Ω TICP als Nebenschlusswiderstand	420 nA	1,5 µA	3,0 µA
5 Ω Nebenschlusswiderstand	4,2 µA	14,9 µA	29,7 µA
1 Ω Nebenschlusswiderstand	21 µA	74,3 µA	149 µA
500 mΩ Nebenschlusswiderstand	42 µA	149 µA	297 µA
50 mΩ Nebenschlusswiderstand	420 µA	1,5 mA	3,0 mA
5 mΩ Nebenschlusswiderstand	4,2 mA	14,9 mA	29,7 mA
500 µΩ Nebenschlusswiderstand	42 mA	149 mA	297 mA
50 µΩ Nebenschlusswiderstand	420 mA	1,5 A	3,0 A
15 µΩ Nebenschlusswiderstand	1,4 A	5,0 A	9,9 A

Grundrauschen des Breitband-Shunts (A RMS)

Auswahl des Nebenschlusswiderstands	20 MHz	200 MHz	250 MHz
5 Ω (TICS5000)	4,2 µA	13 µA	15 µA
500 mΩ (TICS0500)	42 µA	130 µA	150 µA
50 mΩ (TICS0050)	420 µA	1,3 mA	1,5 mA
5 mΩ (TICS0005)	4,2 mA	13 mA	-
Das Grundrauschen des Breitband-Shunts ist abhängig vom TICP-Eingangsbereich, der Bandbreite und dem Shunt-Wert. Die Zahlen wurden mit TICP im Bereich von ± 20 mV berechnet.			

Maximal messbarer Strom

Maximum hängt von der Leistungsaufnahme des Nebenschlusswiderstands ab.

$$\text{Maximum Measurable Current (A)} = \frac{\text{Maximum Measurable Input } V_{pk}}{R_{shunt}}$$

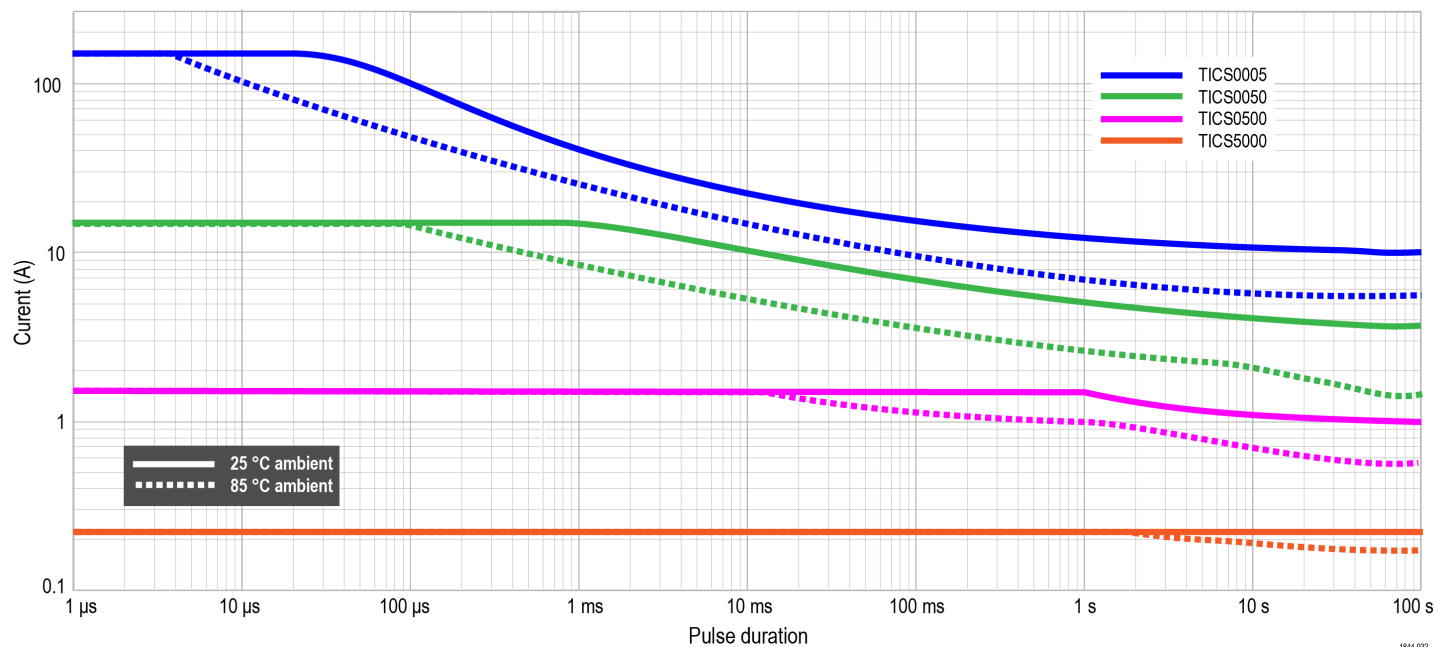
Maximalwert des messbaren Stroms der Tastköpfe der TICP-Serie

Auswahl des Nebenschlusswiderstands	TICPMM1	TICPSMA	TICPMM10	TICPMM100
50 Ω TICP als Nebenschlusswiderstand	13 mA		-	-
5 Ω Nebenschlusswiderstand	130 mA		1,3 A	10 A
1 Ω Nebenschlusswiderstand	650 mA		6,5 A	50 A
500 mΩ Nebenschlusswiderstand	1,3 A		13 A	100 A
50 mΩ Nebenschlusswiderstand	13 A		130 A	1,0 kA
5 mΩ Nebenschlusswiderstand	130 A		1,3 kA	10 kA
500 μΩ Nebenschlusswiderstand	1,3 kA		13 kA	100 kA
50 μΩ Nebenschlusswiderstand	13 kA		130 kA	1.000 kA
15 μΩ Nebenschlusswiderstand	43,3 kA		433,3 kA	3.300 kA

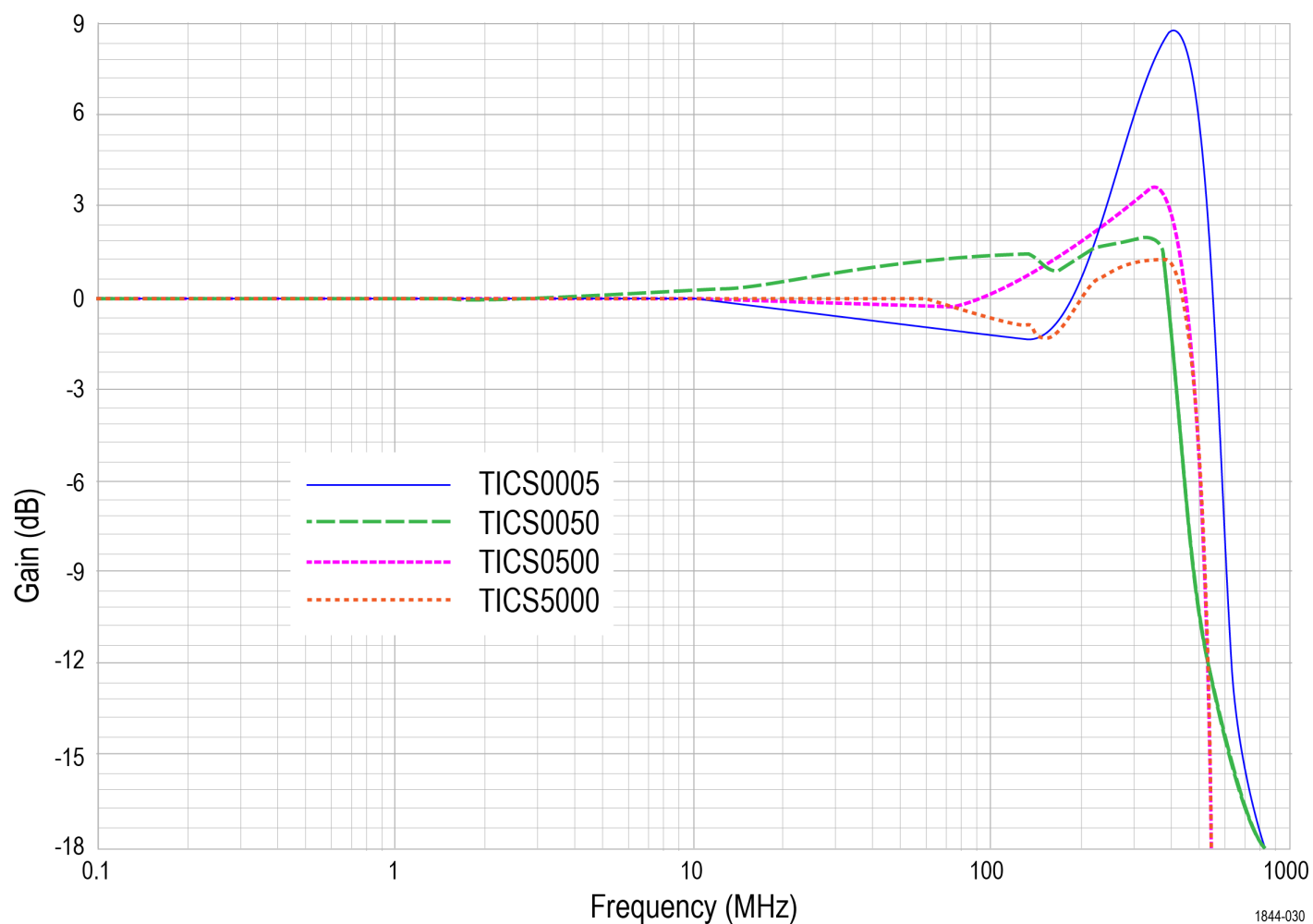
Maximalwert des messbaren Stroms über Breitband-Shunts

Auswahl des Nebenschlusswiderstands	20 μs	1 ms	100 ms	1 s	100 s
5 Ω (TICS5000)	0,2 A	0,2 A	0,2 A	0,2 A	0,2 A
500 mΩ (TICS0500)	2 A	2 A	2 A	2 A	1,4 A
50 mΩ (TICS0050)	20 A	19 A	8,8 A	6,4 A	4,5 A
5 mΩ (TICS0005)	200 A	70 A	28 A	20 A	14 A

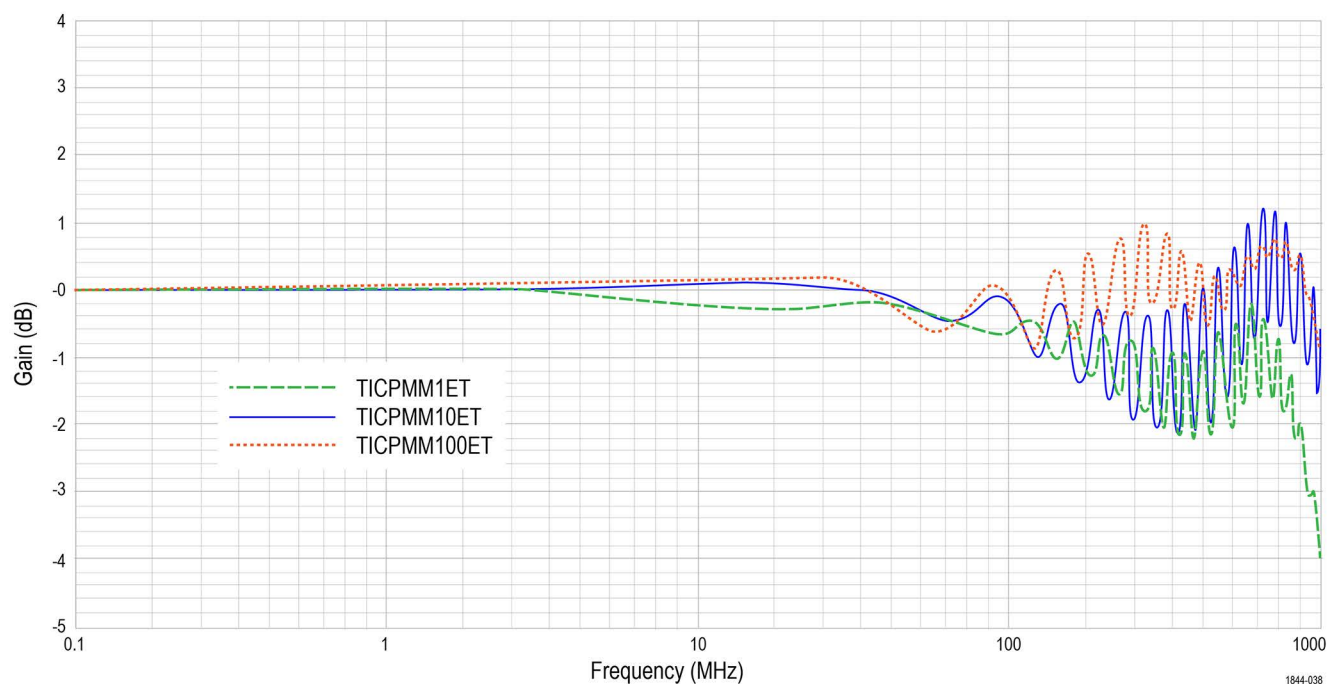
Auswahl des Nebenschlusswiderstands	20 μ s	1 ms	100 ms	1 s	100 s
Reduziert auf Basis der Pulsbreite des Stroms. Siehe Diagramm der gepulsten Stromkurve. Rampenimpulse (z. B. Doppelimpuls-Tests) können bei gleichem Spitzenstrom 3 mal länger laufen als die Dauer der Rechteckimpulse.					



Wideband shunts pulse current curve



Wideband shunts frequency response

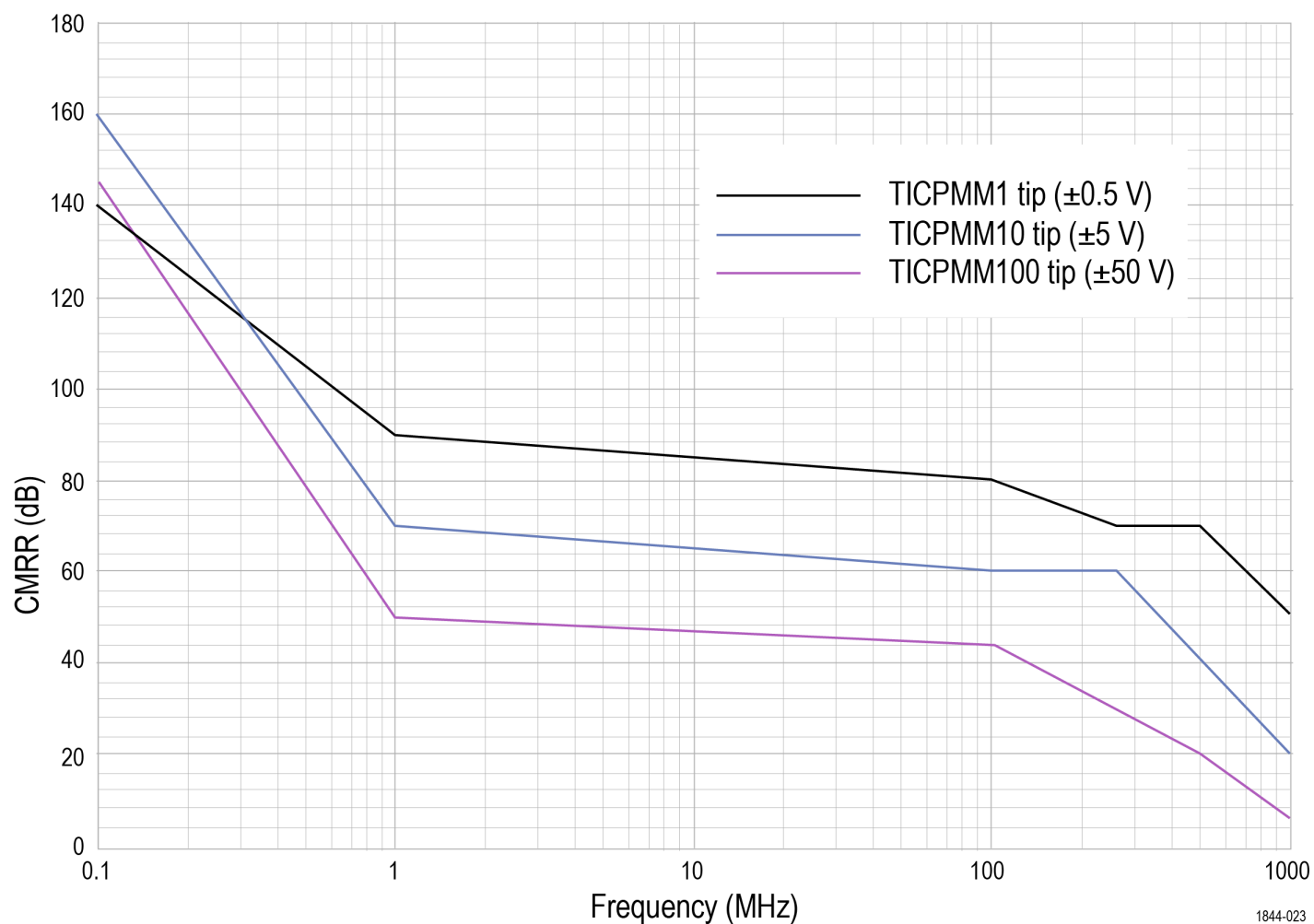


Extreme temperature tip frequency response

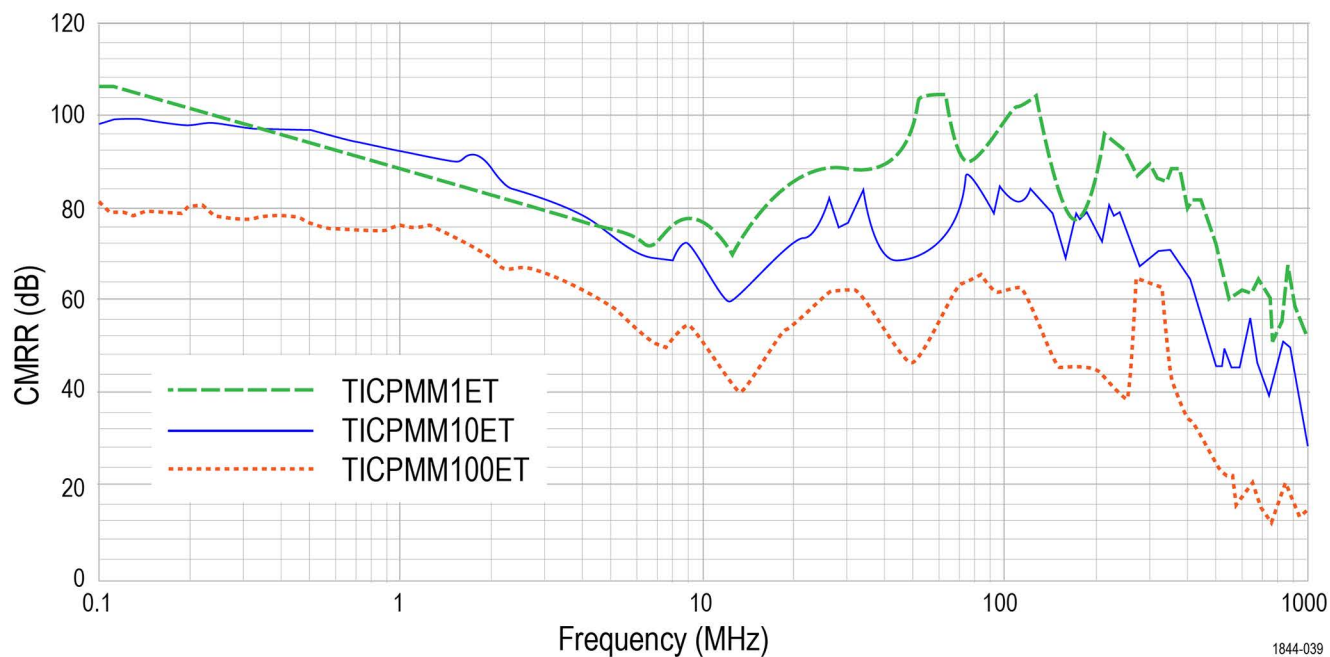
Tastkopfbereiche

Die Werte gelten für die Spitzen TICPSMA und TICPMM1. Für die Spitzen 10X bzw. 100X sind die Werte mit 10 bzw. 100 zu multiplizieren.

Eingangsbereich	Offset-Bereich	Effektivwert spektrale Rauschdichte (V_{RMS})	Rauschuntergrund bei 20 MHz (V_{RMS})
$\pm 0,5 \text{ V}$	$\pm 0,15 \text{ V}$	$22,9 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$	$102,5 \text{ }\mu\text{V}_{\text{RMS}}$
$\pm 0,35 \text{ V}$	$\pm 0,30 \text{ V}$	$17,4 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$	$77,8 \text{ }\mu\text{V}_{\text{RMS}}$
$\pm 0,25 \text{ V}$	$\pm 0,40 \text{ V}$	$15,0 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$	$67,2 \text{ }\mu\text{V}_{\text{RMS}}$
$\pm 0,175 \text{ V}$	$\pm 0,475 \text{ V}$	$9,5 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$	$42,4 \text{ }\mu\text{V}_{\text{RMS}}$
$\pm 0,125 \text{ V}$	$\pm 0,5 \text{ V}$	$8,7 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$	$38,9 \text{ }\mu\text{V}_{\text{RMS}}$
$\pm 0,09 \text{ V}$	$\pm 0,5 \text{ V}$	$6,3 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$	$28,3 \text{ }\mu\text{V}_{\text{RMS}}$
$\pm 0,065 \text{ V}$	$\pm 0,5 \text{ V}$	$5,5 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$	$24,7 \text{ }\mu\text{V}_{\text{RMS}}$
$\pm 0,045 \text{ V}$	$\pm 0,5 \text{ V}$	$4,7 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$	$21,2 \text{ }\mu\text{V}_{\text{RMS}}$
$\pm 0,03 \text{ V}$	$\pm 0,5 \text{ V}$	$4,7 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$	$21,2 \text{ }\mu\text{V}_{\text{RMS}}$
$\pm 0,02 \text{ V}$	$\pm 0,5 \text{ V}$	$4,7 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$	$21,2 \text{ }\mu\text{V}_{\text{RMS}}$



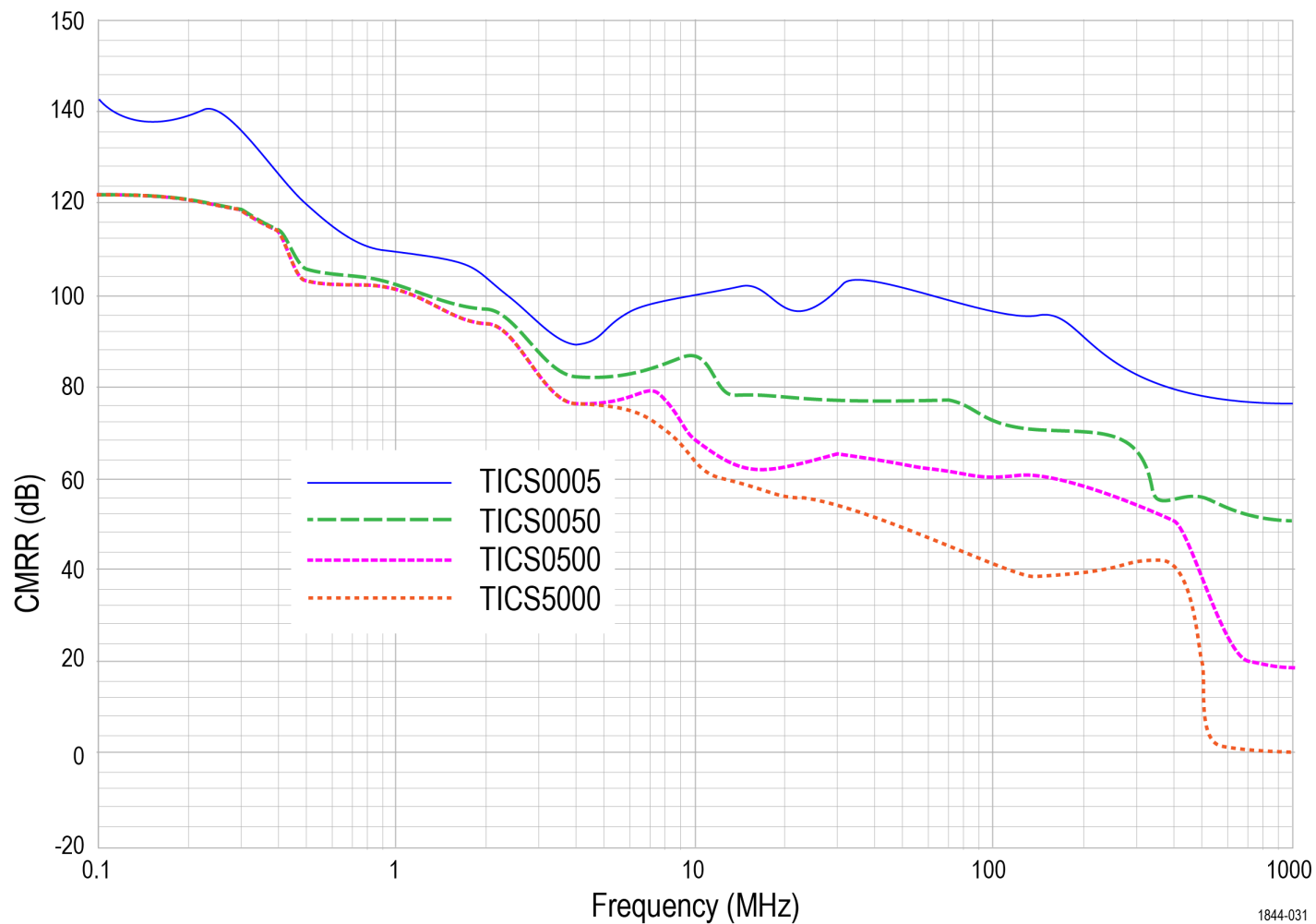
The IsoVu isolated current probes common mode rejection ratio (CMRR)



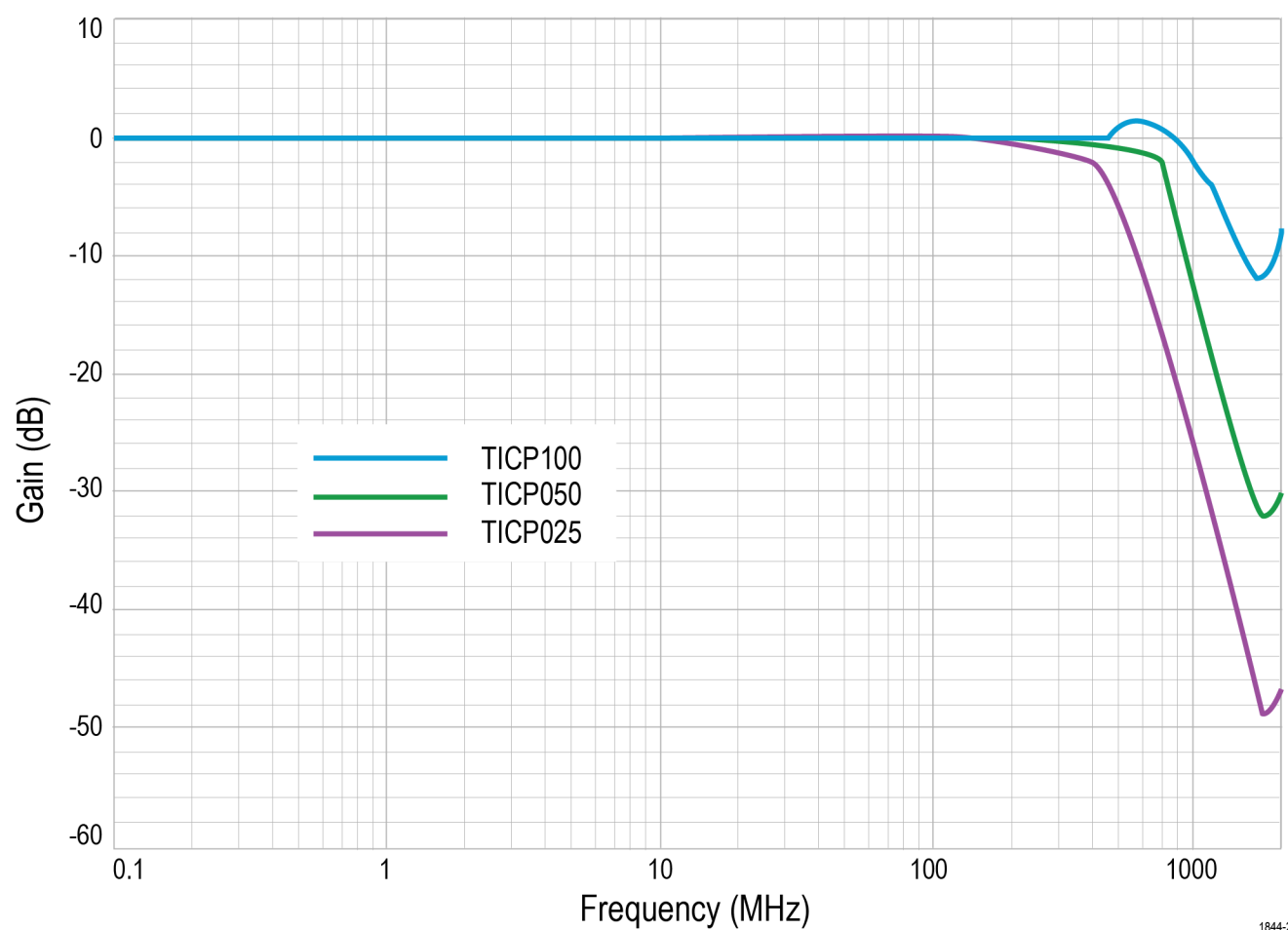
Extreme temperature CMRR

Breitband-Shunts CMRR

Sensorspitzenkabel	DC	1 MHz	100 MHz	250 MHz	500 MHz	1 GHz
5 Ω (TICS5000)	110 dB	89 dB	41 dB	41 dB	43 dB	12 dB
500 m Ω (TICS0500)	111 dB	89 dB	56 dB	56 dB	57 dB	32 dB
50 m Ω (TICS0050)	110 dB	90 dB	71 dB	71 dB	62 dB	50 dB
5 m Ω (TICS0005)	127 dB	99 dB	99 dB	99 dB	84 dB	70 dB

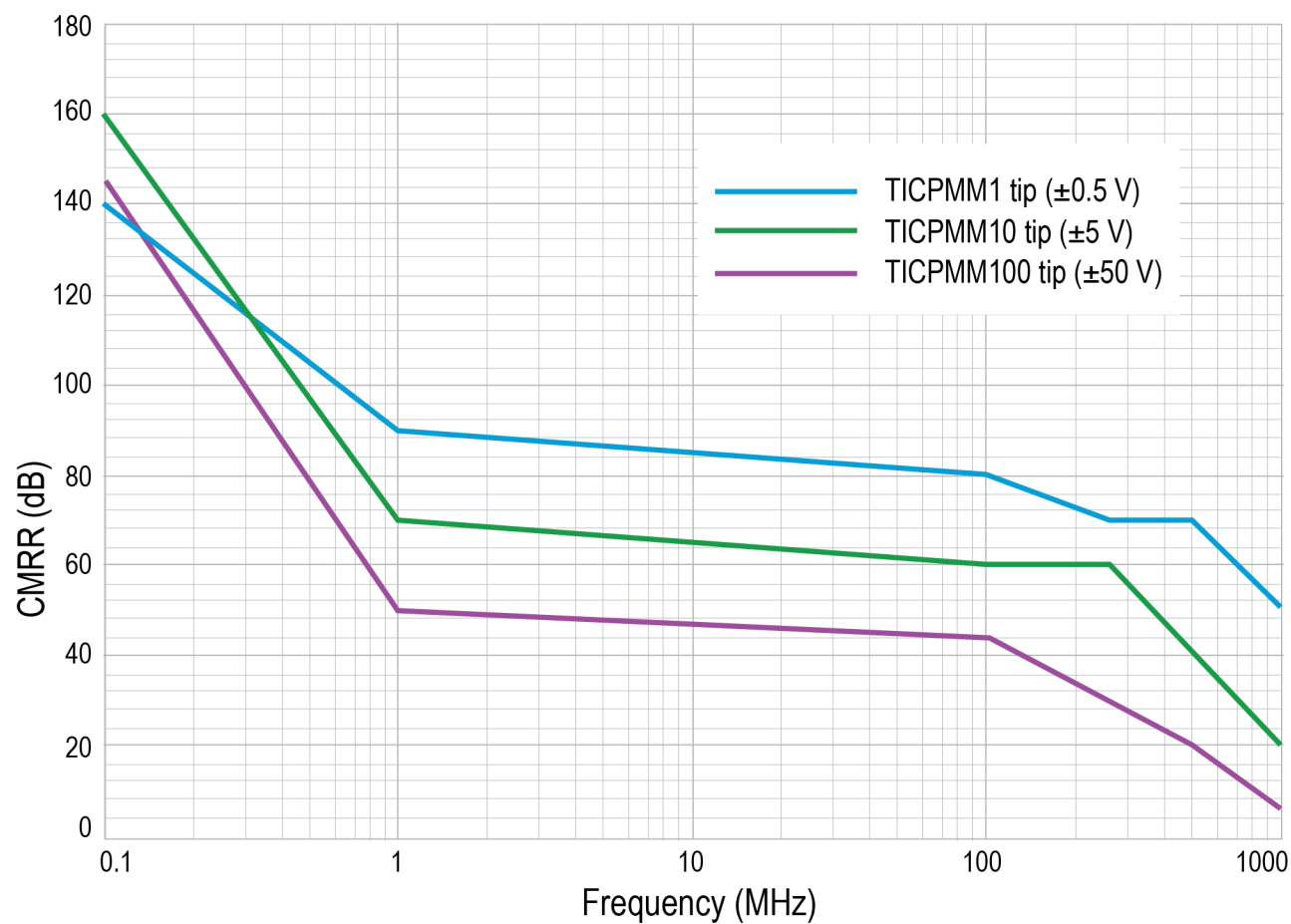


1844-031



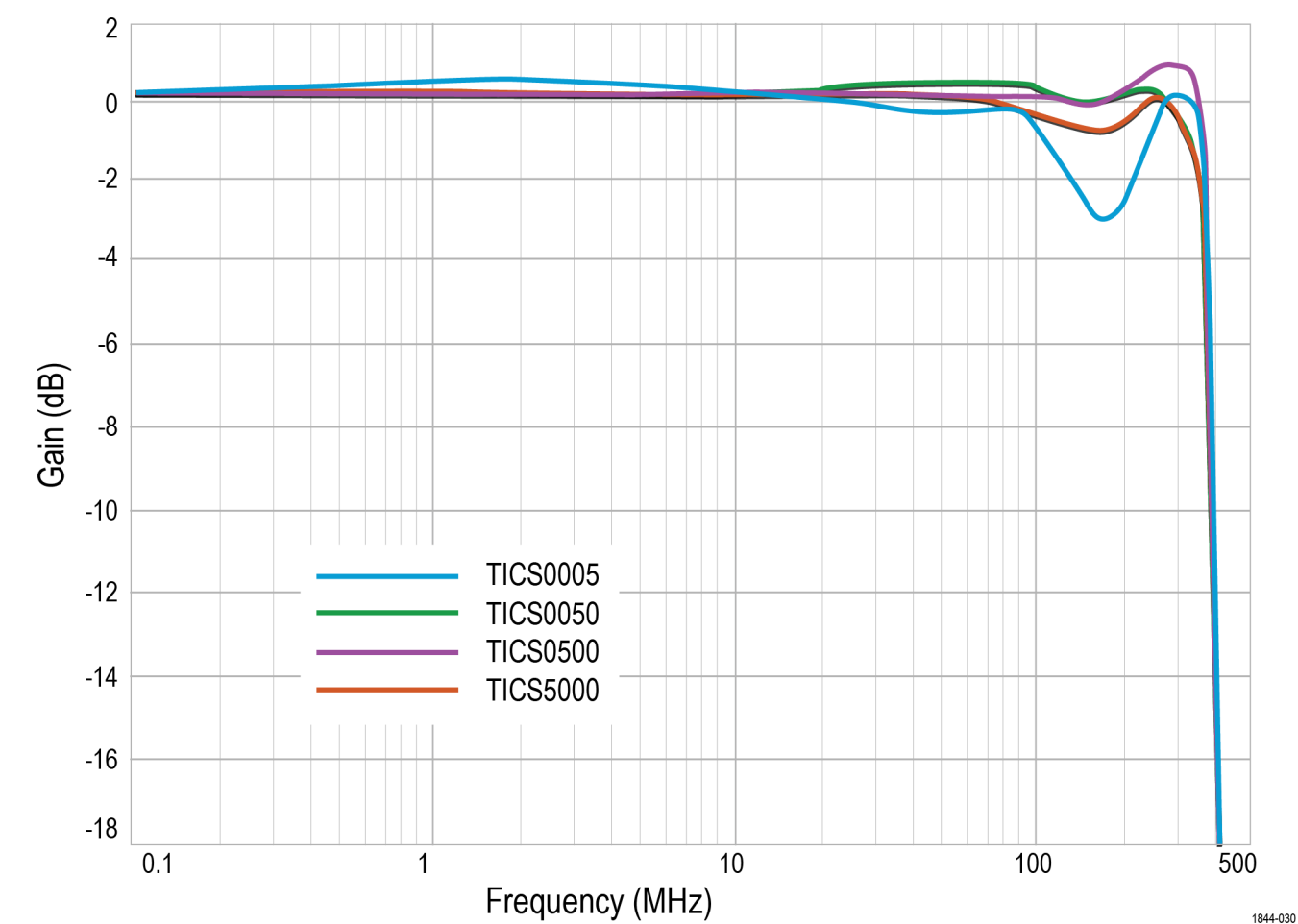
1844-22

IsoVu isolated current probes frequency response

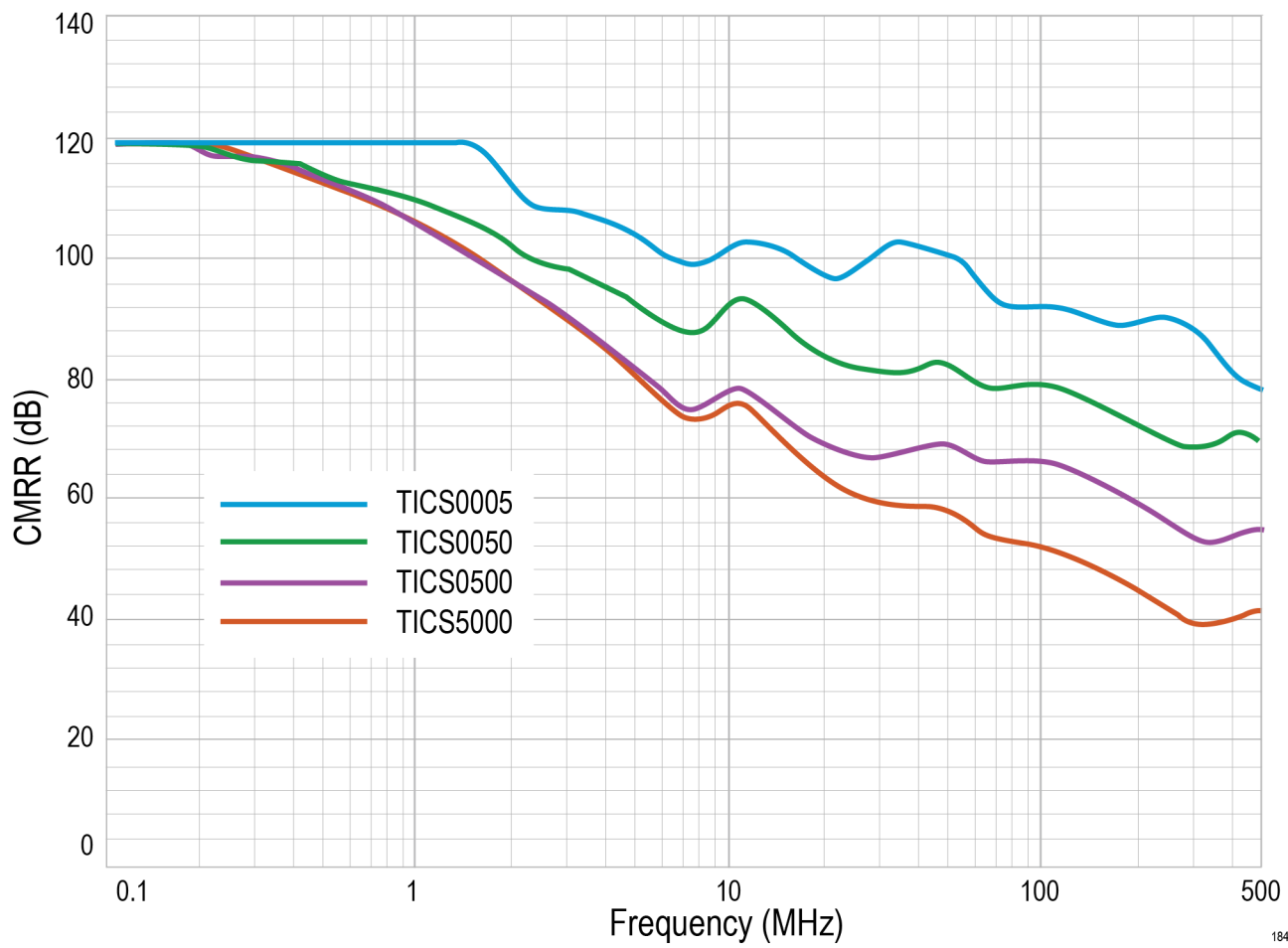


1844-023

IsoVu isolated current probes common mode rejection ratio (CMRR)

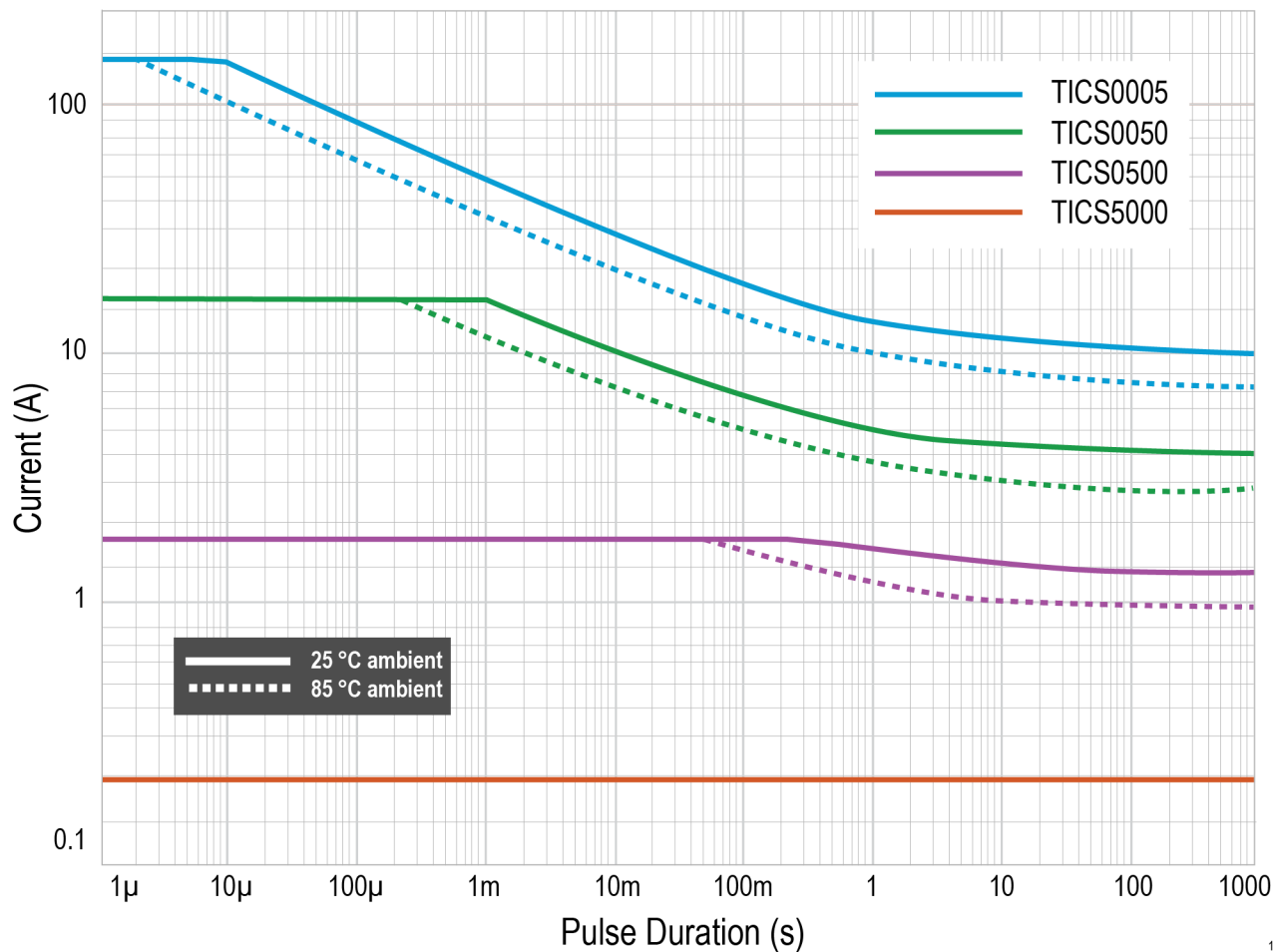


Wideband shunts frequency response



1844-031

Wideband shunts CMRR



1844-032

Wideband shunts square-wave pulse current derating curve

Pulse Width durations are based on a Square Wave input. For Triangle Wave input (as in Double Pulse Test), the Maximum Pulse Width can be multiplied by 3.5. For example, for a double-pulse test that peaks at 20 A, the 50 mΩ TICS can withstand a 3.5 ms ramp. A 20 A square wave impulse could only be held for 1 ms.

Wideband shunts pulse current derating calculations

Calculate max current for a square current pulse of width t using the following equation:

$$I_{max} = \min \left(\sqrt{\frac{P_{max}}{R_{shunt}}}, \frac{1V}{R_{shunt}} \right)$$

For an isolated pulse or ramp (effectively zero duty cycle):

$$P_{max} = P_d + \frac{C}{\sqrt{t}}$$

For repetitive operation with duty cycle $0 < D \leq 1$, P_{max} is further reduced according to the duty-cycle derating expression below:

$$P_{max} = \frac{P_d}{P_d + D \cdot \frac{C}{\sqrt{t}}} \cdot \left(P_d + \frac{C}{\sqrt{t}} \right)$$

The coefficients P_d and C are tabulated by ambient temperature and shunt model; refer to the following table for values.

Shunt	25°C		85°C	
	C	P_d	C	P_d
5 mΩ	0.6	0.69	0.31	0.36
50 mΩ	0.6	1.0	0.31	0.52
500 mΩ	0.6	1.0	0.31	0.52
5 Ω	0.6	1.0	0.31	0.52

Example

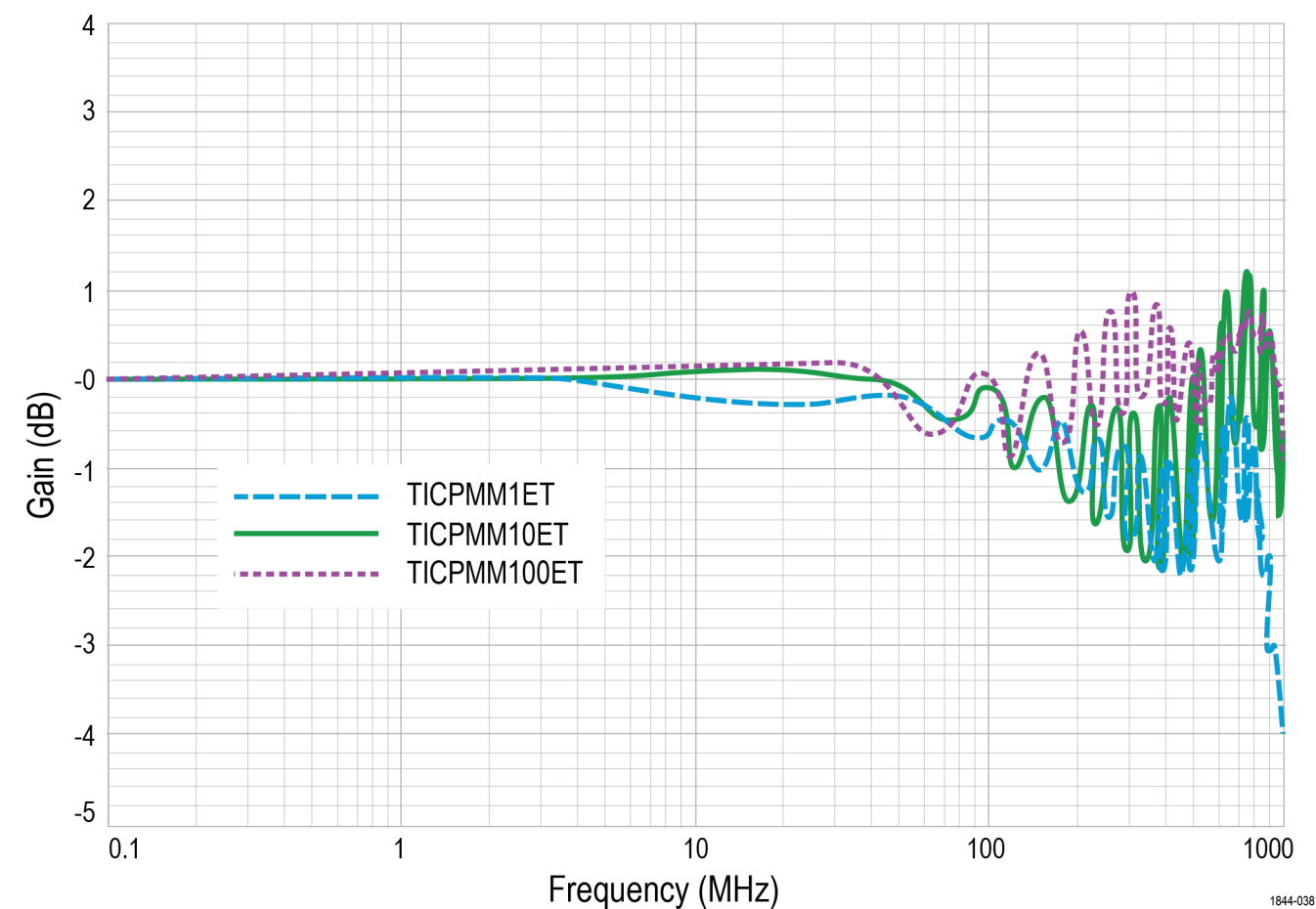
A pulse train double pulse test with 5 pulses starts at 0 A and ramps over a period of 100 μs. Though there are short OFF periods between the pulses, it is more conservative to calculate the pulse width assuming that those periods do not exist and model the ramp as a continuous signal. In addition, because the double pulse test is a ramp waveform, the 3.5X scaling factor is applied to t .

$$R_{shunt} = 5 \text{ m}\Omega, t = \frac{100 \mu s}{3.5} = 28.6 \mu s, P_d = 0.69, C = 0.6$$

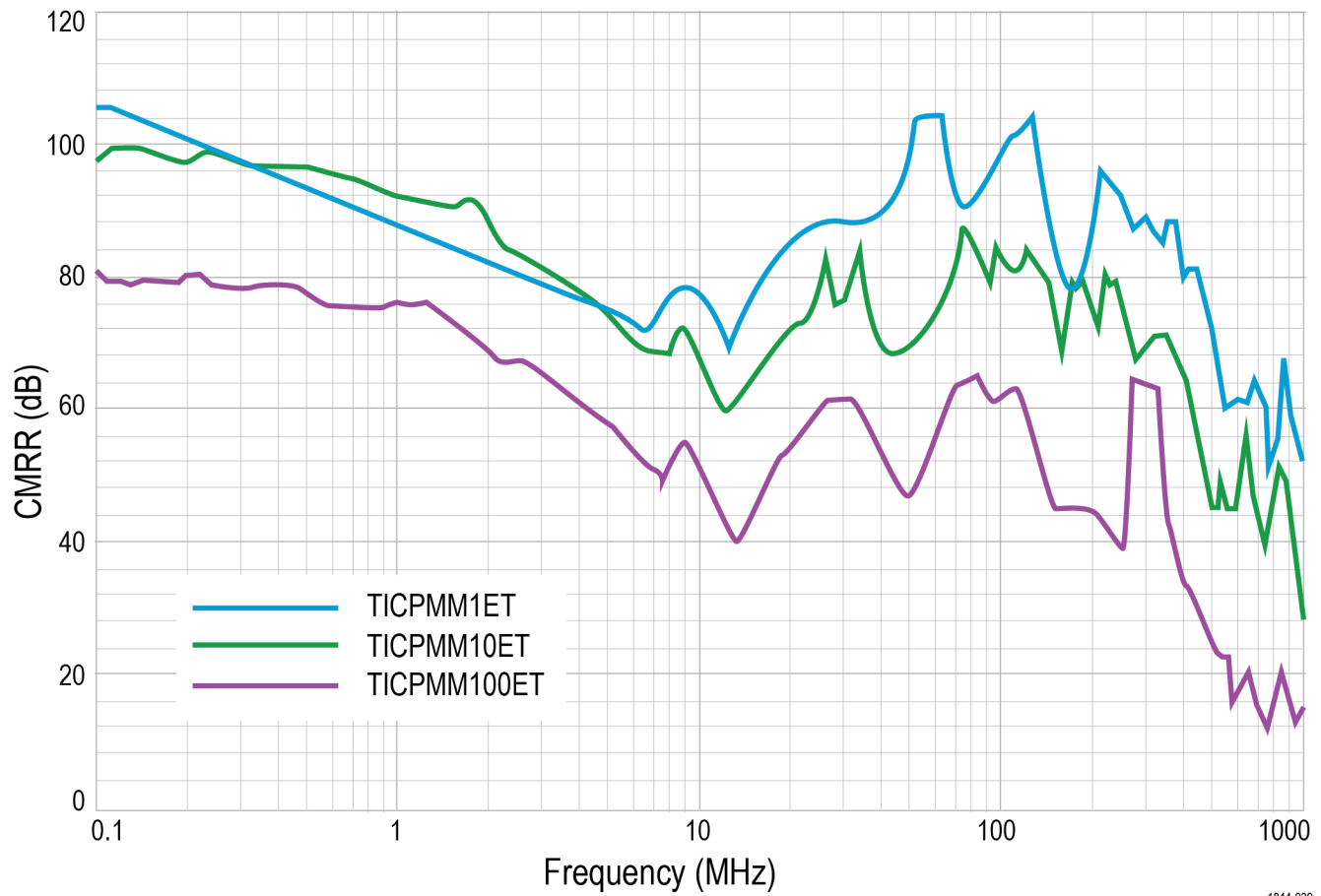
$$P_{max} = P_d + \frac{C}{\sqrt{t}} = 0.69 + \frac{0.6}{\sqrt{28.6 \cdot 10^{-6}}} = 113 \text{ W}$$

$$I_{max} = \sqrt{\frac{P_{max}}{R_{shunt}}} = \sqrt{\frac{113 \text{ W}}{5 \cdot 10^{-3} \Omega}} = 150 \text{ A}$$

The calculation above shows the 5 mΩ TICS0005 will survive a 150 A ramp that lasts less than 100 μs.



Extreme temperature tip frequency response



1844-039

Extreme temperature tip CMRR

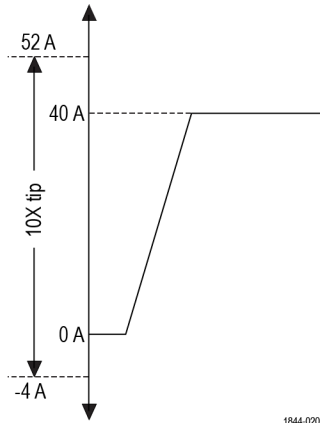
Anwendungsbeispiele

Anwendungsbeispiele für Wide Bandgap (WBG) und PMIC-Leistungsintegrität.

Beispiel für WBG (800 V, 40 A typisch; 0,125 Ω Nebenschlusswiderstand)

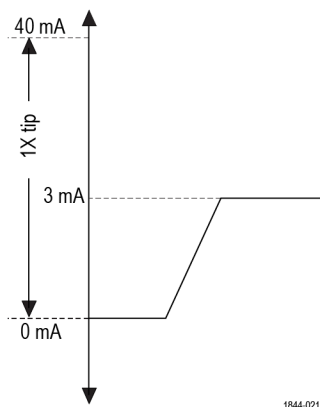
In einem 800 V SiC- Kreis, der mit 40 A schaltet, erzeugt ein Shunt von 125 m Ω ein Signal von 5 V. Um dies mit dem TICP zu messen, muss die Spitze 10X verwendet werden. Im Bereich von $\pm 3,5$ V wird ein Offset von 24 A angelegt.

Der messbare Strombereich reicht von 52 A bis -4 A. Bei diesen Einstellungen beträgt der Effektivwert des Rauschuntergrunds bei einer Bandbreite von 250 MHz 2,2 mA RMS



PMIC-Leistungsintegrität (48 V, 3 mA typisch; 1 Ω Nebenschlusswiderstand)

Auf einem 48 V-PMIC-Bus erzeugt ein Standby-Strom von 3 mA ein Signal von 3 mV an einem Shunt von 1 Ω . Verwenden Sie die 1X-Spitze im empfindlichsten Bereich von ± 20 mV, wenden Sie einen Offset an, um den Strom von 3 mA anzuzeigen, und erfassen Sie Transienten von 0 A bis 40 mA mit einem RMS-Grundrauschen von 21,2 μ A



Elektrische Spezifikationen

Analoge Bandbreite

Tastkopfspitze	Bandbreite
TICPSMA	>1 GHz
TICPMM1	>1 GHz
TICMM10	>1 GHz
TICPMM100	>1 GHz
TICPMM1ET	>700 MHz
TICPMM10ET	>700 MHz
TICPMM100ET	>700 MHz

Linearität

Die Abweichung von der besten Linie beträgt $< \pm 2 \%$ der Spitzen-FS

Die maximale Abweichung von der linearen Regression, ausgedrückt als Prozentsatz des angegebenen Dynamikbereichs.

Eingangsimpedanz

Tastkopfspitze	Eingangswiderstand	Eingangskapazität
TICPMM1/TICPMM1ET	50 $\pm 0,5 \%$, 49,75 bis 50,25	
TICMM10/TICPMM10ET	500 $\pm 2 \%$, 490 bis 510	<3 pF
TICPMM100/TICPMM100ET	5000 $\pm 2 \%$, 4900 bis 5100	<3 pF

Impedanz der isolierten Schutzleitung (gegen Erde)

>120 M Ω , ~ 17 pF

Offset-Verstärkungsgenauigkeit

$\pm 0,5 \%$

Offset-Linearität

$\pm 0,1 \%$

Eingangsbereich der Betriebsspannung

$\pm 0,65$ V maximale Differenzspannung

Eingangskopplung

DC

Gleichspannungssymmetrie

< 0,1 Divs

Zufällige Vibrationen im Betrieb

0,31 g eff, 5-500 Hz, 10 Minuten pro Achse, 3 Achsen (30 Minuten insgesamt)

Einhaltung gesetzlicher Vorschriften

EMV

Konform mit der EMV-Richtlinie der EU (CE-Kennzeichen)

Sicherheit

Konform mit der Niederspannungsrichtlinie der EU (CE-Kennzeichen)

Konform mit ANSI/UL61010-1 (CSA-Kennzeichen)

Konform mit ANSI/UL61010-2-030 (CSA-Kennzeichen)

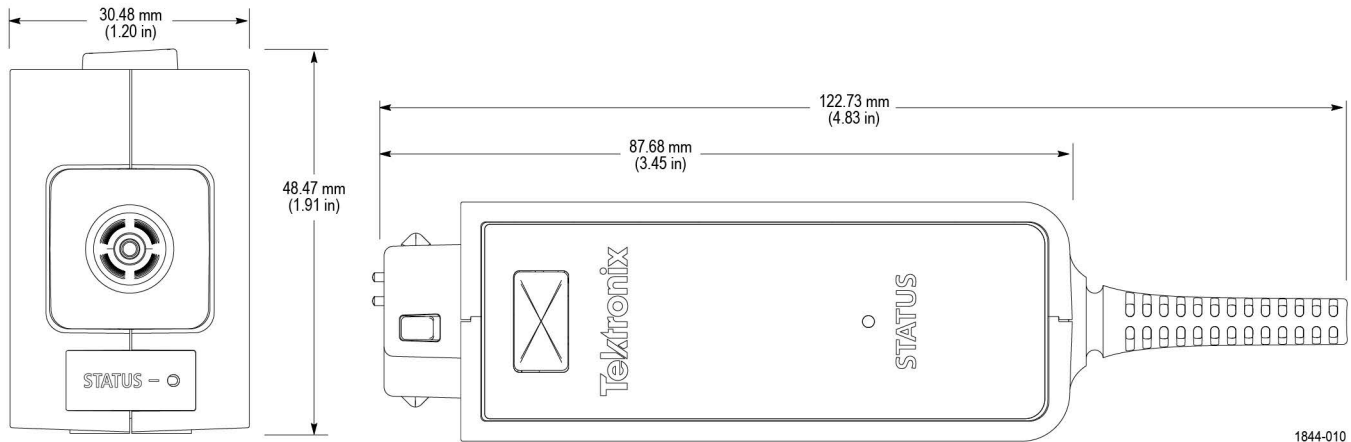
Zertifiziert nach CAN/CSA C22.2 Nr. 61010-1 (CSA-Kennzeichen)

Zertifiziert nach CAN/CSA C22.2 Nr. 61010-2-030 (CSA-Kennzeichen)

RoHS

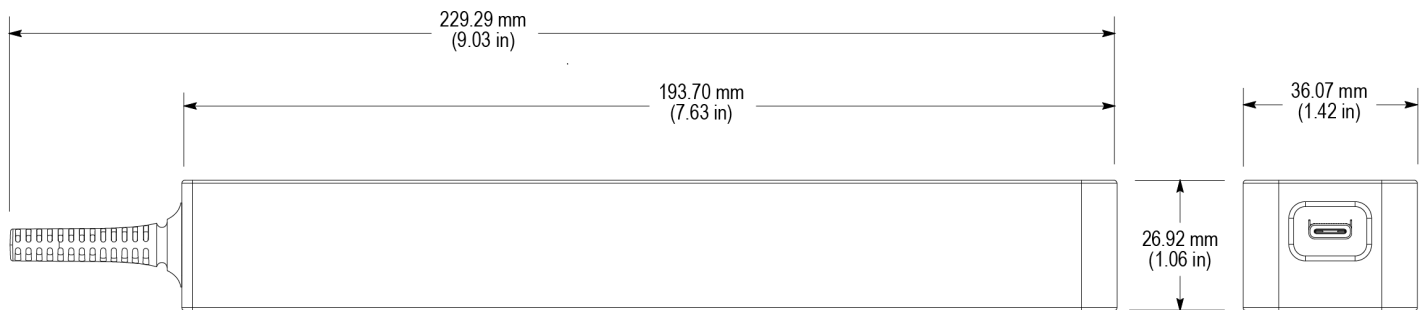
Konform mit der EU-Richtlinie zur Begrenzung der Verwendung gefährlicher Stoffe (CE-Kennzeichen)

Abmessungen der Tastköpfe



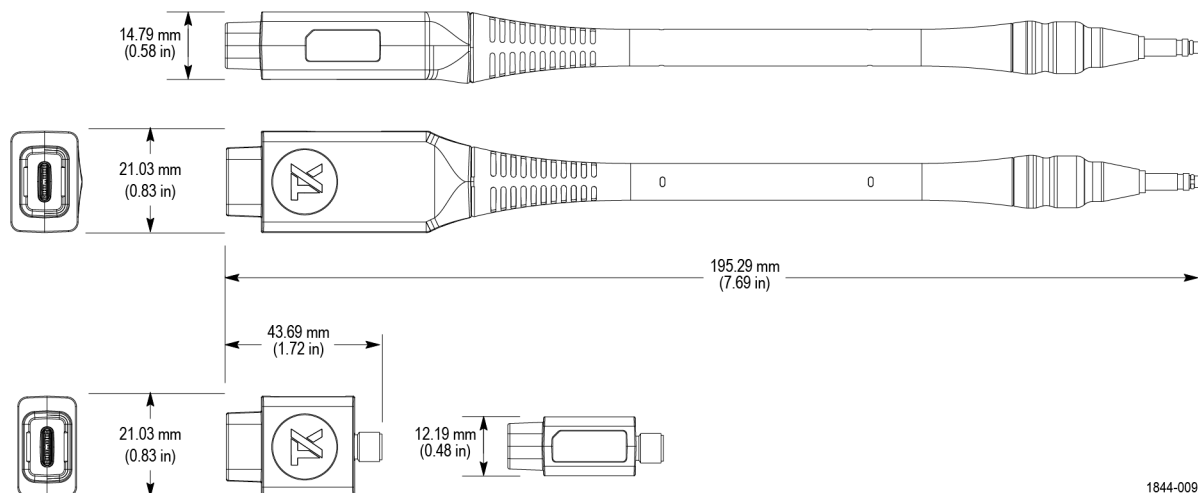
1844-010

Compensation box



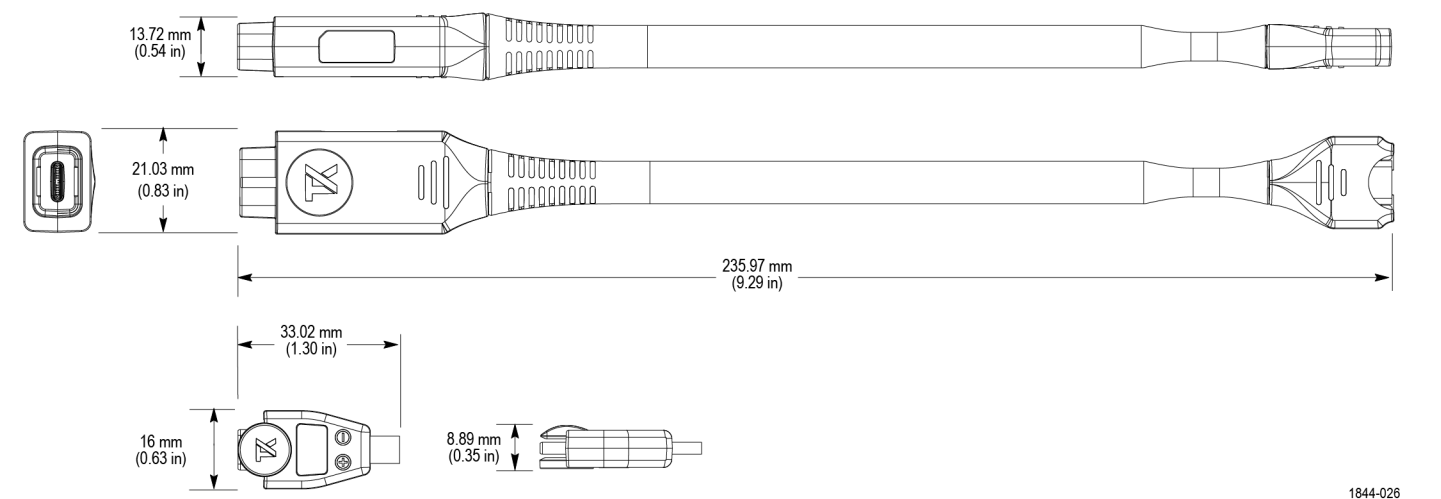
1844-008

Probe head

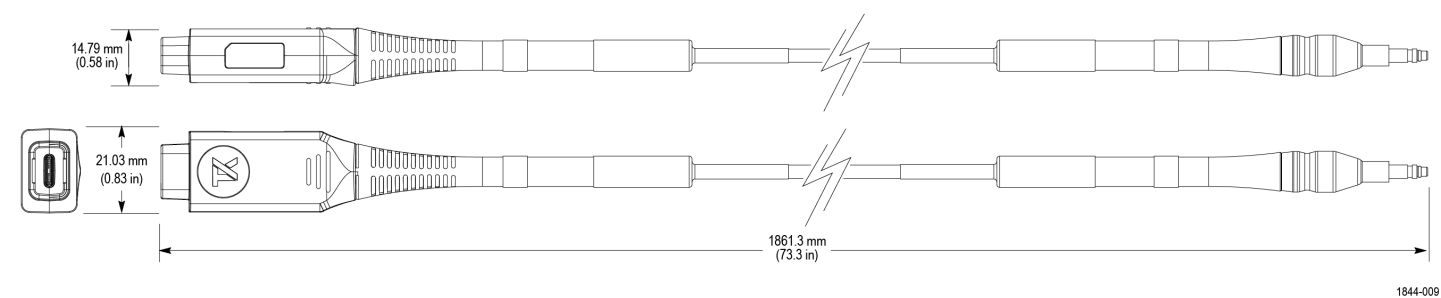


1844-009

Probe tips



Wideband shunts and Twin-ax cable



Extreme temperature tips

Verfahren zur Leistungsprüfung

Verwenden Sie die folgenden Verfahren, um die Leistung des IsoVu-Messsystems zu überprüfen. Drucken Sie das Testprotokoll aus, bevor Sie mit den Tests beginnen, und halten Sie darauf die Leistungsergebnisse fest.

Erforderliche Instrumente

Die erforderlichen Instrumente zur Durchführung der Prüfverfahren, werden in der folgenden Tabelle aufgeführt.

Beschreibung	Mindestanforderungen	Beispielprodukt
Unterstütztes Oszilloskop mit TekVPI-Schnittstelle	50 Ω -Eingangsunterstützung, vollständig kompatibel mit TekVPI-Schnittstelle	Tektronix 5 Serie B MSO
DC-Spannungsquelle	3 mV bis 4 V, $\pm 0,1$ % Genauigkeit	Oszilloskop-Kalibrator Fluke 9500C mit einem Fluke 9540 Active Head
SMA-Stecker mit Kurzschlusskappe (optional)	Intern kurzgeschlossener, kupferbeschichteter Kontakt	Fairview Microwave SC2135
Digitalmultimeter (DMM)	0,1 % Genauigkeit oder besser	Tektronix DMM6500
Testhalterung für Präzisions-Abschluss		Tektronix Teilenummer 067-3281-XX
TekVPI Vorrichtung zur Überprüfung der Kalibrierungsleistung		Tektronix Teilenummer 067-1701-XX

Effektivrauschen des Systems

Mit diesem Verfahren wird überprüft, ob die Tastköpfe der TICP-Serie funktionieren und die garantierten Rauschspezifikationen erfüllen. Das Rauschen wird ohne Eingangssignal im empfindlichsten Bereich gemessen.

Vorbereitungen

1. Schalten Sie das TekVPI-Oszilloskop ein.
2. Schließen Sie den TICP-Tastkopf an das Oszilloskop an Kanal 1 an und entfernen Sie die TICP-Tastkopfspitze (falls vorhanden).
3. Lassen Sie die Testinstrumente 30 Minuten lang bei einer Umgebungstemperatur von ca. 20 °C (68 °F) aufwärmen.

Verfahren

Dieses Verfahren gilt für alle Versionen der Tastköpfe der TICP-Serie.

1. Tippen Sie auf **Datei > Standardeinrichtung**.
2. Führen Sie die **Signalpfadkompensation** aus, falls dies in **Utility > Calibration ...** (Dienstprogramm > Kalibrierung) empfohlen wird.
3. Führen Sie eine Selbstkalibrierung durch ([Selbstkalibrierung](#) (on page 42)).
4. Schließen Sie die Tastkopfspitze TICPSMA an den TICP-Tastkopf an.
5. Schließen Sie die kurze SMA-Anschlusskappe an TICPSMA an.

6. Aktivieren Sie den TICP-Kanal, und wählen Sie die folgenden Einstellungen im Menü **Vertikal**:
 - a. Vertical Scale (Vertikale Skalierung): **1 mV/Div**
7. Bearbeiten Sie die Einstellungen im Menü **Trigger** wie folgt:
 - a. Typ: **Flanke**
 - b. Quelle: **AC-Netz**
 - c. Anstieg: **Ansteigend**
 - d. Pegel: **0 V**
 - e. Kopplung: **DC**
8. Bearbeiten Sie die Einstellungen im Menü **Horizontal** wie folgt:
 - a. Horizontale Skalierung: **100 µs/div**
 - b. Aufzeichnungslänge: **6,25 m**
9. Bearbeiten Sie die folgende Einstellung im Menü Acquisition (Erfassung):
 - a. Einzelfolge/Anhalten nach: **1 Erfassungen**
10. Fügen Sie eine Messung mit den folgenden Einstellungen hinzu:
 - a. Amplitudenmessung: **AC-EFFEKTIVW.**
 - b. Quelle: **CH 1**
11. Drücken Sie die Taste **Single/Seq**, um die Messung durchzuführen.
12. Notieren Sie das Ergebnis der Wechselstrom-Effektivwertmessung in der Testprotokolltabelle.

Testprotokoll zum Effektivrauschen des Systems

Tragen Sie die Ergebnisse der Überprüfung der Effektiv-Rauschleistung des Systems in die Testprotokolltabelle ein.

Modellnummer:

Verfahren wurde ausgeführt von:

Seriennummer:

Datum:

Tastkopf	Maximales Rauschen	Gemessenes Rauschen
TICP025	75 µV _{Effektivwert}	
TICP050	125 µV _{Effektivwert}	
TICP100	155 µV _{Effektivwert}	

Genauigkeit der Gleichspannungs-Verstärkung

Mit diesem Verfahren wird überprüft, ob die Tastköpfe der TICP-Serie funktionieren und die garantierte Gleichspannungs-Verstärkungsgenauigkeit einhalten.

Vorbereitungen

1. Schalten Sie das TekVPI-Oszilloskop ein.
2. Schließen Sie einen Präzisionsabschluss (50 Ω) 067-3281-XX an den Ausgang der Halterung 067-1701-XX an.
3. Schließen Sie ein DMM mit einem BNC-T-Stück an den 50- Ω -Präzisionsausgang an.
4. Schließen Sie ein BNC-Kabel vom T-Stück am Ausgang des 50- Ω -Präzisionsabschlusses an einen beliebigen anderen Oszilloskopkanal an. Vergewissern Sie sich, dass sich der Kanal im Modus 1 M Ω befindet und 200 mV/Div eingestellt ist. Diese Funktion wird nur für die richtige Erdung verwendet.
5. Schließen Sie die Halterung 067-1701-XX an Kanal 1 des Oszilloskops an.
6. Schließen Sie den Tastkopf der TICP-Serie an die Halterung 067-1701-XX an.
7. Schalten Sie den Oszilloskop-Kalibrator Fluke 9500B ein.
8. Schließen Sie den Fluke 9530 Active Head an den Fluke 9500B auf Kanal 1 an.
9. Lassen Sie die Testinstrumente 30 Minuten lang bei einer Umgebungstemperatur von ca. 20 °C (68 °F) aufwärmen.

Verfahren

Dieses Verfahren gilt für alle Versionen der Tastköpfe der TICP-Serie.

1. Tippen Sie auf **Datei > Standardeinrichtung**.
2. Führen Sie die **Signalpfadkompensation** aus, falls dies in **Utility > Calibration ...** (Dienstprogramm > Kalibrierung) empfohlen wird.
3. Führen Sie eine Selbstkalibrierung durch ([Selbstkalibrierung](#) (on page 42)).
4. Schließen Sie die Tastkopfspitze TICPSMA an den TICP-Tastkopf an.
5. Schließen Sie den TICPSMA an den Fluke 9500 Active Head an.
6. Aktivieren Sie den TICP-Kanal, und wählen Sie die folgenden Einstellungen im Menü **Vertikal**:
 - a. Bereichsmodus: **Manual (Manuell)**
 - b. Bereich: **500 mV**
 - c. Offset: **0 V**
7. Wählen Sie auf dem Fluke 9500B die Option **Modus: Manuelle Signalform** mit den folgenden Einstellungen:
 - a. Wählen Sie **Signalform: DC**
 - b. Wählen Sie **400 mV/Div**
 - c. Schalten Sie den Ausgang auf **ON** (Ein)
8. Drücken Sie die Taste **Single/Seq**, um die Messung durchzuführen.
9. Notieren Sie in der Tabelle die Gleichspannung am 50- Ω -Präzisionswiderstand.
10. Drücken Sie auf dem Fluke 9500B die Taste **Spannung invertieren (+/-)**, um -400 mV an den Tastkopf anzulegen, und notieren Sie die Ausgangsspannung in der Tabelle.
11. Wiederholen Sie den gesamten Vorgang für die verbleibenden Bereiche, und tragen Sie die Werte in die Testprotokolltabelle ein.

Testprotokoll zur Genauigkeit der Gleichspannungs-Verstärkung

Tragen Sie die Ergebnisse der Leistungsprüfung zur Genauigkeit der Gleichspannungs-Verstärkung in die Testprotokolltabelle ein.

Modellnummer: Verfahren wurde ausgeführt von:

Seriennummer: Datum:

Die Tastkopf-Verstärkung ist als die Änderung des Ausgangs geteilt durch die Änderung des Eingangs definiert.

$$\text{Verstärkung} = (\text{Messung1} - \text{Messung2}) / (\text{Eingang1} - \text{Eingang2})$$

Bereich	Eingang 1	Eingang 2	Gemessener Ausgang 1	Gemessener Ausgang 2	Berechnete Verstärkung	Obere Verstärkungsgrenze	Ideale Verstärkung	Untere Verstärkungsgrenze
500 m	+0,400 V	-0,400 V				1,010	1,000	0,990
350 m	+0,280 V	-0,280 V				1,443	1,429	1,415
250 m	+0,200 V	-0,200 V				2,020	2,000	1,980
175 m	+0,140 V	-0,140 V				2,886	2,857	2,828
125 m	+0,100 V	-0,100 V				4,040	4,000	3,960
90 m	+0,072 V	-0,072 V				5,612	5,556	5,500
65 m	+0,052 V	-0,052 V				7,769	7,692	7,615
45 m	+0,036 V	-0,036 V				11,222	11,111	11,000
30 m	+0,024 V	-0,024 V				16,834	16,667	16,500
20 m	+0,016 V	-0,016 V				25,250	25,000	24,750

DC-Balance

Mit diesem Verfahren wird überprüft, ob die Tastköpfe der TICP-Serie funktionieren und den garantierten Rest-Offset einhalten, wenn der Eingang auf Null und der Offset auf Null stehen.

Vorbereitungen

1. Schalten Sie das TekVPI-Oszilloskop ein.
2. Schließen Sie einen Präzisionsabschluss (50 Ω) 067-3281-XX an den Ausgang der Halterung 067-1701-XX an.
3. Schließen Sie ein DMM mit einem BNC-T-Stück an den 50- Ω -Präzisionsausgang an.
4. Schließen Sie ein BNC-Kabel vom T-Stück am Ausgang des 50- Ω -Präzisionsabschlusses an einen beliebigen anderen Oszilloskopkanal an. Vergewissern Sie sich, dass sich der Kanal im Modus 1 M Ω befindet und 200 mV/Div eingestellt ist. Diese Funktion wird nur für die richtige Erdung verwendet.
5. Schließen Sie die Halterung 067-1701-XX an Kanal 1 des Oszilloskops an.
6. Schließen Sie den Tastkopf der TICP-Serie an die Halterung 067-1701-XX an.
7. Lassen Sie die Testinstrumente 30 Minuten lang bei einer Umgebungstemperatur von ca. 20 °C (68 °F) aufwärmen.

Verfahren

Dieses Verfahren gilt für alle Versionen der Tastköpfe der TICP-Serie.

1. Tippen Sie auf **Datei > Standardeinrichtung**.
2. Führen Sie die **Signalpfadkompensation** aus, falls dies in **Utility > Calibration ...** (Dienstprogramm > Kalibrierung) empfohlen wird.
3. Führen Sie eine Selbstkalibrierung durch ([Selbstkalibrierung](#) (on page 42)).
4. Befestigen Sie die Tastkopfspitze TICPSMA am TICP-Tastkopf.
5. Aktivieren Sie den TICP-Kanal, und wählen Sie die folgende Einstellung im Menü **Vertikal**:
 - a. Bereichsmodus: **Manual (Manuell)**
 - b. Tastkopfbereich: **500 mV**
6. Drücken Sie die Taste **Single/Seq**, um die Messung durchzuführen.
 - a. Messen Sie mit dem DMM die Spannung an der Ausgangsseite des Präzisions-50- Ω -Abschlusses.
7. Wiederholen Sie den gesamten Vorgang für die verbleibenden Bereiche, und tragen Sie die Werte in die Testprotokolltabelle ein.

Testprotokoll zur Gleichspannungssymmetrie

Tragen Sie die Ergebnisse der Gleichspannungssymmetrie-Leistungsprüfung in die Testprotokolltabelle ein.

Modellnummer:

Verfahren wurde ausgeführt von:

Seriennummer:

Datum:

Der Restausgangswert sollte für jeden Bereich weniger als ± 10 mV betragen.

Bereich	Grzw.	Gemessen
500 mV	± 10 mV	
350 mV	± 10 mV	
250 mV	± 10 mV	
175 mV	± 10 mV	
125 mV	± 10 mV	
90 mV	± 10 mV	
65 mV	± 10 mV	
45 mV	± 10 mV	
30 mV	± 10 mV	
20 mV	± 10 mV	

Offset-Verstärkungsgenauigkeit

Mit diesem Verfahren wird überprüft, ob die Tastköpfe der TICP-Serie funktionieren und die garantierte Offset-Verstärkungsgenauigkeit einhalten.

Vorbereitungen

1. Schalten Sie das TekVPI-Oszilloskop ein.
2. Schließen Sie einen Präzisionsabschluss (50 Ω) 067-3281-XX an den Ausgang der Halterung 067-1701-XX an.
3. Schließen Sie ein DMM mit einem BNC-T-Stück an den 50- Ω -Präzisionsausgang an.
4. Schließen Sie ein BNC-Kabel vom T-Stück am Ausgang des 50- Ω -Präzisionsabschlusses an einen beliebigen anderen Oszilloskopkanal an. Vergewissern Sie sich, dass sich der Kanal im Modus 1 M Ω befindet und 200 mV/Div eingestellt ist. Diese Funktion wird nur für die richtige Erdung verwendet.
5. Schließen Sie die Halterung 067-1701-XX an Kanal 1 des Oszilloskops an.
6. Schließen Sie den Tastkopf der TICP-Serie an die Halterung 067-1701-XX an.
7. Lassen Sie die Testinstrumente 30 Minuten lang bei einer Umgebungstemperatur von ca. 20 °C (68 °F) aufwärmen.

Verfahren

Dieses Verfahren gilt für alle Versionen der Tastköpfe der TICP-Serie.

1. Tippen Sie auf **Datei > Standardeinrichtung**.
2. Führen Sie die **Signalpfadkompensation** aus, falls dies in **Utility > Calibration ...** (Dienstprogramm > Kalibrierung) empfohlen wird.
3. Führen Sie eine Selbstkalibrierung durch ([Selbstkalibrierung](#) (on page 42)).
4. Befestigen Sie die Tastkopfspitze TICPSMA am TICP-Tastkopf.
5. Schließen Sie den TICPSMA an den Fluke 9500 Active Head an.
6. Aktivieren Sie den TICP-Kanal, und wählen Sie die folgenden Einstellungen im Menü **Vertikal**:
 - a. Bereich: **20 mV**
 - b. Offset: **20 mV/Div**
7. Wählen Sie auf dem Fluke 9500B die Option **Modus: Manuelle Signalform** mit den folgenden Einstellungen:
 - a. Wählen Sie **Signalform: DC**
 - b. Wählen Sie **20 mV/Div**
 - c. Schalten Sie den Ausgang auf **ON** (Ein)
8. Drücken Sie die Taste **Single/Seq**, um die Messung durchzuführen.
 - a. Addieren Sie den Offset zu dem mit dem DMM gemessenen Wert.
9. Wiederholen Sie den gesamten Vorgang mit allen folgenden Oszilloskop-Offset- und Fluke Eingangsspannungseinstellungen: **0,25 V**, **0 V**, **-0,25 V** und **-0,5 V**.

Testprotokoll Offset der Gleichspannungs-Verstärkung

Tragen Sie die Ergebnisse der Leistungsprüfung zum Offset der Gleichspannungs-Verstärkung in die Testprotokolltabelle ein.

Modellnummer: Verfahren wurde ausgeführt von:

Seriennummer: Datum:

1. Geben Sie die Offset-Spannungen und das entsprechende gemittelte Messergebnis in Excel ein.
2. Erstellen Sie ein Streudiagramm der Daten mit Offset-Spannungen auf der Y-Achse und gemittelten Spannungen auf der X-Achse.
3. Fügen Sie dem Diagramm eine Trendlinie hinzu, und wählen Sie die Option zum Anzeigen der Gleichung.

Die beste Anpassung der Daten sollte eine Steigung zwischen 0,995 und 1,005 haben, um eine Genauigkeit von 1 % zu erreichen.

Bereich	500 mV Messung	250 mV Messung	0 V Messung	-250 mV Messung	-500 mV Messung	Grenzwerte	Berechnung
20 mV						0,995 x 1,005	

Wartung

Informationen zur Isolierung möglicher Fehler und Verfahren zur Wartung des Tastkopfs.

Serviceangebote

Tektronix bietet einen Service zur Leistung von Reparaturen unter der Garantie und anderer Services, die zur Erfüllung Ihrer spezifischen Serviceanforderungen bestimmt sind.

Die Servicetechniker von Tektronix sind bestens ausgerüstet, um Ihren Tastkopf zu warten. Die Services werden an den Tektronix Service Centern und vor Ort an Ihrem Standort bereitgestellt, je nach Ihrem Standort. Besuchen Sie tek.com/service, um alle verfügbaren Services anzuzeigen. Überprüfen Sie den Status der Garantie unter tek.com/warranty-status-search.

Reinigung

CAUTION: Um eine Beschädigung des Messsystems zu vermeiden, setzen Sie das Gerät keinen Sprays, Flüssigkeiten oder Lösungsmitteln aus. Achten Sie darauf, dass beim Reinigen des Kompensationsmoduls oder des Sensorkopfes keine Feuchtigkeit ins Innere gelangt.

Achten Sie auf die Unversehrtheit der Anschlüsse, indem Sie sie frei von Verunreinigungen halten. Entfernen Sie mit sauberer, trockener Druckluft mit niedrigem Druck alle Verunreinigungen von den Anschlüssen.

Fehlerbehebung und Fehlerbedingungen

Im Folgenden werden der Zustand der einzelnen LEDs und mögliche Probleme beschrieben, die bei Messungen mit dem Tastkopf auftreten können. Verwenden Sie diese Angaben als Kurzinformation zur Fehlerbehebung, bevor Sie Tektronix zwecks Wartung oder Reparatur kontaktieren.

Beschreibungen der STATUS-LEDs

LED		Status	Aktion
	Grün (leuchtend)	Normaler Betrieb	-
	Grün (blinkend)	Ausfall der Stromversorgung	Ziehen Sie den Stecker ab, und stecken Sie ihn wieder ein. Überprüfen Sie die Schnittstelle zwischen Tastkopf und Oszilloskop. Der Tastkopf muss eventuell gewartet werden.
	Rot (leuchtend)	Fehler in der Tastkopf-Anwendung	Ziehen Sie den Stecker ab, und stecken Sie ihn wieder ein. Der Tastkopf muss eventuell gewartet werden.
	Rot (blinkend)	Fehler in der Tastkopf-Anwendung und Ausfall der Hauptstromversorgung	Ziehen Sie den Stecker ab, und stecken Sie ihn wieder ein. Überprüfen Sie die Schnittstelle zwischen Tastkopf und Oszilloskop. Der Tastkopf und/oder das Oszilloskop müssen ggf. gewartet werden.
	Rot (blinkend • –)	Keine Stromversorgung der isolierten Tastkopfseite	Ziehen Sie den Stecker ab, und stecken Sie ihn wieder ein. Der Tastkopf muss möglicherweise repariert werden.

Messprobleme und mögliche Lösungen

Problem	Lösung
Gleichstrom-Offset ist im Signal vorhanden	Führen Sie die Selbstkalibrierung durch
	Vergewissern Sie sich, dass das Eingangssignal innerhalb des ausgewählten Dynamikbereichs der jeweiligen Spitze liegt.
Die Flanke der Rechteckwelle erscheint „geglättet“, abgerollt oder unkompensiert.	Führen Sie die Selbstkalibrierung durch
	Vergewissern Sie sich, dass der Bandbreitenfilter des Oszilloskops auf volle Bandbreite festgelegt ist.
	Vergewissern Sie sich, dass das Eingangssignal den Tastkopf-Eingang nicht übersteuert
Die gemessene Amplitude ist kleiner als erwartet	Das Eingangssignal kann „gerailt“ sein
	Vergewissern Sie sich, dass das Eingangssignal innerhalb des Dynamikbereichs der gewählten Tastkopfspitze liegt
	Wenden Sie einen Offset an, um das Eingangssignal in den dynamischen Bereich der ausgewählten Tastkopfspitze zu bringen
Ungenauigkeit der Gleichspannungsmessung	Führen Sie die Selbstkalibrierung durch
	Legen Sie die Aufzeichnungslänge auf mindestens 200 µs fest (länger ist besser),
Das Rauschen ist zu stark, und kleine Signale können nicht genau gemessen werden	Wählen Sie eine Spitze mit geringerer Dämpfung
	Legen Sie für die vertikale Skala des Oszilloskops einen kleineren Wert fest
	Wählen Sie manuell einen niedrigeren Bereich, um das Rauschen zu verringern
Kein Signal erkannt; die Kurvenform ist eine flache Linie	Entfernen Sie die Spitze, und überprüfen Sie den Durchgang unter Bezugnahme auf die Tabelle der Eingangsimpedanz.
Der Tastkopf verliert sporadisch den Strom	Vergewissern Sie sich, dass sich der Tastkopf innerhalb des Betriebstemperaturbereichs befindet
	Fügen Sie eine externe Kühlung hinzu, z. B. einen kleinen Tischventilator
Es gibt zu viel Gleichtaktrauschen	Entfernen Sie jegliches Zubehör, freie Leitungen oder freiliegende Drähte zwischen dem Testpunkt und der Tastkopfspitze
	Benutzen Sie eine MMCX-Spitze mit einem MMCX-Testpunkt, der entweder in die Platine integriert ist oder ein ungeplanter Testpunkt ist
Warnung: Keine Spitze erkannt	Nehmen Sie die Spitze ab und setzen Sie sie wieder auf

Wiederverpacken des Messsystems zum Versenden

Wenn Sie das Messsystem zwecks Reparatur an Tektronix zurücksenden müssen, verwenden Sie die Originalverpackung. Falls Sie die Verpackung nicht mehr haben oder die Verpackung nicht mehr verwendet werden kann, wenden Sie sich bitte an Ihren zuständigen Tektronix Vertriebspartner, um eine neue Verpackung zu erhalten.

Wenn Sie das Messsystem an Tektronix zurücksenden, bringen Sie einen Aufkleber mit den folgenden Informationen an:

- Name des Produkteigentümers
- Adresse des Eigentümers
- Seriennummer des Gerätes
- Eine Beschreibung der aufgetretenen Probleme bzw. der erforderlichen Wartungsmaßnahme

Fernprogrammierungsfunktion

In diesen Abschnitten werden die Befehle und Abfragen beschrieben, die bei Anschluss an ein Tektronix Oszilloskop an den Sensorkopf gesendet werden können. Schlüsselwörter in Langform und Kurzform werden durch Groß- und Kleinbuchstaben angezeigt. Die Befehle und Abfragen werden von den meisten Oszilloskopen unterstützt; Unterschiede bei der Unterstützung von Oszilloskopen, falls vorhanden, werden zusammen mit den Befehlen beschrieben.

Weitere Informationen finden Sie in der Programmierdokumentation für das Oszilloskop.

CH<x>:PRObe? (Nur Abfrage)

Dieser reine Abfragebefehl gibt alle Informationen über den Tastkopf zurück, der mit dem angegebenen Kanal verbunden ist. Der Kanal ist durch „x“ angegeben.

Syntax

CH<x>:PRObe?

Beispiele

CH2:PROBE? könnte **1.0000E-01; RESISTANCE 1.0000E+07; UNITS "V"; ID:TYPE "10X" SERNUMBER "N/A"** für einen 10-fachen Tastkopf zurückgeben, was bedeutet, dass (neben anderen Parametern) der Dämpfungsfaktor für den an Kanal 2 angeschlossenen Tastkopf 100,0 mV beträgt (unter der Annahme, dass die Tastkopfeinheiten auf Volt eingestellt sind).

CH<x>:PRObe:AUTOZero (Kein Abfrageformat)

Dieser Befehl führt die Funktion AutoZero (Autonull) aus. Der Vorgang wird vollständig vom Oszilloskop ausgeführt. Der Kanal ist durch „x“ angegeben.

Informationen zur Durchführung der Selbstkalibrierung finden Sie in der Anleitung zur Selbstkalibrierung.

Syntax

CH<x>:PRObe:AUTOZero EXECute

Argumente

EXECute setzt den Tastkopf, der an den angegebenen Kanal angeschlossen ist, auf Autonull.

Beispiele

CH1:PROBE:AUTOZERO EXECUTE setzt den an Kanal 1 angeschlossenen Tastkopf auf Autonull.

CH<x>:PRObe:FORCEDRange

Der Befehl wählt den dynamischen Bereich des Tastkopfes (1 von 9) in +/-V aus. Der Befehl ist abhängig von der angebrachten Tastkopfspitze. Der Kanal ist durch „x“ angegeben. Der Befehl sollte nur verwendet werden, wenn für **CH<x>:PROBECONTROL** die Option **MANUAL** eingestellt ist.

Tastkopfspitzenkabel und dynamische Bereiche

Tastkopfspitzenkabel	Dynamikumfang +/-V
Keine Spitze oder 1X Spitze	0,02 0,03 0,045 0,065 0,09 0,125 0,175 0,25 0,35 0.5
10X	0,2 0,3 0,45 0,65 0,9 1,25 1,75 2,5 3,5 5.0
100X	2 3 4.5 6,5 9 12,5 17,5 25 35 50

Die Abfrage gibt den dynamischen Bereich der Tastkopfspitze in +/-V zurück.

Syntax

CH2:PRObe:FORCEDRange <NR3>

CH2:PRObe:FORCEDRange?

Argumente

<NR3> gibt den dynamischen Bereich des Tastkopfes an

Beispiele

Wenn ein Strommesskopf an den Eingang von Kanal 1 angeschlossen ist, setzt **CH1:PROBE:FORCEDRANGE 5.0** den angeschlossenen Tastkopf auf den 5-V-Bereich.

CH3:PROBE:FORCEDRANGE? könnte **5.0000** zurückgeben, was bedeutet, dass der Bereich des an Kanal 3 angeschlossenen Tastkopfes auf 5 V eingestellt ist.

CH<x>:PRObe:GAIN? (Nur Abfrage)

Der Befehl gibt den Verstärkungsfaktor des aktuell ausgewählten Bereichs zurück (invers zur Dämpfung). Der Kanal ist durch „x“ angegeben.

Syntax

CH<x>:PRObe:GAIN?

Beispiele

CH2:PROBE:GAIN? könnte **100.0000E-3** zurückgeben, was bedeutet, dass der angeschlossene 10X Tastkopf für jede 1,0 V, die am Tastkopf-Eingang anliegen, 0,1 V an den Kanal 2 BNC liefert.

CH<x>:PRObe:ID? (Nur Abfrage)

Dieser reine Abfragebefehl gibt den Typ und die Seriennummer des Tastkopfs zurück, der an den angegebenen Kanal angeschlossen ist. Der Kanal ist durch „x“ angegeben.

Syntax

CH<x>:PRObe:ID?

Beispiele

CH2:PROBE:ID? könnte **"B010289";"TICP100"** zurückgeben, was bedeutet, dass ein TICP100-Tastkopf mit der Seriennummer B010289 an Kanal 2 angeschlossen ist.

CH<x>:PRObe:ID:SERnumber? (Nur Abfrage)

Dieser reine Abfragebefehl gibt die Seriennummer des Tastkopfs zurück, der an den angegebenen Kanal angeschlossen ist. Der Kanal ist durch „x“ angegeben. Bei Tastköpfen der Stufen 0 und 1 lautet die Seriennummer „N/A“.

Syntax

CH<x>:PRObe:ID:SERnumber?

Beispiele

CH1:PROBE:ID:SERNUMBER? könnte **"B010289"** zurückgeben, was bedeutet, dass die Seriennummer des an Kanal 1 angeschlossenen Tastkopfes B010289 ist.

CH<x>:PRObe:ID:TYPE? (Nur Abfrage)

Dieser reine Abfragebefehl gibt den Typ des Tastkopfes zurück, der an den angegebenen Kanal angeschlossen ist. Der Kanal ist durch „x“ angegeben.

Syntax

CH<x>:PRObe:ID:TYPE?

Beispiele

CH1:PROBE:ID:TYPE? könnte **"TICP100"** zurückgeben, was bedeutet, dass ein TICP100-Tastkopf an Kanal 1 angeschlossen ist.

CH<x>:PRObe:SELFcal:State? (Nur Abfrage)

Dieser reine Abfragebefehl gibt den Status der Selbstkalibrierung als RECOMMENDED (empfohlen), RUNNING (läuft) oder PASSED (bestanden) zurück. Der Kanal ist durch „x“ angegeben.

Syntax

CH<x>:PRObe:SELFcal:State?

Beispiele

CH1:PRObe:SELFcal:State? könnte **RUNNING** zurückgeben, was bedeutet, dass der an Kanal 1 angeschlossene Tastkopf gerade eine Selbstkalibrierung durchführt.

CH<x>:PRObe:SELFCal

Dieser reine Abfragebefehl initiiert die Selbstkalibrierung des Tastkopfes. Der Kanal ist durch „x“ angegeben.

Syntax

CH<x>:PRObe:SELFCal EXECUTE

Beispiele

CH1:PRObe:SELFCal EXECUTE führt eine Selbstkalibrierung des an Kanal 1 angeschlossenen Tastkopfes durch.

CH<x>:PRObe:STATus? (Nur Abfrage)

Dieser Befehl fragt den vorzeichenlosen Integer-Fehlerwert des Tastkopfes ab. Der Kanal ist durch „x“ angegeben.

Bedingungen

Erfordert einen Tastkopf, der die entsprechenden Fehlermeldungen unterstützt.

Syntax

CH<x>:PRObe:STATus?

Rückgabewerte

Gibt eine Integerzahl zurück, die die Gesamtsumme der binären Fehlerbits B0 – B15 darstellt. Die Fehlerbits werden nicht angezeigt, sondern in den Integer-Wert eingefügt. Im Folgenden finden Sie eine Liste der Fehler für jedes Bit.

- B0 – Tastkopf deaktiviert
- B1 – Spannbacken offen
- B2 – Bereichsüberschreitung
- B3 – Temperatur des Tastkopfes außerhalb der Grenzwerte
- B4 – Entmagnetisierung erforderlich
- B5 – Tastkopfspitze fehlt
- B6 – Tastkopfspitze ausgefallen
- B7 – Tastkopfspitze nicht unterstützt
- B8 – Eine Selbstkalibrierung ist erforderlich oder empfohlen (die Abfrage gibt 256 im Dezimalformat zurück)
- B9 bis B15 – Reserviert

Beispiele

CH4:PRObe:STATus? könnte den Wert **2** zurückgeben, was bedeutet, dass der Tastkopf einen Fehler bei offenen Backen meldet.

CH<x>:PRObe:UNIts? (Nur Abfrage)

Dieser reine Abfragebefehl gibt eine Zeichenkette zurück, die die Maßeinheiten für den an den angegebenen Kanal angeschlossenen Tastkopf beschreibt. Der Kanal ist durch „x“ angegeben.

Syntax

CH<x>:PRObe:UNIts?

Beispiele

CH4:PROBE:UNITS? könnte **"V"** zurückgeben, was bedeutet, dass die Maßeinheit für den an Kanal 4 angeschlossenen Tastkopf Volt ist.

CH<x>:PROBECOntrol

Dieser Befehl legt die Präferenz für die Bereichssteuerungsrichtlinie des Tastkopfs fest, der mit CH<x> verbunden ist, oder fragt sie ab. Der Kanal ist durch „x“ angegeben.

Syntax

CH<x>:PROBECOntrol {AUTO|MANual}

CH<x>:PROBECOntrol?

Argumente

AUTO legt die Werte fest. Der Messbereich des Tastkopfes wird automatisch berechnet.

MANual erlaubt die Auswahl verschiedener gültiger Werte für den Tastkopf, der an einen bestimmten Kanal angeschlossen ist.

Beispiele

CH2:PROBECONTROL AUTO legt die Werte fest, und der Tastkopfbereich wird automatisch berechnet.

CH2:PROBECONTROL? könnte **MANUAL** zurückgeben, was bedeutet, dass verschiedene gültige Werte für den an Kanal 2 angeschlossenen Tastkopf ausgewählt werden können.

CH<x>:PROBEFunc:EXTAtten

Mit diesem Befehl können Sie den Dämpfungswert als Multiplikator für den angegebenen Skalenfaktor auf dem angegebenen Kanal angeben. Der Kanal ist durch „x“ angegeben.

Das Abfrageformat dieses Befehls gibt die vom Benutzer angegebene Dämpfung zurück.

Syntax

CH<x>:PROBEFunc:EXTAtten <NR3>

CH<x>:PROBEFunc:EXTAtten?

Argumente

<NR3> ist der Wert der Dämpfung, der als Multiplikator im Bereich von 1,00E-10 bis 1,00E+10 angegeben wird.

Beispiele

CH1:PROBEFUNC:EXTATTEN 167.00E-3 legt eine externe Dämpfung fest, die zwischen Ihrem Eingangssignal und dem Eingang des an Kanal 1 angeschlossenen Tastkopfes geschaltet wird.

CH2:PROBEFUNC:EXTATTEN? könnte **1.0000E+00** zurückgeben, was bedeutet, dass der an Kanal 2 angeschlossene Tastkopf direkt an das Signal des Benutzers angeschlossen ist.

CH<x>:PROBEFunc:EXTDBatten

Dieser Befehl legt das Eingangs-Ausgangs-Verhältnis (ausgedrückt in Dezibel) der externen Dämpfung oder Verstärkung zwischen dem Signal und den Geräteeingangskanälen fest oder fragt es ab. Der Kanal ist durch „x“ angegeben.

Das Abfrageformat dieses Befehls gibt die vom Benutzer angegebene Dämpfung in Dezibel zurück.

Syntax

CH<x>:PROBEFunc:EXTDBatten <NR3>

CH<x>:PROBEFunc:EXTDBatten?

Argumente

<NR3> ist der Wert der Dämpfung, der im Wertebereich von -200,00 dB bis 200,00 dB angegeben wird.

Beispiele

CH3:PROBEFunc:EXTDBATTEN 2.5 legt ein externes 2,5-dB-Dämpfungsglied auf Kanal 3 fest.

CH1:PROBEFunc:EXTDBATTEN? könnte **2.5000E+00** zurückgeben, was bedeutet, dass die Dämpfung für Kanal 1 2,5 dB beträgt.

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits

Dieser Befehl legt die Maßeinheit für das externe Dämpfungsglied des angegebenen Kanals fest. Der Kanal ist durch „x“ angegeben. Falls aktiviert, werden die alternativen Einheiten verwendet. Die alternativen Einheiten werden mit dem Befehl **CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits:STATE** aktiviert oder deaktiviert.

Syntax

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits <QString>

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits?

Argumente

<QString> gibt die Maßeinheit der Dämpfung für den angegebenen Kanal an.

Beispiele

CH4:PROBEFunc:EXTUNITS "Pascals" legt die Maßeinheit für das externe Dämpfungsglied von Kanal 4 fest.

CH2:PROBEFunc:EXTUNITS? könnte **"Pascals"** zurückgeben, was bedeutet, dass die Maßeinheit für die externe Dämpfung von Kanal 2 Pascal ist.

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits:STATE

Dieser Befehl legt den Aktivierungsstatus der benutzerdefinierten Einheiten für den angegebenen Kanal fest oder fragt ihn ab. Der Kanal ist durch „x“ angegeben.

Syntax

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits:STATE {ON|OFF|<NR1>}

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits:STATE?

Argumente

Das Argument **OFF** deaktiviert die externen Einheiten.

Das Argument **ON** aktiviert die externen Einheiten.

<NR1> = 0 deaktiviert die externen Einheiten; jeder andere Wert aktiviert die externen Einheiten.

Beispiele

CH2:PROBEFunc:EXTUnits:STATE ON aktiviert die externen Einheiten.

CH2:PROBEFunc:EXTUnits:STATE? könnte **0** zurückgeben, was bedeutet, dass externe Einheiten für den angegebenen Kanal ausgeschaltet sind.

CH<x>:PROBE:DYNAMICRANGE? (Nur Abfrage)

Dieser Befehl fragt den Dynamikbereich des an den angegebenen Kanal angeschlossenen Tastkopfs ab. Der Kanal ist durch „x“ angegeben.

Syntax

CH<x>:PROBE:DYNAMICRANGE?

Rückgabewerte

Der zurückgegebene Wert ist das Delta zwischen dem aktuellen Minimal- und Maximalbereich mit einer gewissen Toleranz. Es handelt sich auch um das Delta zwischen den Tastkopf-Bereichsanzeigen (falls aktuell angezeigt).

Beispiele

CH1:PROBE:DYNAMICRANGE? könnte **1.3056** zurückgeben, was bedeutet, dass der Dynamikbereich des an Kanal 1 angeschlossenen Tastkopfes auf 1,3056 V festgelegt ist.

Serie TICP

Sondas de corriente aisladas IsoVu™

Manual del usuario

Regístrese.

Haga clic en el siguiente vínculo para proteger su producto.

www.tek.com/register



Copyright © 2026, Tektronix, Inc. Reservados todos los derechos. Los productos de software bajo licencia son propiedad de Tektronix, de sus filiales o sus distribuidores, y están protegidos por las leyes de derechos de autor nacionales y las disposiciones de tratados internacionales. Los productos Tektronix están protegidos por patentes de EE. UU. y de otros países, emitidas y pendientes. La información contenida en esta publicación anula la contenida en cualquier material publicado con antelación. Se reservan los derechos de cambios en el precio y en las especificaciones.

TEKTRONIX y TEK son marcas comerciales registradas de Tektronix, Inc.

Esta es una traducción al español de las instrucciones originales redactadas en inglés.

Visite tek.com/eula para leer el Acuerdo de Licencia de Usuario Final de Tektronix.



Cómo ponerse en contacto con Tektronix

Tektronix, Inc.
13725 SW Karl Braun Drive
P.O. Box 500
Beaverton, OR 97077
EE.UU.

Para obtener información sobre un producto o ponerse en contacto con los departamentos de ventas, servicio técnico o de atención al cliente:

En América del Norte, llame al 1-800-833-9200.

En el resto del mundo, visite www.tek.com para encontrar el método de contacto para su región.

Contents

Licencias de software de terceros	6
Información de seguridad importante	7
Resumen de seguridad general	7
Para evitar incendios o daños personales	7
Sondas y cables de prueba	8
Términos que aparecen en este manual y en el producto	9
Símbolos que aparecen en el producto	10
Distancia de seguridad	11
Información sobre cumplimiento de normativas	13
Cumplimiento de normas de seguridad	13
Valores eléctricos	14
Cumplimiento de la normativa medioambiental	15
Prefacio	16
Prestaciones y especificaciones clave de rendimiento	17
Información general sobre los modelos	17
Accesorios estándar	17
Accesorios recomendados	19
Información de funcionamiento	22
Diagrama de bloques TICP	22
Mejores prácticas de manipulación del sistema de medición	24
Requisitos medioambientales	24
Controles e indicadores	25
Etiquetas de los cables	25
Puntas de la sonda	26
Instalación de la abrazadera de ferrita	27
Conexión a un circuito	28
Instalación del adaptador del trípode	30
Instalación del bípode	31
Conexión del adaptador SMA	32
Conexión de las resistencias de derivación de banda ancha	32
Instalación del derivador de banda ancha en una clavija cuadrada	33
Instalación del derivador de banda ancha con un soldador de par trenzado	34
Conexión de las puntas de temperatura extrema	35
Instalación de los adaptadores para la punta de la sonda	36
Instalación de los terminales de prueba sobre la placa de circuitos	38
Menú Probe Setup (Configuración de sonda)	40

Autocalibración.	41
AutoZero.	41
Rango automático.	41
Rangos.	42
Selección de la punta de la sonda.	43
Alineación.	43
Offset de entrada.	43
Rango de tensión.	44
Rango de tensión de modo común.	44
Rango de tensión de offset.	44
Rango máximo de tensión diferencial no destructiva.	44
Especificaciones.	46
Descripción de la sonda y la punta.	46
Ejemplos de aplicación.	60
Especificaciones eléctricas.	61
Cumplimiento normativo.	62
Dimensiones de la sonda.	63
Procedimientos de verificación de prestaciones.	65
Equipo requerido.	65
Ruido RMS del sistema.	65
Registro de prueba de ruido RMS del sistema.	66
Precisión de ganancia de CC.	67
Registro de prueba de la precisión de la ganancia de CC.	68
Balance de CC.	69
Registro de prueba del balance de CC.	70
Precisión de la ganancia de compensación.	71
Registro de prueba de la precisión de la ganancia de compensación.	72
Mantenimiento.	74
Ofertas de servicio.	74
Limpieza.	74
Solución de problemas y estados de error.	74
Vuelva a embalar el sistema de medición para enviarlo.	76
Programación remota.	77
CH<x>:PRObe? (solo consulta).	77
CH<x>:PRObe:AUTOZero (formato sin consulta).	77
CH<x>:PRObe:FORCEDRange.	78
CH<x>:PRObe:GAIN? (solo consulta).	78
CH<x>:PRObe:ID? (solo consulta).	79
CH<x>:PRObe:ID:SERnumber? (solo consulta).	79
CH<x>:PRObe:ID:TYPE? (solo consulta).	79
CH<x>:PRObe:SELFCal:State? (solo consulta).	79
CH<x>:PRObe:SELFCal.	80
CH<x>:PRObe:STATus? (solo consulta).	80

CH<x>:PROBe:UNIts? (solo consulta) 80

CH<x>:PROBEControl. 81

CH<x>:PROBEFunc:EXTAtten. 81

CH<x>:PROBEFunc:EXTDBatten. 82

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits. 82

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits:STATE. 83

CH<x>:PROBE:DYNAMICRANGE? (solo consulta). 83

Licencias de software de terceros

Freescall Kinetis Design Studio

Este módulo está generado por Processor Expert. No lo modifique.

Copyright: 1997 - 2015 Freescale Semiconductor, Inc.

Reservados todos los derechos.

Se autoriza la redistribución y el uso en forma de código fuente y en forma binaria, con o sin modificación, siempre que se cumplan las condiciones siguientes:

- Las redistribuciones del código fuente deben conservar el aviso de copyright anterior, esta lista de condiciones y la siguiente exención de responsabilidad.
- Las redistribuciones en forma binaria deben incluir el copyright anterior, esta lista de condiciones y la exención de responsabilidad siguiente en la documentación u otro material que se suministre con la distribución.
- No se autoriza la utilización del nombre de Freescale Semiconductor, Inc. ni los nombres de sus colaboradores para promocionar productos derivados de este software sin autorización previa por escrito.

ESTE SOFTWARE SE PROPORCIONA «TAL CUAL», SIN GARANTÍAS EXPRESAS NI IMPLÍCITAS, INCLUYENDO, ENTRE OTRAS, LAS GARANTÍAS IMPLÍCITAS DE COMERCIALIZACIÓN Y APTITUD PARA UN PROPÓSITO PARTICULAR. EN NINGÚN CASO LOS TITULARES DEL COPYRIGHT O SUS COLABORADORES SERÁN RESPONSABLES DE DAÑOS DIRECTOS, INDIRECTOS, ACCIDENTALES, ESPECIALES, EJEMPLARES O DERIVADOS (INCLUYENDO, ENTRE OTROS, LA ADQUISICIÓN DE BIENES SUSTITUTIVOS, LA PÉRDIDA DE USO, DATOS O BENEFICIOS, O LA INTERRUPCIÓN DE LA ACTIVIDAD) CUALQUIERA QUE SEA LA CAUSA, YA SEA POR CONTRATO, RESPONSABILIDAD ESTRUCTIVA O AGRAVIO, Y SURJA DE CUALQUIER MODO DEL USO DEL SOFTWARE, AUN CUANDO SE HAYA ADVERTIDO DE LA POSIBILIDAD DE TALES DAÑOS.

[http: www.freescale.com](http://www.freescale.com)

Correo electrónico: support@freescale.com

IAR Embedded Workbench for ARM

IARSourceLicense.txt versión 1.0

El siguiente acuerdo de licencia se aplica a los archivos de comando del enlazador, proyectos de ejemplo (salvo que se indique otra licencia), el código `cstartup`, `low_level_init.c` y otros archivos de bibliotecas de bajo nivel.

Copyright 2012, IAR Systems AB.

Este código fuente es propiedad de IAR Systems. Solo puede utilizarse junto con IAR Embedded Workbench. Se permite la redistribución y uso del código fuente y binario, con o sin modificación, siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

- Las redistribuciones del código fuente, total o parcial, deben conservar el aviso de copyright anterior, la lista de condiciones y la exención de responsabilidad.
- El nombre de IAR Systems no puede utilizarse para promocionar productos derivados sin autorización previa por escrito.

EL SOFTWARE SE PROPORCIONA «TAL CUAL» Y EL AUTOR RENUNCIA A TODA GARANTÍA, INCLUYENDO GARANTÍAS IMPLÍCITAS DE COMERCIALIZACIÓN Y APTITUD. EN NINGÚN CASO EL AUTOR SERÁ RESPONSABLE DE DAÑOS DIRECTOS, INDIRECTOS, ESPECIALES O CONSECUENTES, O CUALQUIER DAÑO RESULTANTE DE LA PÉRDIDA DE USO, DATOS O BENEFICIOS, YA SEA POR CONTRATO, NEGLIGENCIA O CUALQUIER OTRA CAUSA, RELACIONADO CON EL USO O RENDIMIENTO DEL SOFTWARE.

Información de seguridad importante

Este manual contiene información y advertencias que debe tener en cuenta el usuario para un funcionamiento seguro y para mantener el producto en condiciones seguras.

Para asegurarse de que los procedimientos de servicio en este producto se realicen de manera segura, vea el *Resumen de seguridad de servicio* que sigue al *Resumen de seguridad general*.

Resumen de seguridad general

Utilice este producto ciñéndose a las especificaciones. Revise las siguientes precauciones de seguridad para evitar lesiones a las personas o daños a este producto o a cualquier producto conectado a él. Lea todas las instrucciones minuciosamente. Conserve estas instrucciones para poder consultarlas en el futuro.

Este producto se utilizará de acuerdo con los códigos locales y nacionales.

Para un funcionamiento correcto y seguro del producto, es fundamental que siga los procedimientos de seguridad habituales además de las precauciones de seguridad especificadas en este manual.

El producto se ha diseñado únicamente para su uso por parte de personal capacitado.

Únicamente debe quitar la cubierta personal cualificado que conozca los peligros que implica realizar reparaciones, mantenimiento o ajustes.

Antes de utilizar el producto, compruébelo siempre con una fuente conocida para asegurarse de que funciona correctamente.

Este producto no se ha diseñado para la detección de tensiones peligrosas.

Utilice equipos de protección personal para evitar daños por descargas eléctricas y ráfagas de arco cuando se encuentran expuestos conductores bajo tensión peligrosos.

Este producto está diseñado para su uso únicamente en zonas no residenciales. El uso en zonas residenciales puede provocar interferencias electromagnéticas.

Es posible que al utilizar este producto necesite tener acceso a otras partes de un sistema más amplio. Lea las secciones de seguridad de los manuales de los demás componentes para ver las advertencias y precauciones relacionadas con el funcionamiento del sistema.

Al incorporar este equipo en un sistema, la seguridad de dicho sistema es responsabilidad de su ensamblador.

Para evitar incendios o daños personales

Respete el régimen de todos los terminales

Para evitar incendios o descargas eléctricas, respete siempre los regímenes y las indicaciones del producto. Consulte el manual del producto para obtener más información acerca de los regímenes antes de realizar conexiones.

No exceda los regímenes y la tensión de la Categoría de medidas (CAT) ni los regímenes actuales del componente individual con régimen más bajo de un producto, una sonda o un accesorio.

No aplique a ningún terminal, ni siquiera el terminal común, una corriente que supere el régimen máximo de dicho terminal.

Los terminales de medida de este producto no están previstos para la conexión a circuitos de Categoría IV.

No conecte la sonda de corriente a ningún cable con tensiones que superen el régimen de tensión de dicha sonda.

No ponga el aparato en funcionamiento sin las cubiertas

No ponga en funcionamiento este producto sin las cubiertas o los paneles, ni con la carcasa abierta. Puede quedar expuesto a una tensión peligrosa.

Evite que los circuitos queden expuestos

Evite tocar las conexiones y los componentes expuestos cuando el aparato tenga alimentación.

No ponga en funcionamiento el aparato si sospecha que presenta fallos

Si sospecha que el producto puede estar dañado, haga que lo inspeccione personal técnico cualificado.

Deshabilite el producto si está dañado. No lo use si está dañado o no funciona correctamente. Si tiene dudas sobre la seguridad del producto, apáguelo. Marque el producto de manera clara para evitar que se siga utilizando.

Antes de utilizar el producto, revise si hay daños mecánicos en las sondas de tensión, los cables de prueba y los accesorios, y efectúe el reemplazo en caso de que detecte alguno. No utilice sondas o cables de prueba si están dañados, si hay metal expuesto o si se observa un indicador de desgaste.

Examine el exterior del producto antes de utilizarlo. Verifique que no haya grietas y que no falten piezas.

Utilice únicamente las piezas de repuesto especificadas.

No ponga en funcionamiento el aparato en entornos húmedos o mojados

Tenga en cuenta que puede producirse condensación al cambiar una unidad de un entorno frío a otro caliente.

No ponga en funcionamiento el aparato en una atmósfera explosiva

Mantenga limpias y secas las superficies del producto

Quite las señales de entrada antes de limpiar el producto.

Evite el uso de productos químicos de limpieza de contacto en la sonda y sus puntas, ya que pueden provocar daños temporales o permanentes y afectar al funcionamiento de la sonda. Se recomienda usar aire comprimido como método de limpieza.

Proporcione un entorno de trabajo seguro

Coloque siempre el producto en una ubicación que permita ver la pantalla y los indicadores.

Evite el uso prolongado o inadecuado de teclados, punteros y botones. El uso prolongado o inadecuado de teclados o punteros puede causar daños graves.

Asegúrese de que el área de trabajo cumpla con los estándares ergonómicos aplicables. Consulte con un profesional en ergonomía para evitar lesiones por estrés.

Sondas y cables de prueba

WARNING: Para evitar descargas eléctricas, mantenga el cable de la sonda lo más alejado posible de la punta y de los circuitos de alta tensión. La tensión nominal del cable de la sonda es inferior a la tensión nominal de la punta de la sonda. Por lo tanto, es posible que el cable de la sonda no proporcione una protección adecuada.

Para evitar descargas eléctricas, no utilice la sonda si el indicador de desgaste del cable está visible. Póngase en contacto con Tektronix en tek.com para la sustitución.

Tenga cuidado con las altas tensiones

Conozca los regímenes de tensión para la sonda que utilice y no los sobrepase. Es importante conocer y comprender dos regímenes:

- Tensión de medida máxima de la punta de la sonda al cable de referencia de la sonda.
- Tensión flotante máxima del cable de referencia de la sonda a tierra.

Estos dos regímenes de tensión dependen de la sonda y de la aplicación. Consulte la sección Especificaciones del manual para obtener más información.

WARNING: Para evitar descargas eléctricas, no exceda la tensión flotante máxima ni la tensión de medida máxima para el conector BNC de entrada del osciloscopio, la punta de la sonda o el cable de referencia de la sonda.

Conecte y desconecte el equipo correctamente.

No conecte ni desconecte sondas o cables de prueba mientras estén conectados a una fuente de tensión.

Utilice únicamente las sondas de tensión aisladas, los cables de prueba y los adaptadores proporcionados con el producto, o bien los que Tektronix considera adecuados para el producto.

Desconecte el circuito que está probando antes de conectar o desconectar la sonda actual.

No conecte un derivador de corriente a ningún cable con tensiones o frecuencias superiores a la tensión nominal del derivador de corriente.

Inspeccione la sonda y los accesorios

Antes de cada uso, compruebe que la sonda y los accesorios no presentan desperfectos (cortes, desgarrones, defectos en el cuerpo de la sonda, en los accesorios o en el revestimiento del cable). No haga uso de ellos en caso de que estén dañados.

Uso de las medidas flotantes

No realice medidas flotantes con el cable de referencia de la sonda por encima del voltaje flotante nominal.

Revise la sonda y los accesorios

Vaya a tek.com/support para consultar la información de contacto del servicio de asistencia de Tektronix.

Términos que aparecen en este manual y en el producto

Los siguientes términos aparecen en el manual:

WARNING: El término “Advertencia” identifica las condiciones o prácticas que pueden ocasionar daños o la muerte.

CAUTION: El término “Precaución” identifica las condiciones o prácticas que pueden ocasionar daños a este producto o a otras propiedades.

Los siguientes términos aparecen en el producto:

- PELIGRO indica un riesgo de lesiones que se puede materializar de forma inmediata mientras lee esta advertencia.
- ADVERTENCIA indica un riesgo de lesiones que no se puede materializar de forma inmediata mientras lee esta advertencia.
- PRECAUCIÓN indica un riesgo de daño material, incluido el producto.

Símbolos que aparecen en el producto



Cuando aparezca este símbolo en el producto, asegúrese de consultar el manual para conocer la naturaleza de los posibles peligros y las acciones que deben llevarse a cabo para evitarlos (es posible que también se use este símbolo para remitir al usuario a la sección del manual dedicada a los regímenes).

Los siguientes símbolos pueden aparecer en el producto.



PRECAUCIÓN: Consulte el manual



Terminal de protección de toma a tierra



Terminal de conexión a tierra



ADVERTENCIA: Alta tensión



Se puede conectar y desconectar de cables sin aislamiento.



No conectar ni desconectar de un conductor sin aislamiento CON TENSIÓN.



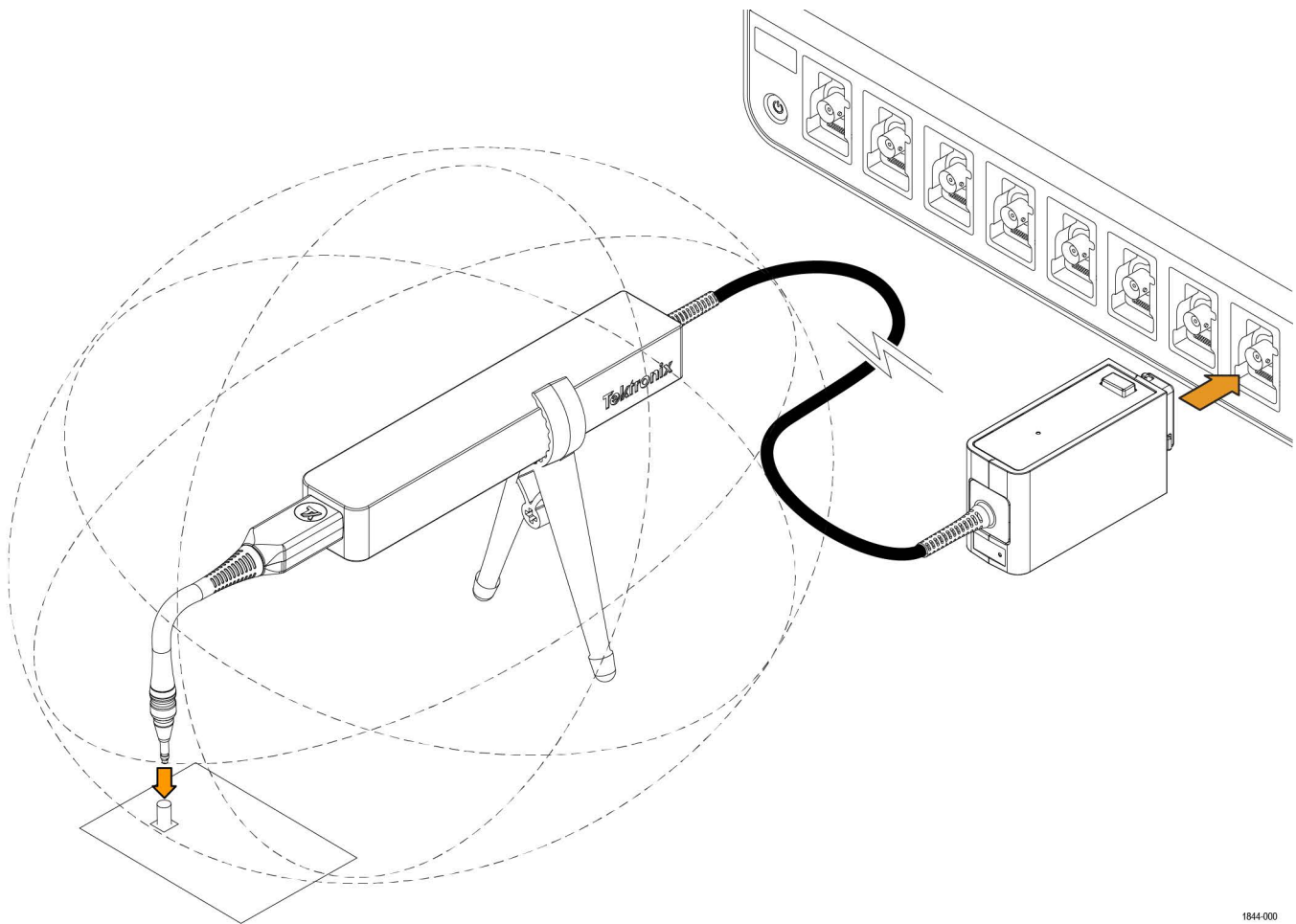
ADVERTENCIA: Superficie caliente

Distancia de seguridad

El exclusivo rango de tensión en modo común del sistema de medición permite su uso en presencia de señales en modo común de alta frecuencia y alta tensión. Es importante seguir todas las precauciones al utilizar este producto.

WARNING: Pueden producirse descargas eléctricas durante el uso del sistema de medición. El sistema está diseñado para aislar al operario de tensiones peligrosas de entrada (tensiones en modo común); la carcasa plástica del cabezal de la sonda y la protección en la punta no proporcionan un aislamiento seguro. Mantenga la distancia de seguridad respecto al cabezal y la punta de la sonda mientras el sistema de medición esté conectado a un circuito energizado, según lo indicado en este documento. No acceda a la zona de riesgo de quemaduras por radiofrecuencia mientras realice mediciones en un circuito con tensión.

La figura siguiente muestra los componentes del sistema de medición y la zona potencial de quemaduras por radiofrecuencia al trabajar con tensiones peligrosas. Las líneas discontinuas alrededor del cabezal de la sonda indican el área de riesgo de quemaduras por radiofrecuencia de 1 m (40 pulg.).

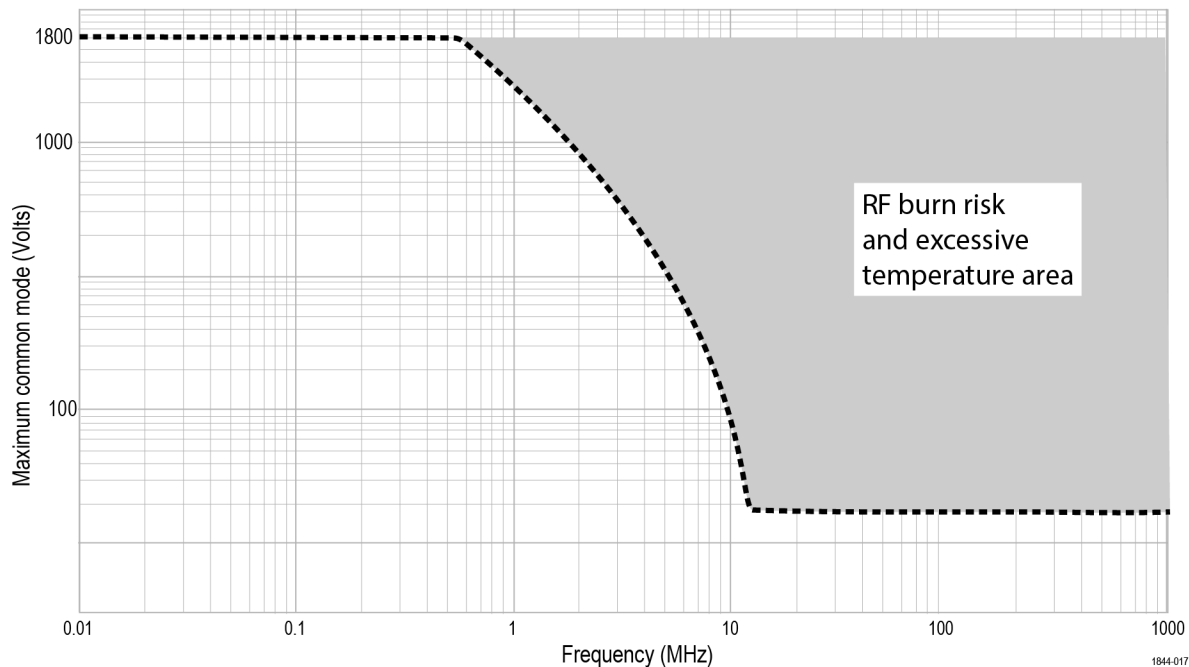


1844-000

RF burn hazard zone around the probe head

WARNING: Riesgo de quemaduras por radiofrecuencia. Consulte la siguiente curva de limitación para identificar las áreas peligrosas. Para evitar quemaduras por radiofrecuencia, no utilice la sonda dentro de los límites de la zona sombreada en gris del gráfico.

WARNING: Existe riesgo de quemaduras por temperaturas elevadas en la punta cuando se aplican señales en modo común de onda continua o ráfagas de ciclo alto entre aproximadamente 10 MHz y 50 MHz. Esto hace que las ferritas de la punta disipen una potencia significativa con tensiones inferiores a las que figuran en el siguiente gráfico. Para evitar sufrir quemaduras, mantenga la punta a una temperatura de 85 °C (185 °F) o inferior limitando la tensión de modo común aplicada o el ciclo de trabajo, reduciendo la temperatura ambiente, o aplicando un flujo de aire forzado.



Maximum safe handling limits for common mode voltages

Información sobre cumplimiento de normativas

Esta sección enumera las normas de seguridad y medioambientales que cumple el instrumento. Este producto está diseñado para ser utilizado únicamente por profesionales y personal debidamente cualificado, no está diseñado para el uso doméstico o por parte de menores de edad.

Puede dirigir sus dudas sobre cumplimiento normativo a:

Tektronix, Inc. · PO Box 500, MS 19-045 · Beaverton, OR 97077, EE. UU.

tek.com

Cumplimiento de normas de seguridad

En esta sección se enumeran las normas de seguridad que cumple el producto y otra información de cumplimiento de normas de seguridad.

Declaración de conformidad de la UE, baja tensión

Este instrumento cumple las siguientes especificaciones, tal y como aparecen en el Diario Oficial de la Unión Europea:

Directiva sobre baja tensión 2014/35/UE.

- EN 61010-1. Requisitos de seguridad para equipos eléctricos de medida, control y uso en laboratorios. Parte 1: Requisitos generales
- EN 61010-2-030. Requisitos de seguridad para equipos eléctricos de medida, control y uso en laboratorios. Parte 2-030: Requisitos particulares para pruebas y mediciones de circuitos

Listado de laboratorios de pruebas reconocidos en el ámbito nacional en EE. UU.

- UL 61010-1. Requisitos de seguridad para equipos eléctricos de medida, control y uso en laboratorios. Parte 1: Requisitos generales
- UL 61010-2-030. Requisitos de seguridad para equipos eléctricos de medida, control y uso en laboratorios. Parte 2-030: Requisitos particulares para pruebas y mediciones de circuitos

Certificación canadiense

- CAN/CSA-C22.2 N.º 61010-1. Requisitos de seguridad para equipos eléctricos de medida, control y uso en laboratorios. Parte 1: Requisitos generales
- CAN/CSA-C22.2 No. 61010-2-030. Requisitos de seguridad para equipos eléctricos de medida, control y uso en laboratorios. Parte 2-030: Requisitos particulares para pruebas y mediciones de circuitos

Cumplimientos adicionales

- IEC 61010-1. Requisitos de seguridad para equipos eléctricos de medida, control y uso en laboratorios. Parte 1: Requisitos generales
- IEC 61010-2-030. Requisitos de seguridad para equipos eléctricos de medida, control y uso en laboratorios. Parte 2-030: Requisitos particulares para pruebas y mediciones de circuitos

Tipo de equipo

Equipo de prueba y medición.

Descripción de los grados de contaminación

Una medida de los contaminantes que podrían darse en el entorno y en el interior del producto. Por lo general, se considera que el entorno interior del producto es el mismo que el exterior. Los productos deben utilizarse exclusivamente en el entorno para el que se han indicado.

- Grado de contaminación 1. Sin contaminación o únicamente con contaminación seca, no conductiva. Los productos incluidos en esta categoría se encuentran, por lo general, encapsulados, sellados herméticamente o ubicados en espacios limpios.
- Grado de contaminación 2. Normalmente solo con contaminación seca no conductiva. De forma ocasional puede producirse una conductividad temporal debido a la condensación. Es típico de los ambientes de oficina o domésticos. La condensación temporal se produce solo cuando el producto está fuera de servicio.
- Grado de contaminación 3. Contaminación conductiva o bien contaminación seca y no conductiva que se transforma en conductiva debido a la condensación. Propia de lugares cubiertos en los que no se controla la temperatura ni la humedad. La zona está protegida de la luz solar, la lluvia o el viento directos.
- Grado de contaminación 4. Contaminación que produce una conductividad persistente debida al polvo conductivo, la lluvia o la nieve. Habitual en exteriores.

Clasificación IP

IPx0 (tal como se define en IEC 60529).

Valores eléctricos

Valores eléctricos

T1CP025: corriente de 20 mA, 250 MHz

T1CP050: corriente de 20 mA, 500 MHz

T1CP100: corriente de 20 mA, 1 GHz

Tensión a tierra máxima

1300 V; grado de polución 2; máx. con nivel transitorio no superior a $5kV_{pico}$

1800 V; para uso en entornos con un grado de polución 1; máx. con nivel transitorio no superior a $5kV_{pico}$

600 V para CAT III; grado de polución 2

1000 V para CAT II; grado de polución 2

Cumplimiento de la normativa medioambiental

En esta sección se ofrece información sobre el impacto medioambiental del producto.

Manipulación por caducidad del producto

Respete las siguientes directrices a la hora de reciclar un instrumento o componente:

Reciclaje del equipo

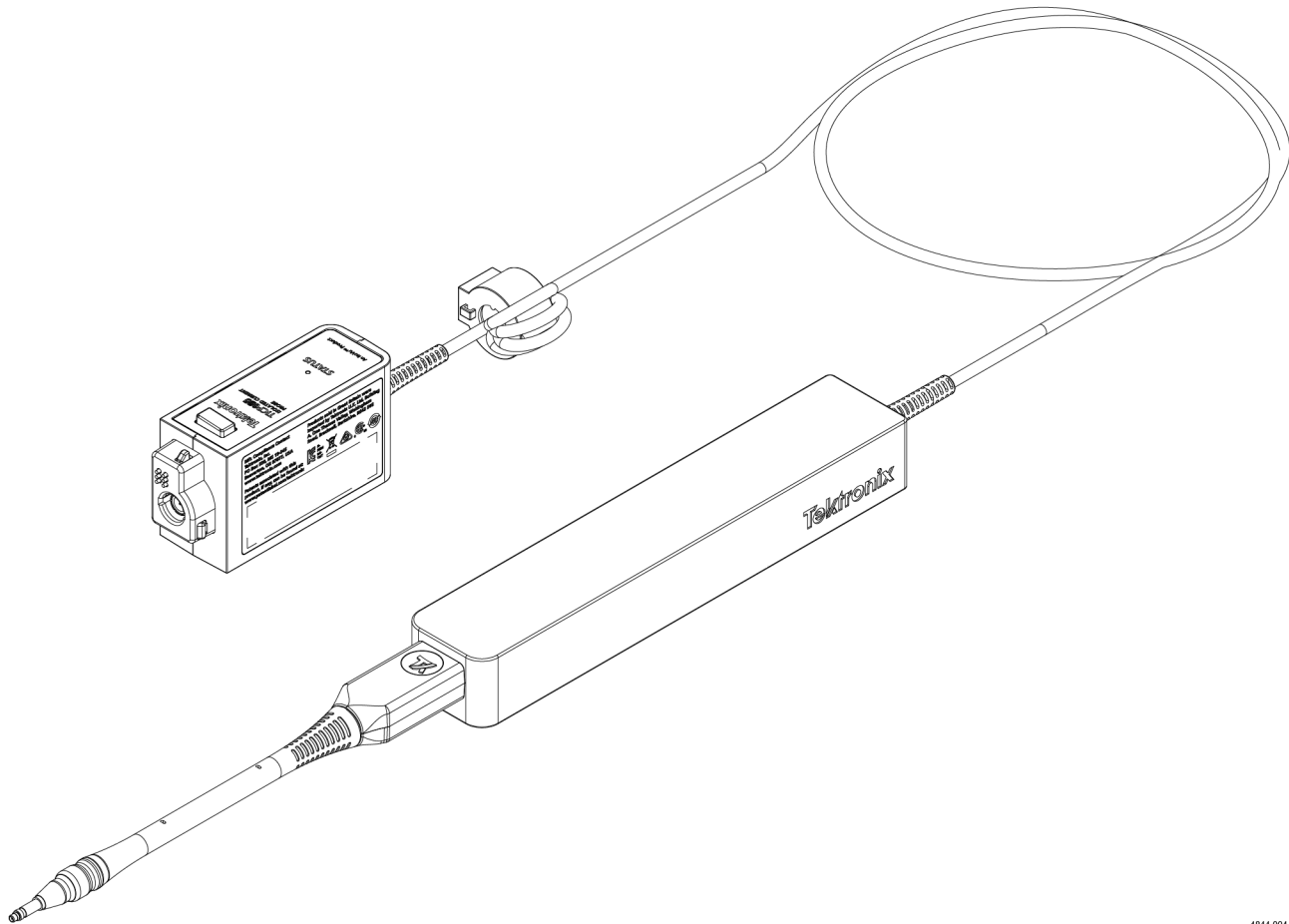
Para fabricar este equipo ha sido necesario extraer y usar recursos naturales. El equipo puede contener sustancias que podrían resultar perjudiciales para el medio ambiente o la salud si no se manipulan correctamente al final de la vida útil del producto. Para evitar la liberación de dichas sustancias al medio ambiente, así como para minimizar el uso de recursos naturales, le animamos a reciclar este producto mediante un sistema apropiado que asegure la adecuada reutilización o el reciclado de la mayoría de los materiales.



Este símbolo indica que este producto cumple los requisitos correspondientes de la Unión Europea, de acuerdo con las directivas 2012/19/UE y 2006/66/CE de residuos de equipos eléctricos y electrónicos (RAEE) y sus baterías. Para obtener más información sobre las opciones de reciclaje, consulte el sitio web de Tektronix (<http://www.tek.com/productrecycle>).

Prefacio

Este documento proporciona información para la instalación y el uso de las sondas de derivación de corriente con aislamiento activo Tektronix de la serie TICP. La sonda ofrece un ancho de banda, precisión, facilidad de uso y aislamiento sin precedentes en medidas de corriente mediante derivación.



1844-004

Caja de compensación

La caja de compensación del TekVPI conecta el sistema de medición a uno de los canales de entrada del osciloscopio. El sistema de medición se alimenta a través de la interfaz TekVPI del osciloscopio. Los LED de la caja de compensación indican el estado general de la sonda.

Punta de la sonda

La punta de la sonda proporciona una interfaz entre el dispositivo bajo prueba (DUT) y la caja de compensación. La punta de la sonda contiene el barrera de aislamiento que separa el dispositivo bajo prueba de la conexión a tierra.

Puntas de la sonda

Hay disponibles distintas opciones de puntas para conectar la sonda al dispositivo bajo prueba.

Prestaciones y especificaciones clave de rendimiento

- Aislamiento galvánico entre la punta de la sonda y el osciloscopio
- Disponible en tres anchos de banda: 1 GHz, 500 MHz y 250 MHz
- Amplio rango de medición de corriente determinado por el derivador empleado con las puntas de sonda de 1X, 10X o 100X
- Ruido <4,70 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$ (<21 μV_{RMS} a 20 MHz)
- Hasta 90 dB CMRR a 1 MHz
- Tensión de modo común máxima: 1800 V; para uso en entornos con un grado de contaminación 1; nivel transitorio máximo inferior a 5 kV_{pico}
- Precisión de la ganancia de CC de 1,5 %
- Compatible con instrumentos MSO de las series 4, 5 y 6, incluidos los últimos modelos B
- La interfaz TekVPI™ permite controlar y configurar la sonda desde el panel frontal del osciloscopio o la interfaz de programación
- Puntas opcionales para medir corrientes en cámaras climáticas de -40 °C a +125 °C

Información general sobre los modelos

Modelo	Descripción
T1CP025	Sonda de corriente aislada Tektronix de 250 MHz
T1CP050	Sonda de corriente aislada Tektronix de 500 MHz
T1CP100	Sonda de corriente aislada Tektronix de 1 GHz

Accesorios estándar

En la siguiente tabla se enumeran los accesorios que se incluyen con la sonda.

Accesorio	Descripción	Número de referencia
	Cable de la punta de la sonda 1X con conector MMCX	T1CPMM1
	Cable de la punta de la sonda 10X con conector MMCX	T1CPMM10
	Adaptador para punta SMA	T1CPSMA
	Abrazadera de ferrita de filtro de modo común	276-0905-XX

Accesorio	Descripción	Número de referencia
	El bípode se utiliza para sujetar la sonda.	020-3210-XX
	Adaptador de trípode para roscas de ¼ de pulgada - 20 UNC	103-0508-XX
	Adaptador para punta de la sonda. Adapta la punta MMCX IsoVu a clavijas cuadradas estándar con espaciado de 0,100" y 0,025".	131-9717-XX
	Maletín de transporte blando con espuma.	016-2147-XX

Accesorios recomendados

En la tabla siguiente se enumeran los accesorios opcionales.

Accesorio	Descripción	Número de referencia
	Punta de la sonda 100X con conector MMCX	TICPMM100
	TICP 5 mΩ derivación de baja potencia	TICS0005 (Cant. 1)
		TICS0005PK (Cant. 10)
	TICP 50 mΩ derivación de baja potencia	TICS0050 (Cant. 1)
		TICS0050PK (Cant. 10)
	TICP 500 mΩ derivación de baja potencia	TICS0500 (Cant. 1)
		TICS0500PK (Cant. 10)
	TICP 5000 mΩ (5 Ω) derivación de baja potencia	TICS5000 (Cant. 1)
		TICS5000PK (Cant. 10)
	Cable TICP para derivaciones	TICPTWCBL (Cant. 1)
		TICPTWCBLPK (Cant. 5)
	1X punta para temperaturas extremas con conector MMCX	TICPMM1ET
	10X punta para temperaturas extremas con conector MMCX	TICPMM10ET
	100X punta para temperaturas extremas con conector MMCX	TICPMM100ET
	Accesorio de soldadura de par trenzado	174-7492-XX
	Clavija cuadrada a adaptador MMCX, espaciado de 0,062"	131-9677-XX

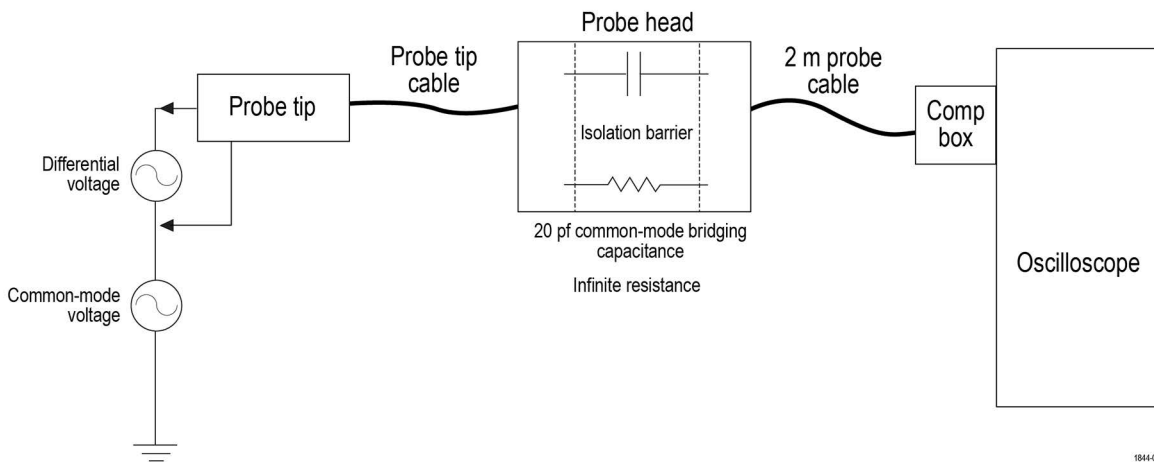
	MMCX a cable de prueba IC	196-3546-XX
	Clavija cuadrada a cable de prueba IC	196-3547-XX
	Pinzas MicroCKT	206-0569-XX

Información de funcionamiento

Utilice esta sección para ayudarle a usar la sonda de manera segura y efectiva. Lea toda la información de seguridad antes de instalar su sistema de medidas para estar al tanto de los requisitos de operación y espacio libre, incluyendo posibles áreas peligrosas cuando el sistema de medición esté conectado al dispositivo en pruebas (DUT).

Diagrama de bloques TICP

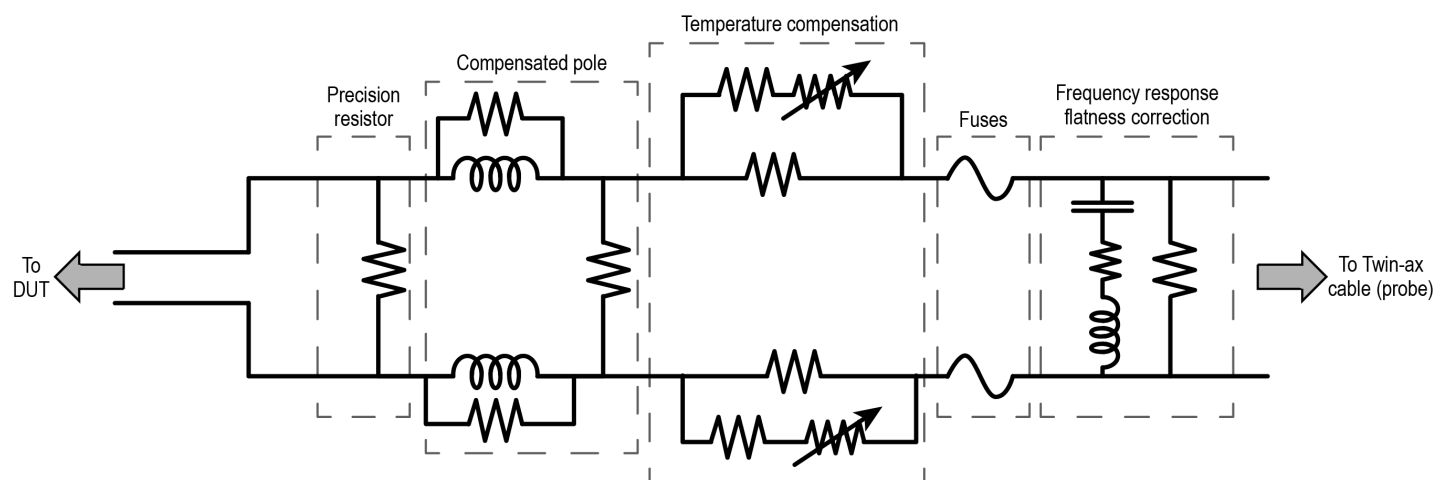
La siguiente figura muestra un diagrama de bloques de la sonda de derivación de corriente aislada de la serie TICP.



En la figura se muestra la resistencia y la capacidad del modo común a la conexión a tierra. La resistencia del modo común se muestra como infinita con la sonda, ya que está aislada galvánicamente y puede ignorarse. La capacidad de acoplamiento de modo común a la conexión de tierra y el circuito colindante se muestra como capacidad puente. Esta capacidad será aproximadamente 20 pF si el cabezal de la sonda se ubica 15,25 cm (6 pulgadas) por encima de un plano de tierra.

Para minimizar los efectos de la carga capacitativa de modo común, tenga en cuenta los siguientes aspectos:

- Siempre que sea posible, seleccione un punto de referencia en el circuito que se está probando que sea de potencial estático en relación con la conexión a tierra.
- Conecte la pantalla coaxial (común) de la punta de la sonda al punto de impedancia más baja del circuito.
- Si aumenta la distancia física entre el cabezal de la sonda y cualquier superficie conductora, se reduce la capacidad.
- Cuando utilice múltiples sondas TICP para medir puntos diferentes del circuito que no tienen las mismas tensiones de modo común, mantenga los cabezales de las sondas separados para minimizar el acoplamiento capacitativo.



1844-037

Wideband shunt block diagram

Mejores prácticas de manipulación del sistema de medición

El sistema de medición está formado por piezas de calidad y debería tratarse con cuidado para evitar daños y evitar que una mala manipulación pueda repercutir en el rendimiento. Tenga en cuenta las siguientes precauciones al manipular la sonda y las puntas:

- No aplaste, retuerza o doble bruscamente el cable de la sonda.
- No tuerza el cable.
- Evite los pliegues o nudos en el cable de la sonda.
- Evite someter a tensión al cable de la sonda.
- No tire del cable de fibra óptica, especialmente si pueden formarse pliegues o nudos.
- No deje caer la cabeza de la sonda o el conjunto de la caja de compensación. Si lo hace, podría causar daños y desalinear los componentes internos
- Evite doblar en exceso las puntas de la sonda; no exceda el radio de curvatura mínimo de 2,0 pulgadas (51 cm). No exceda el radio mínimo de curvatura de 1,5 pulgadas (39 mm) en las puntas de temperatura extrema (ET).
- Evite aplastar los cables pisándolos accidentalmente con una silla de ruedas o aplastarlos con un objeto pesado.
- Guarde el sistema de medición en el maletín de transporte suministrado cuando no lo utilice.

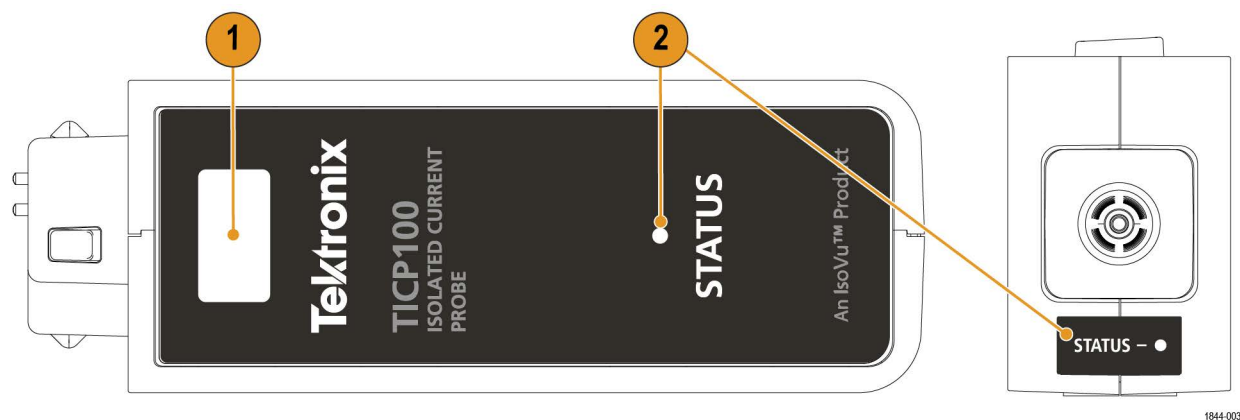
Requisitos medioambientales

Característica	Componente	En funcionamiento	Sin funcionamiento
Caja de compensación, cabezal de sonda y temperatura del adaptador de punta SMA		de 0 °C a +50 °C	de -20 °C a +70 °C
Temperatura de puntas estándar	TICPMM1, TICPMM10, TICPMM100, TICS0005, TICS0050, TICS0500, TICS5000, TICPTWCBL	de -40 °C a +85 °C	de -40 °C a +85 °C
Temperatura de las puntas para temperaturas extremas (TE)	TICPMM1ET, TICPMM10ET, TICPMM100ET	De -40 °C a +125 °C	De -40 °C a +125 °C; temperatura de almacenamiento de -40 °C a +85 °C
Humedad	Todos los componentes	Humedad relativa del 5 % al 85 % hasta +40 °C, humedad relativa del 5 % al 45 % hasta +50 °C, sin condensación	Humedad relativa del 5 % al 85 % hasta +40 °C, humedad relativa del 5 % al 45 % hasta +70 °C, sin condensación
Altitud	Todos los componentes	Hasta 3000 metros	Hasta 12 000 metros

Las puntas para temperaturas extremas (ET) permiten medir corriente en cámaras ambientales en una intervalo amplio entre -40 °C y +125 °C.

Controles e indicadores

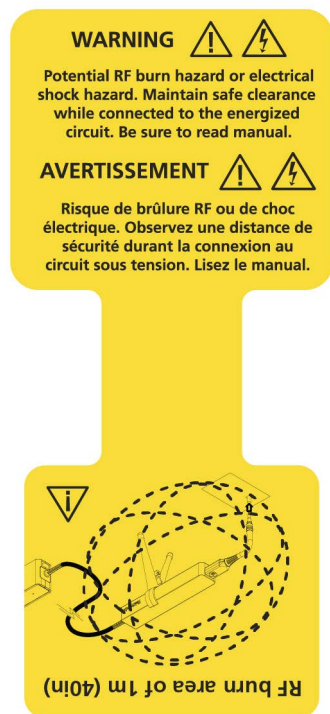
Descripción de los controles e indicadores de la caja de compensación



1. Botón de liberación del cierre. Para desconectar la caja de compensación (comp) del osciloscopio, presione el botón de liberación del cierre y sepárela del instrumento.
2. Indicadores STATUS. Luces LED que indican el estado de la sonda. Hay un indicador de estado en la parte superior y posterior de la caja de compensación. para obtener más información sobre el estado del LED, consulte [Solución de problemas y estados de error](#) (on page 74)

Etiquetas de los cables

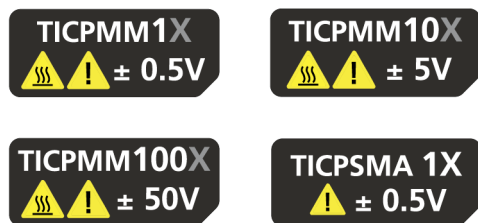
La etiqueta del cable advierte del peligro potencial por quemaduras por radiofrecuencia.



1844-002

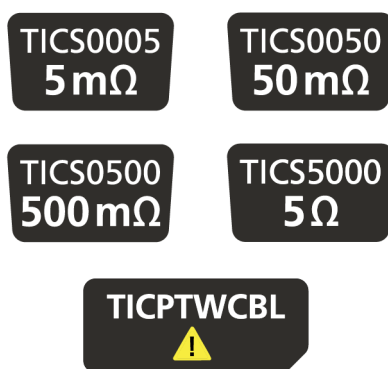
Puntas de la sonda

Cada punta de la sonda tiene una etiqueta que proporciona el rango dinámico máximo y muestra el factor de atenuación.



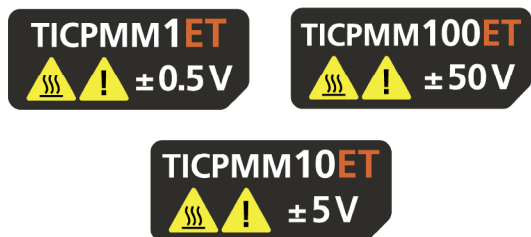
1844-001

TICPMM tip labels



1844-024

Wideband shunt labels

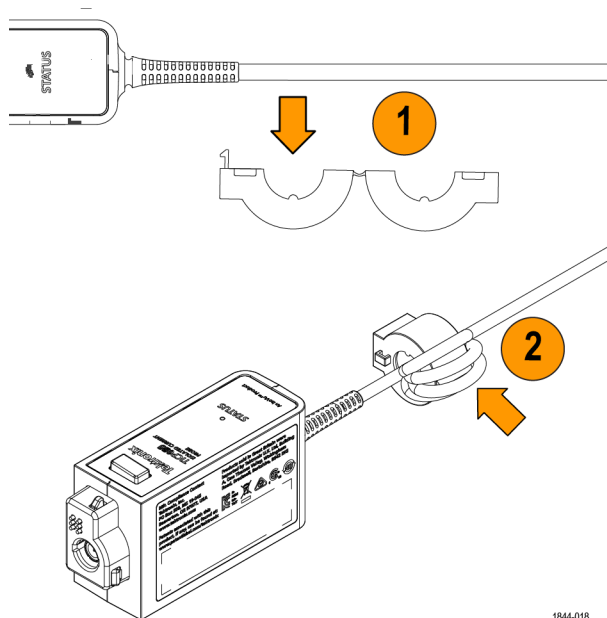


1844-027

Extreme temperature tip labels

Instalación de la abrazadera de ferrita

Los pasos siguientes describen cómo se instala la abrazadera de ferrita de modo común en el cable de la sonda.



1844-018

1. Coloque la abrazadera de ferrita de modo común a 0,25 pulg. del alivio de tensión de la caja de compensación.
2. Enrolle el cable alrededor de la abrazadera de ferrita abierta cinco veces y cierre la abrazadera.

Asegúrese de que los bucles sean lo más pequeños posible para maximizar la efectividad de la ferrita.

Para retirar la abrazadera de ferrita del cable de la sonda, inserte un destornillador de cabeza plana en el espacio entre los pestillos de la abrazadera y levántela.

Conexión a un circuito

Los pasos siguientes describen el proceso de conexión de la sonda de la serie T1CP a un osciloscopio y al dispositivo bajo prueba (DUT).

WARNING: No conecte el sistema de medida a un circuito con corriente para evitar el riesgo de descarga eléctrica. Desconecte siempre el circuito bajo prueba antes de instalar o retirar el cable de la punta del circuito bajo prueba. La carcasa de plástico del cabezal de la sonda y la punta del cable de la sonda no sirven como aislamiento.

WARNING: Para evitar el riesgo de descarga eléctrica o quemaduras por RF mientras que el DUT recibe corriente, no toque el cabezal de la sonda ni la punta de la sonda mientras toma medidas. Mantenga siempre una distancia de seguridad de 1 m (40 pulg.) con respecto al cabezal de la sonda al tomar la medida. Consulte [Distancia de seguridad](#) (on page 11).

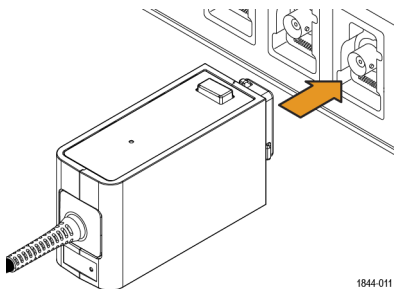
WARNING: Para evitar que se produzca un arco eléctrico provocado por un potencial diferente, no coloque el cabezal ni la punta de la sonda en el circuito que presente la tensión diferente.

CAUTION: Para evitar posibles daños en el equipo, no conecte la pantalla coaxial (común) de la punta de la sonda o la entrada SMA a la sección de alta impedancia de un circuito. La capacidad adicional puede causar daños en el circuito. Conecte la pantalla coaxial (común) a la sección de baja impedancia del circuito.

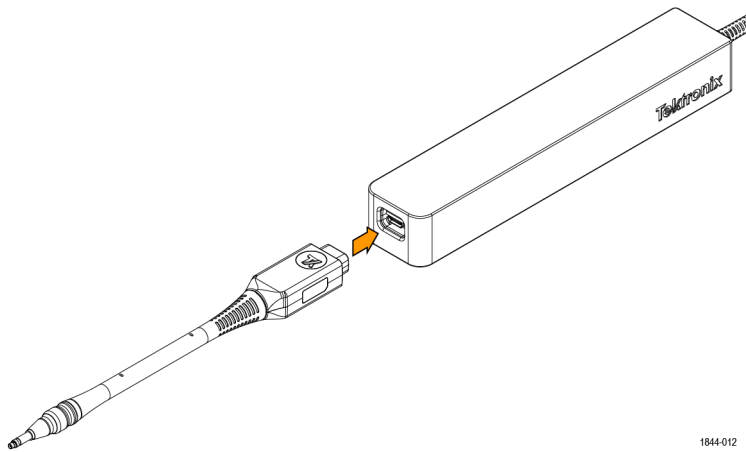
Si se toca el cabezal de la sonda o el cable de la punta de la sonda al medir alta frecuencia, la señal de modo común incrementa el acoplamiento capacitivo y puede degradar el modo común que se carga en el circuito bajo prueba. Para evitar que las medidas sean inexactas, no apile los diferentes cabezales de la sonda y mantenga los teléfonos móviles al menos a 1 metro (3 pies) de distancia al llevar a cabo las medidas.

Verifique que el DUT no está conectado a un circuito con corriente. Para que la medida sea lo más precisa posible, espere 5 minutos a que la sonda se caliente.

1. Conecte la caja de compensación a un canal disponible del osciloscopio.



2. Alinee los conectores IsoConnect™ de la punta y el cabezal de la sonda.
Evite doblar o torcer el conjunto de la punta de la sonda durante este proceso.
3. Conecte la punta de la sonda al cabezal de la sonda.



1844-012

Conecte el cabezal de la sonda a un bípode, un trípode (con adaptador) o un soporte similar. Utilizar un soporte mantiene firme el cabezal de la sonda y reduce las posibles tensiones mecánicas que puedan producirse en el punto de conexión eléctrica del DUT. El soporte también aleja el cabezal de la sonda de los circuitos circundantes y los objetos conductivos para minimizar el acoplamiento capacitivo parasitario al entorno. Es necesario utilizar el adaptador suministrado con el trípode para fijar la sonda de la serie TACP al trípode.

4. Conecte el extremo de la punta de la sonda al DUT.

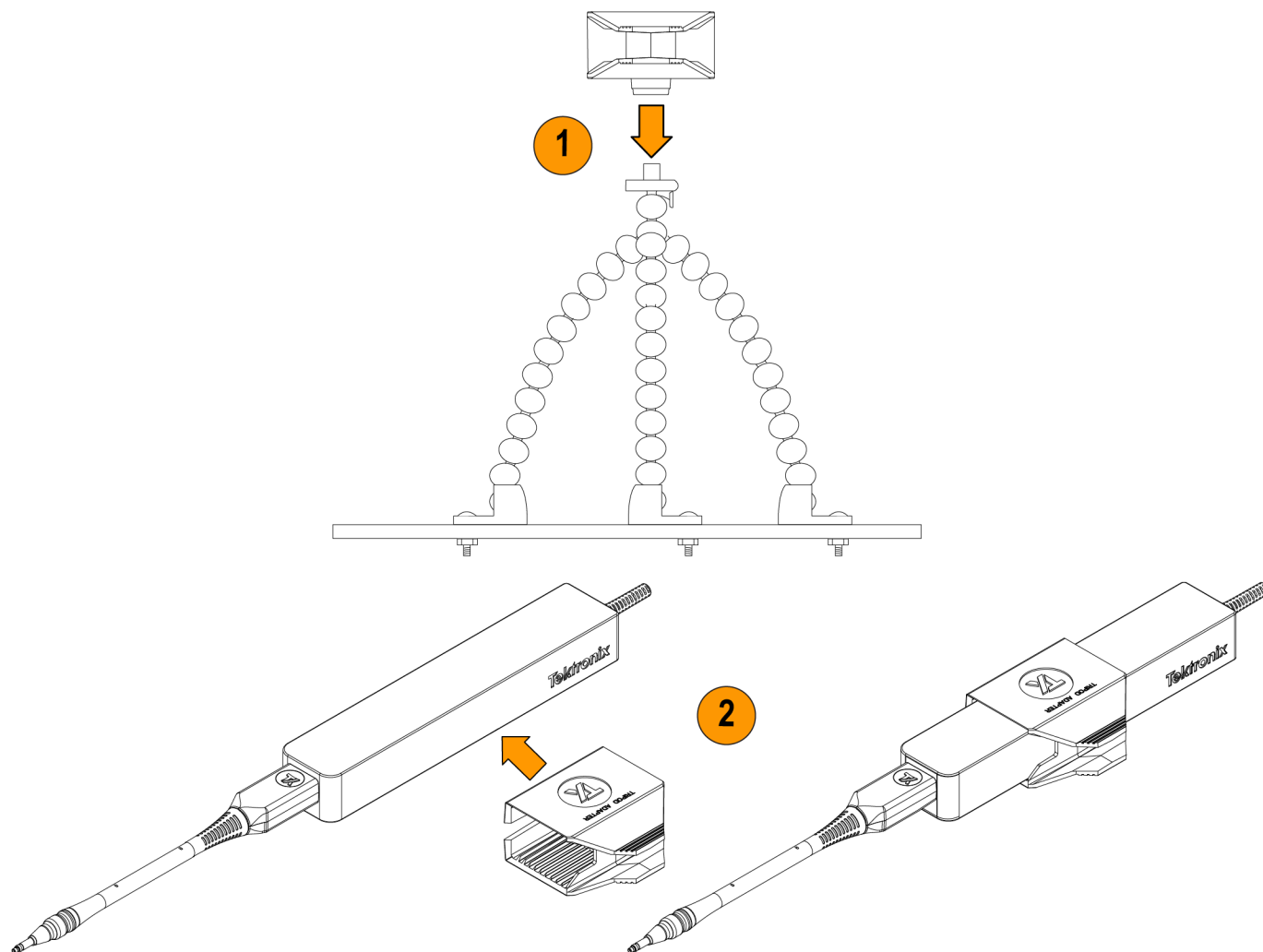
Si se va a utilizar una punta MMCX, conéctela a un conector MMCX o a un adaptador de terminal de prueba antes de conectarla al DUT. Los adaptadores se conectan a los terminales de prueba con un espaciado de 2,54 mm (0,100 pulg.) o de 1,57 mm (0,062 pulg.).

5. Configure los controles en el osciloscopio.

6. Suministre alimentación al DUT para tomar la medida.

Instalación del adaptador del trípode

Los siguientes pasos describen la instalación del adaptador del trípode en la punta de la sonda y cómo conectarlo al trípode.



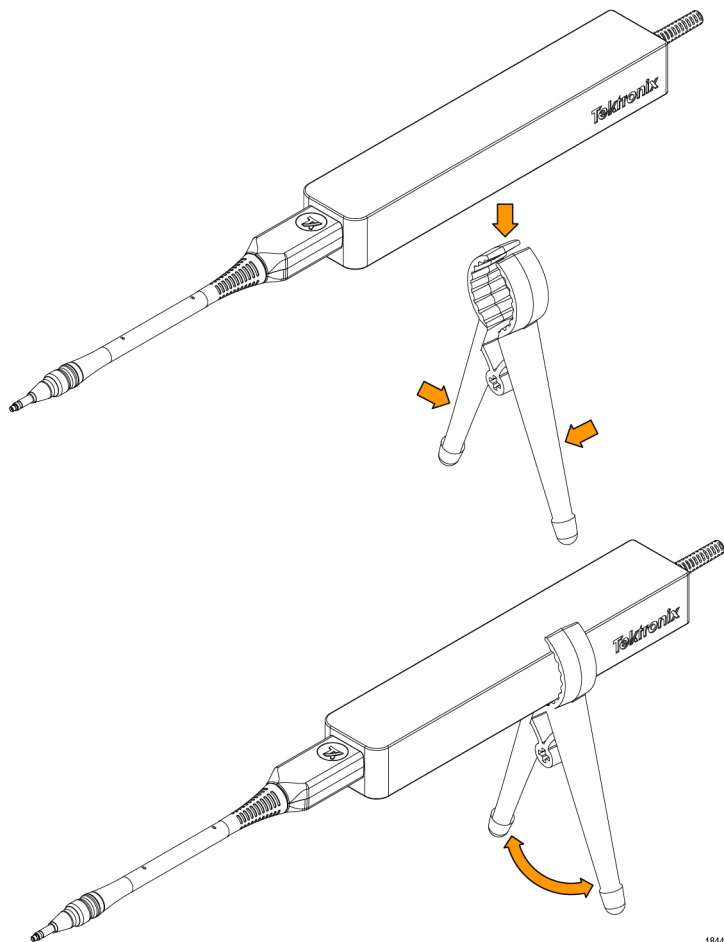
1844-015

1. Conecte el adaptador a un trípode compatible.
La rosca del adaptador es UNC $\frac{1}{4}$ -20. Asegúrese de que la rosca del trípode también sea UNC $\frac{1}{4}$ -20.
2. Abra la abrazadera del adaptador del trípode y conéctelo a la punta de la sonda.

Instalación del bípode

Los siguientes pasos explican cómo instalar el bípode en el cabezal de la sonda.

Se recomienda usar el trípode con resistencias de derivación de banda ancha (TICS) o las puntas de temperatura extrema (ET) con la sonda de la Serie TICP. Es posible que el bípode no pueda soportar completamente el cuerpo de la sonda debido a la flexibilidad del cable TWCBL o de las puntas ET.

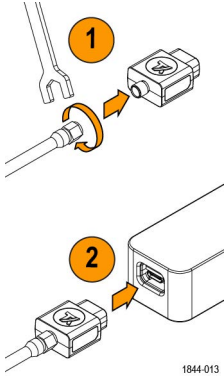


1844-014

1. Junte las asas del bípode presionándolas para abrir la abrazadera.
2. Coloque el cabezal de la sonda en la abrazadera y suelte el asa para que la sonda quede en el ángulo necesario para conectarla al DUT.

Conexión del adaptador SMA

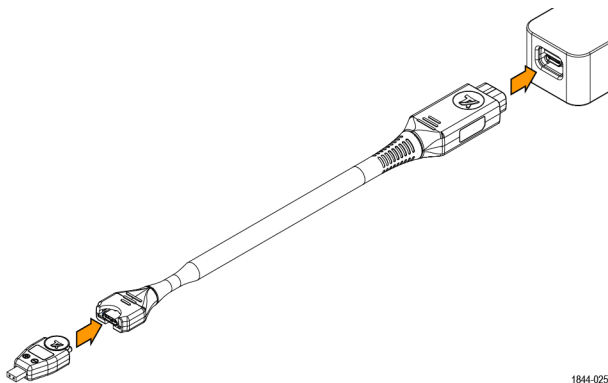
Los siguientes pasos describen el proceso de conexión del adaptador para punta TICPSMA SMA a la punta de la sonda y al cable SMA. Se recomienda conectar primero el cable SMA al adaptador SMA y, a continuación, conectar el adaptador SMA a la punta de la sonda.



1. Conecte un cable SMA al adaptador.
Utilice una llave SMA para apretar el cable SMA a 8 libras de fuerza por pulgada.
2. Conecte el adaptador SMA a la punta de la sonda.

Conexión de las resistencias de derivación de banda ancha

Los siguientes pasos describen el proceso de conexión de derivadores de banda ancha y del cable Twin-ax a la sonda TICP. Se recomienda usar el adaptador del trípode cuando utilice el cable Twin-ax y los derivadores con la sonda TICP. Con el bípode instalado, el cable flexible Twin-ax no sujeta el cabezal de la sonda.

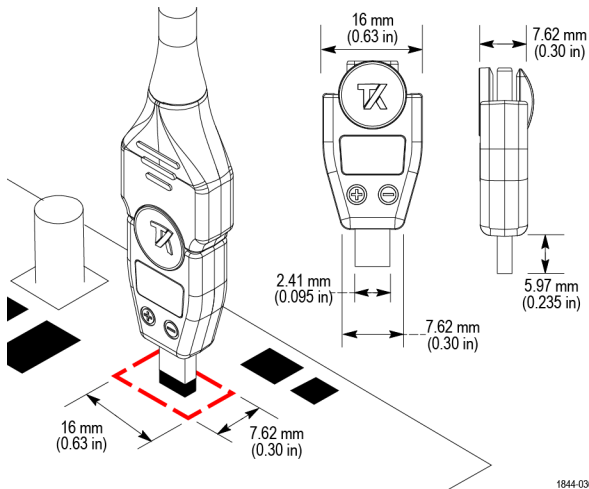


1. Conecte un derivador al cable Twin-ax.
2. Conecte el cable al cabezal de la sonda.

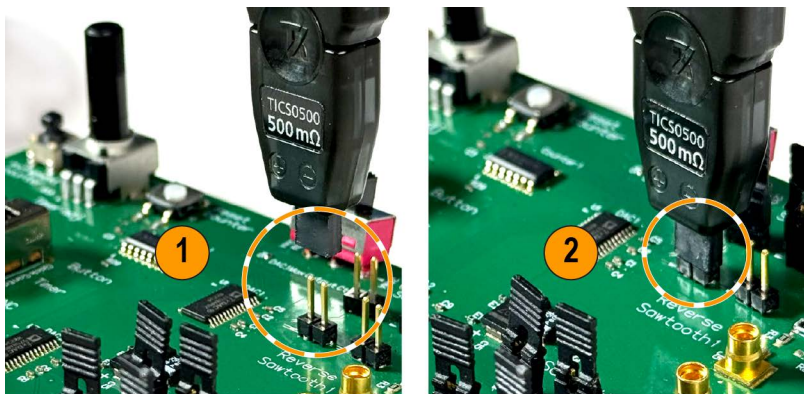
Instalación del derivador de banda ancha en una clavija cuadrada

A continuación se describe el procedimiento para instalar el derivador de banda ancha en una clavija cuadrada de 0,1 pulgadas. Sus derivadores de banda ancha incluyen clavijas cuadradas que deben soldarse de manera que el lado chapado en oro quede acoplado a los derivadores. Los componentes alternativos recomendados deben tener un recubrimiento de oro de al menos 30 µm.

La siguiente ilustración muestra los requisitos de espacio libre recomendados para conectar un derivador de banda ancha a una clavija cuadrada de 0,1 pulgadas en la placa de circuitos.



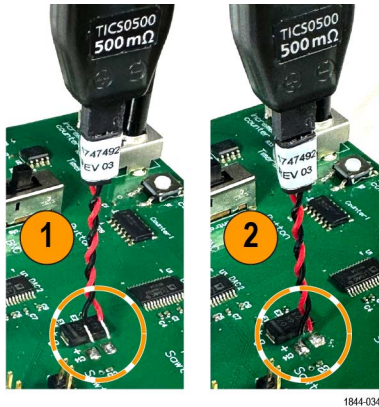
Conecte el derivador de banda ancha al cable Twin-ax antes o después de conectar el derivador a una clavija cuadrada de la placa de circuitos. Se recomienda utilizar los conectores de clavijas cuadradas con paso de 0,1 pulgadas incluidos en el kit de derivación, o bien clavijas cuadradas equivalentes chapadas en oro de 30 µm para obtener la máxima fiabilidad.



1. Para instalar el derivador de banda ancha en una clavija cuadrada, alinee el conector del derivador con la clavija cuadrada.
2. Presione suavemente el derivador hacia abajo para fijarlo en su sitio sobre la clavija cuadrada.

Instalación del derivador de banda ancha con un soldador de par trenzado

A continuación se describe el procedimiento para instalar el derivador de banda ancha en una placa de circuitos con un soldador de par trenzado. Suelde el accesorio de par trenzado a la placa de circuitos antes de conectar el derivador.



1. Alinee el accesorio de soldadura de par trenzado sobre una vía, unas almohadillas o unas pistas cortadas de la placa de circuitos. La imagen de arriba muestra cómo se suelda el par trenzado a unas almohadillas.
2. Suelde los extremos pelados de los cables de par trenzado a las vías, almohadillas o pistas cortadas. Si fuera necesario, aplique una pequeña cantidad de adhesivo para fortalecer la conexión con la placa de circuitos.

Conexión de las puntas de temperatura extrema

Las puntas de temperatura extrema (ET) permiten realizar medidas de corriente en un rango de temperatura de -40 °C a +125 °C.

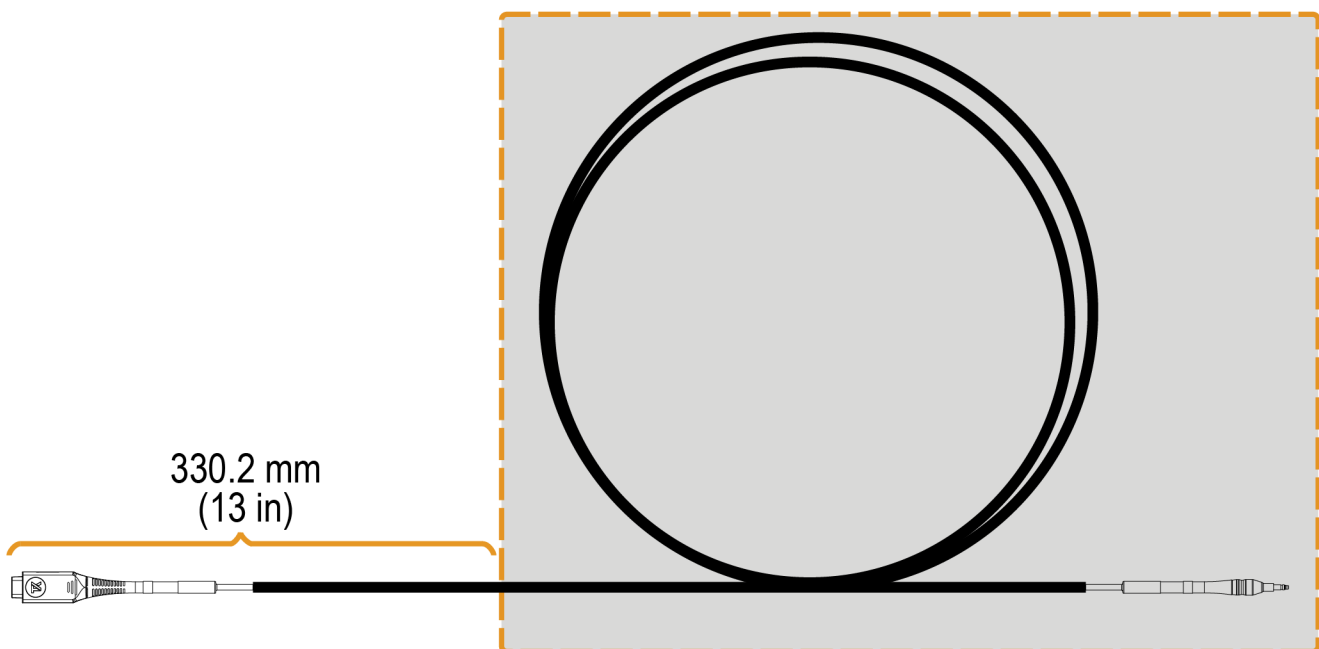
Los cables de las puntas ET se conectan al cabezal de la sonda TICP igual que las puntas estándar, utilizando el conector MMCX. Consulte [Conexión a un circuito](#) (on page 28). Estos cables de seis pies permiten la conexión entre un dispositivo bajo prueba (DUT) situado dentro de una cámara climática y un osciloscopio Tektronix y una sonda de corriente TICP situados fuera de la cámara.

CAUTION: Para evitar daños en el accesorio de la punta ET, no desconecte la punta del DUT o de la sonda tirando del cable. Si desconecta la punta de la sonda, sujete la parte plástica del conector. Si la desconecta del DUT, sujete la parte plástica de la propia punta.

La punta ET está diseñada para su uso en cámaras climáticas. No está diseñada para usarse en cabezales calefactados.

CAUTION: Para evitar daños en el cable de la punta ET, no supere el radio mínimo de curvatura de 1,5 pulgadas (39 mm).

En la ilustración siguiente, la zona sombreada dentro del contorno discontinuo indica la zona de trabajo recomendada para condiciones de temperaturas extremas. Para evitar que las fugas en el puerto de acceso de la cámara afecten al cabezal de la sonda, esta zona de trabajo debe comenzar al menos a 13 pulgadas (330,2 mm) del cabezal.



1844-033

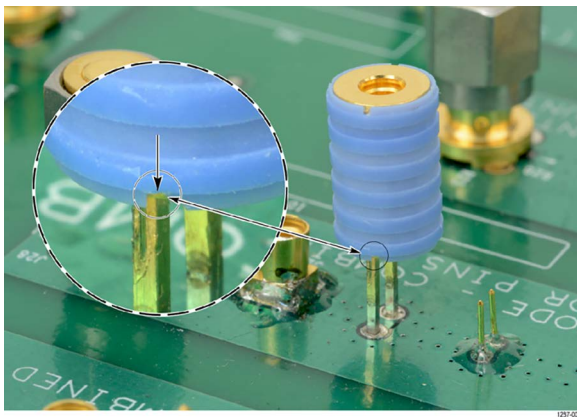
Instalación de los adaptadores para la punta de la sonda

Existen dos adaptadores de punta de sonda Tektronix para conectar las puntas de sonda MMCX a los pines de la placa de circuito. El adaptador de paso de MMCX a 0,1 pulg (2,54 mm) y el adaptador de paso de MMCX a 0,062 pulg (1,57 mm).

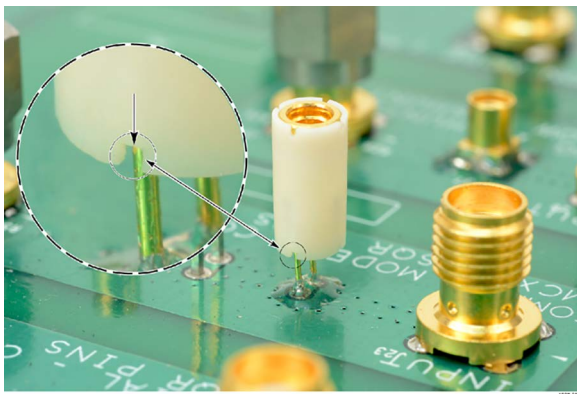
Un extremo de cada adaptador tiene un conector MMCX para conexión a un cable de punta MMCX IsoVu. El otro extremo del adaptador tiene un conector de pin central y cuatro conectores comunes (apantallados) alrededor de la parte exterior del adaptador. Las muescas de los adaptadores pueden utilizarse para localizar los enchufes apantallados. El procedimiento para instalar estos adaptadores es el mismo, la principal diferencia es el espaciado de las terminales en la placa de circuitos.

Para instalar los adaptadores en los terminales de prueba, alinee el centro del adaptador con el terminal de la fuente de señal en la placa de circuitos. Utilice la muesca del adaptador para alinear uno de los enchufes apantallados con el terminal común de la placa de circuitos. Las figuras siguientes muestran ejemplos de alineación de los adaptadores en la placa de circuitos.

Para lograr el mejor rendimiento eléctrico, especialmente en cuanto a rendimiento de CMRR y susceptibilidad EMI, coloque el adaptador de la punta de la sonda tan cerca como sea posible de la placa de circuitos.

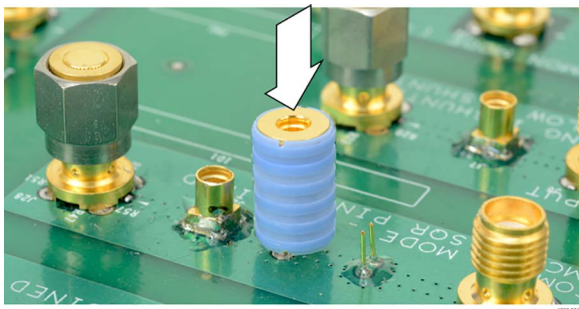


Lining up the MMCX-to-0.1-inch (2.54 mm) adapter on the circuit board

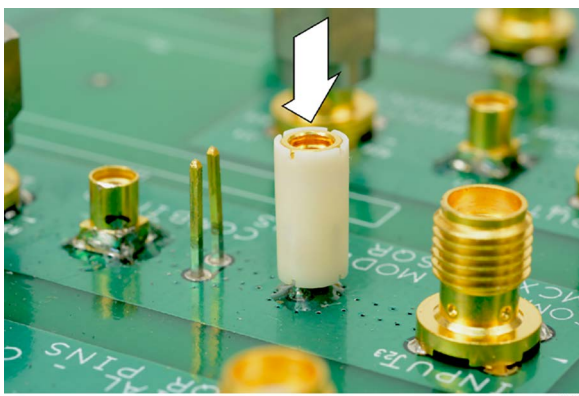


Lining up the MMCX-to-0.062-inch (1.57 mm) adapter on the circuit board

Tras alinear los adaptadores, ejerza presión suavemente sobre el adaptador para fijarlo en la placa de circuitos.



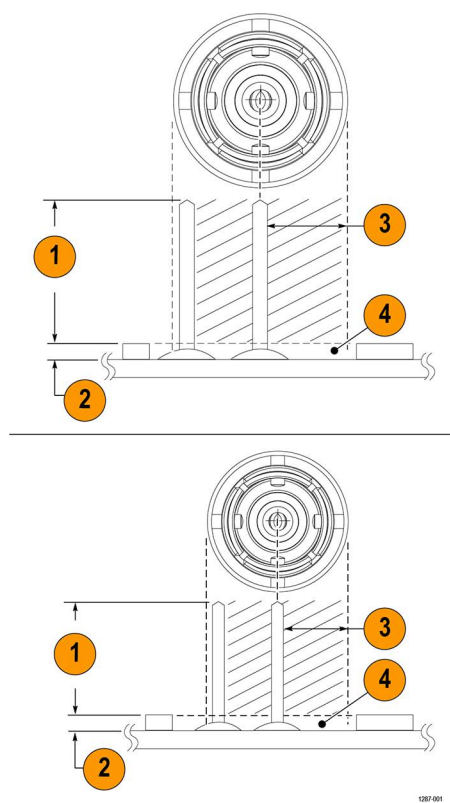
Pushing the MMCX-to-0.1-inch (2.54 mm) adapter in place



Pushing the MMCX-to-0.062-inch (1.57 mm) adapter in place

Instalación de los terminales de prueba sobre la placa de circuitos

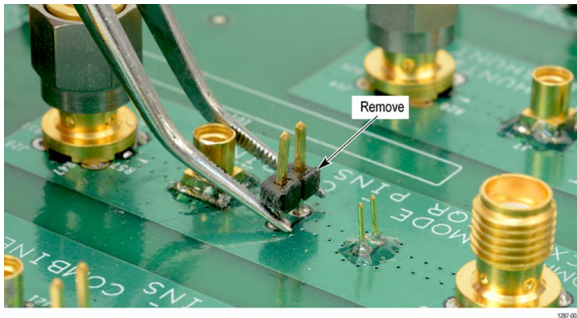
La figura y la tabla siguientes muestran los requisitos de distancia de seguridad recomendada para la conexión de los adaptadores a los terminales de prueba en la placa de circuitos. Las bases de los adaptadores se muestran en la parte superior.



Adapter clearance requirements

Imagen de referencia	Adaptador de punta de sonda, MMCX a paso de 0,1 pulgadas, pin cuadrado de 0,635 mm (0,025 pulgadas)	Adaptador de punta de sonda, MMCX a paso de 0,062 pulgadas, pin cuadrado de 0,406 mm (0,016 pulgadas)
1	Longitud máxima recomendada del pin 6,00 mm (0,235 pulgadas)	Longitud máxima recomendada del pin 4,40 mm (0,170 pulgadas)
2	Minimice el área entre el adaptador y la placa de circuito	
3	Mantenga el área despejada (diámetro de cada uno de los adaptadores)	
4	Evite o mantenga al mínimo los componentes del área que debe permanecer despejada	

Los terminales de prueba de 0,025 pulg. (0,635 mm) ya deberían estar situados sobre la placa de circuitos. Algunos terminales de prueba podrían tener cabezales instalados sobre la placa de circuitos. Tektronix recomienda retirar el espaciador de plástico de los terminales de prueba para mejorar el acceso a la placa de circuitos, tal como muestra la figura siguiente para obtener el mejor rendimiento eléctrico, especialmente el CMRR. Quizás necesite unas pinzas para retirar el espaciador, tal como muestra la figura.



Removing the header from square pins on the circuit board

Tektronix proporciona un conjunto de terminales de soldadura (0,018 pulg. (0,46 mm) de diámetro) para instalar en la placa de circuitos para utilizar con el adaptador de MMCX a 0,062 pulg. (1,57 mm). Utilice el accesorio de la herramienta auxiliar de soldadura (número de referencia Tektronix 003-1946-xx) para instalar estos terminales en la placa de circuitos.

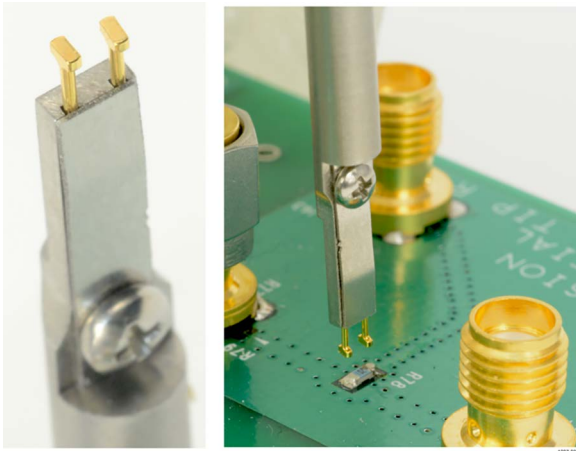
Los terminales de soldadura son extremadamente pequeñas y su manejo puede resultar complicado. Tektronix recomienda utilizar pinzas y una lupa para instalar los terminales en la placa de circuitos.

Los terminales de soldadura pueden instalarse alrededor de un componente instalado en superficie en la placa de circuitos, pero es importante mantener suficiente espacio libre para garantizar una buena conexión eléctrica para el adaptador. Consulte la figura de holgura del adaptador.

La pantalla coaxial (común) del cable para punta de sonda y los adaptadores de punta siempre deben conectarse al punto de menor impedancia (normalmente un circuito común o guía de fuente de alimentación) en el circuito que se está probando (en relación con el cable para punta de medición/conductor central) para obtener la forma de onda más precisa.

Siga estos pasos para instalar los terminales de soldadura utilizando el auxiliar de soldadura en la placa de circuitos:

1. Introduzca con cuidado los terminales de soldadura en el auxiliar de soldadura tal como se muestra en la ilustración siguiente.



Using the soldering aide to install the square pins on the circuit board

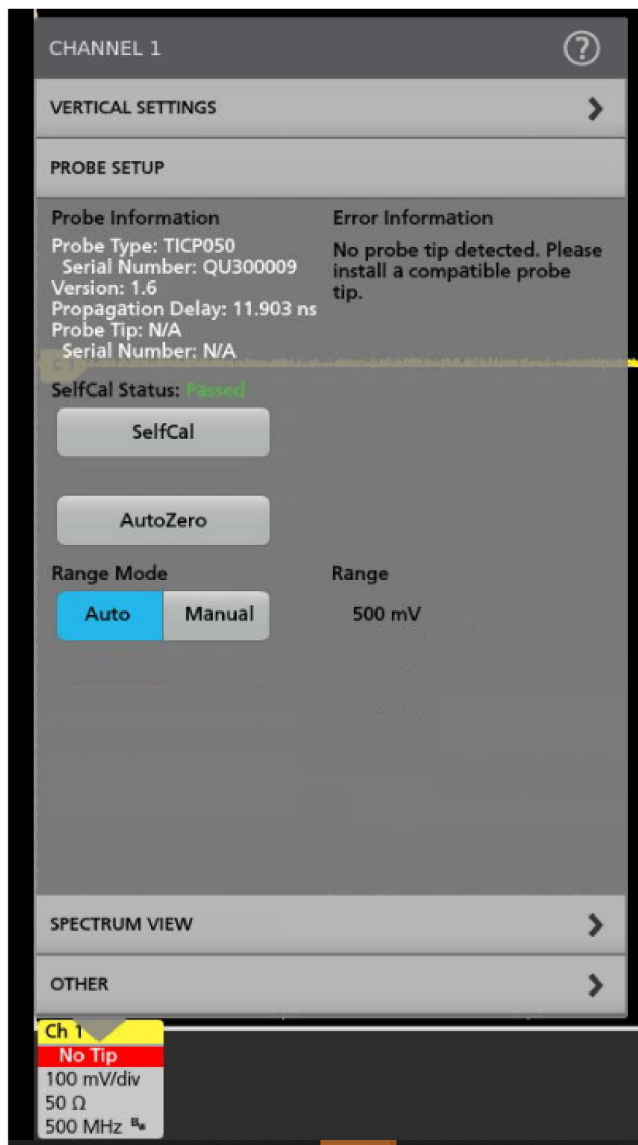
2. Utilice el auxiliar de soldadura para fijar los terminales de prueba mientras suelda los terminales de prueba a la placa de circuitos.
3. Si fuera necesario, aplique una pequeña cantidad de adhesivo para fortalecer la conexión con la placa de circuitos. Sin embargo, mantenga la altura del adhesivo al mínimo para garantizar un buen contacto eléctrico con el adaptador. Consulte la figura de holgura del adaptador.

Menú Probe Setup (Configuración de sonda)

Utilice el menú de configuración de sonda para ver la información de la sonda, realizar la autocalibración (SelfCal), ejecutar AutoZero, cambiar el modo de rango y configurar el rango.

Para acceder al menú de configuración de sonda del osciloscopio, pulse dos veces en la credencial de canal analógico correspondiente en la barra de configuración y pulse **Probe Setup** (Configuración de sonda).

Recibirá una advertencia si conecta la sonda al osciloscopio sin una punta. Las siguientes imágenes muestran el menú con y sin el mensaje de advertencia.



Autocalibración

La función de autocalibración (SelfCal) corrige la precisión de la ganancia y la compensación de CC. Estos parámetros cambian conforme la sonda se calienta hasta la temperatura de funcionamiento y se mantienen constantes una vez que la temperatura alcanza un valor estable.

Compruebe el **SelfCal Status (Estado de autocalibración)** en el menú **Probe Setup (Configuración de sonda)**. El estado de la autocalibración muestra **Passed (Superada)**, **Failed (Fallo)** o **Recommended** (se recomienda volver a realizarla).

Para comprobar el estado de la autocalibración de forma remota, utilice el comando `PI SELF CAL:STATE?` para determinar si la autocalibración está **RECOMMENDED** (Recomendado), **RUNNING** (Ejecutando) o **PASSED** (Superada).

Se recomienda volver a realizar la autocalibración cuando hay un cambio de 10°C en la temperatura ambiental o cuando el estado es **Recommended** (Recomendado). Para realizar una autocalibración, siga los siguientes pasos:

1. Pulse la credencial de canal correspondiente al canal en el que conectaste la sonda.
2. En el menú del canal, expanda la pestaña de **Probe Setup (Configuración de la sonda)**.
3. Pulse el botón de **SelfCal (Autocalibración)**.

Para realizar la autocalibración de forma remota, utilice el comando `CH<x>:PROBE:SELF CAL EXECUTE PI`. Comando PI. El canal conectado se especifica con «x».

NOTE: Para obtener los mejores resultados, realice la autocalibración mientras la sonda está conectada al dispositivo bajo prueba apagado.

Al utilizar escalas verticales de 10 mV/div o menos, la autocalibración de la sonda debe realizarse con la punta de la sonda conectada y sin aplicarle ninguna señal. Además, para las puntas TICPSMA y TICPMX1X, se recomienda dejar una unidad de impedancia representativa (un dispositivo bajo prueba apagado) conectada a la punta de la sonda durante la autocalibración.

En escalas verticales más altas, o en el caso particular de uso de una punta TICPSMA o TICPMX1X controlada por una impedancia muy baja (una resistencia de derivación de $\leq 5 \Omega$), se puede desconectar la punta de la sonda para asegurar que no se aplique ninguna señal durante la autocalibración.

La sonda de la serie T1CP tarda cinco minutos en calentarse y la autocalibración tarda menos de dos minutos en completarse. El **SelfCal Status (Estado de autocalibración)** cambiará a **Passed (Superada)** o **Failed (Fallo)**.

AutoZero

AutoZero y autocalibración funcionan en diferentes partes del sistema de medidas. Autocalibración optimiza las medidas ajustando los parámetros de la sonda. AutoZero es una función del osciloscopio y se utiliza cuando una forma de onda no aparece correctamente centrada (por ejemplo, por causa de un pequeño error de offset de CC). AutoZero se ejecuta automáticamente después de la autocalibración.

Es importante apagar el dispositivo que se comprueba o desconectar la sonda del dispositivo antes de ejecutar AutoZero.

Rango automático

Las opciones de **Modo de rango** son **Auto** o **Manual**. Si el Modo de rango se establece en **Auto**, el rango de la sonda se selecciona automáticamente cuando se gira el control V/div del osciloscopio. La relación entre el rango de la sonda y la configuración de V/div coincide con la que se muestra en Rangos y en la tabla de configuraciones de Volts/div de las Series 4/5/6 MSO

Rangos

El sistema de medición dispone de una variedad de rangos disponibles para su selección, ya sea que la sonda se utilice con o sin punta. Esto permite realizar compensaciones entre el ruido y el rango dinámico según las necesidades de la medición que se esté realizando.

CAUTION: Para evitar dañar la sonda, no exceda la clasificación de tensión de pico de una punta determinada o la cabeza de la sonda. El límite máximo de tensión no destructiva (tensión de pico) no aumenta cuando se cambian los rangos de la sonda.

En los instrumentos de las Series MSO 4, 5 y 6, los rangos son seleccionables cuando el **Modo de Rango** está configurado en **Manual**. Los ajustes recomendados de V/div se muestran en la tabla siguiente. Los rangos mostrados son para la entrada SMA de la sonda y la punta 1X. Multiplique el rango y el ajuste de V/div por la atenuación de la punta para obtener los valores para una punta de sonda.

Rangos y ajustes de V/div de las series MSO 4/5/6.

Rangos de las sondas de las series MSO 4/5/6	Ajustes de V/div recomendados
20 mV	2 mV/div
30 mV	5 mV/div
45 mV	5 mV/div
65 mV	10 mV/div
90 mV	10 mV/div
125 mV	20 mV/div
175 mV	20 mV/div
250 mV	20 mV/div
350 mV	50 mV/div
500 mV	100 mV/div

Al utilizar una punta, la etiqueta de cada punta de sonda muestra el rango dinámico máximo y el factor de atenuación. Cuando se seleccionan rangos más sensibles, el rango dinámico se limita. Para obtener más información, consulte el rango de tensión de entrada diferencial lineal en la tabla de especificaciones.

Selección de la punta de la sonda

CAUTION: Evite las condiciones de sobretensión que puedan dañar o degradar la terminación de entrada del cabezal de la sonda seleccionando la punta de sonda correcta. La selección del factor de atenuación de la punta de la sonda adecuado es crucial para garantizar que la terminación de entrada del cabezal de la sonda no se ve degradado o dañado por una condición de sobretensión. Seleccione la punta de sonda que proporcione la menor atenuación posible para la señal que se está midiendo.

Cuando seleccione una punta de la sonda para una aplicación concreta, considere los siguientes aspectos:

- ¿Cuál es la tensión pico/RMS máxima en el punto de medición que se está midiendo (p. ej. bajo una condición de error)?
- ¿Cuál es la resistencia de entrada mínima de un solo extremo que mi circuito puede tolerar?
- ¿Qué tamaño de señal deseo mostrar al mismo tiempo en el osciloscopio?
- ¿Qué sensibilidad necesito (por ejemplo, el ajuste de V/div mínimo)?

La tabla siguiente le ayudará a seleccionar la punta de sonda adecuada. Empiece por el principio de la tabla y vaya bajando. Seleccione la primera punta que satisfaga todos sus criterios.

Selección de punta de sonda

Punta de la sonda	Ajuste de V/div más sensible	Rango dinámico	Tensión máxima no destructiva (DC + pk AC)	Resistencia de entrada en un solo extremo
TICPSMA	1 mV	$\pm 0,5$ V	± 3 V	50 Ω
TICPMM1/TICPMM1ET	1 mV	$\pm 0,5$ V	± 3 V	50 Ω
TICPMM10/ TICPMM10ET	10 mV	± 5 V	± 15 V	500 Ω
TICPMM100/ TICPMM100ET	100 mV	± 50 V	± 60 V	5000 Ω

Para conocer la tensión máxima no destructiva, consulte el gráfico Diferencial máximo de tensión de entrada frente a reducción de frecuencia.

Alineación

Cada sonda viene con valores nominales de retardo de propagación que se pueden aplicar automáticamente a través del menú **Vertical** en el osciloscopio. La precisión de la compensación de alineación se puede mejorar usando una señal conocida y un dispositivo de alineación. Cuando las relaciones temporales entre las formas de onda son críticas, compense siempre la alineación del sistema de prueba con equipos conocidos.

Offset de entrada

El sistema de medición aplica una tensión de offset ajustable y referenciada a la entrada. De esta forma, es posible ver porciones de la señal que quedan fuera de pantalla o examinar comportamientos sensibles que dependen de una tensión diferencial mayor. Por ejemplo, un paso de 0 V a 0,6 V normalmente superaría un rango de entrada de $\pm 0,5$ V. Al aplicar un offset de 250 mV, el paso de 600 mV se desplaza, por lo que queda dentro del rango dinámico de la sonda y puede verse con precisión. El offset es aplicado por la sonda.

Rango de tensión

La sonda está diseñada para permitir la caracterización de circuitos de alta frecuencia con una amplia gama de tensiones diferenciales en presencia de tensiones de modo común. Comprender los límites y las diferencias entre las tasas de variación de la tensión, tal y como se trata en esta sección, es esencial para optimizar la fidelidad de la señal y la precisión de medida.

Aunque el rango de tensión de modo común de la sonda es muy amplio (1000 V CATII), el rango de entrada diferencial está limitado y depende de la atenuación de la punta, el rango de ganancia seleccionado y la compensación aplicada.

Las condiciones de tensión de entrada se dividen en varios rangos de entrada distintos.

Rango de tensión de modo común

La cabeza de la sonda está aislada de la tierra, lo que hace que el rango de entrada de modo común sea 1000 V CATII. El rango de entrada diferencial es más limitado y se refiere a la señal que se puede aplicar a través de la punta de la sonda, independientemente del voltaje de modo común.

El rango de voltaje diferencial se refiere a la medida real que aparecerá en la pantalla del osciloscopio cuando se use IsoVu™. Para obtener resultados precisos, la medición debe estar dentro del rango de cualquier compensación aplicada $\pm$ el rango V_{diff} de la punta.

$$V_{meas} = V_{offset} \pm V_{diff}$$

Rango de tensión de offset

El voltaje de compensación se puede aplicar a través de los ajustes del menú **Vertical** del osciloscopio. La capacidad de compensación de entrada de la sonda se extiende desde $\pm 0,5$ V hasta ± 50 V, dependiendo de la punta utilizada. Esta compensación se aplica en la cabeza de la sonda y puede ser útil para llevar las señales aplicadas dentro del rango dinámico (V_{diff}) de la sonda.

Rango máximo de tensión diferencial no destructiva

El rango máximo de entrada diferencial no destructivo es el voltaje diferencial máximo que se puede aplicar a la entrada sin dañar la sonda. Este es un valor de CC + CA pico (ninguna parte de la señal de entrada diferencial debe exceder este valor). El rango máximo de voltaje diferencial no destructivo varía de ± 3 V a ± 60 V, dependiendo de la punta de sonda que se esté utilizando. Si se superan estos niveles se causarán daños permanentes a los componentes de la cabeza de la sonda.

Especificaciones

Este capítulo contiene las especificaciones del instrumento. Todas las especificaciones son típicas a menos que se indique que están garantizadas. Las especificaciones típicas se incluyen para su conveniencia, pero no están garantizadas. Las especificaciones marcadas con el símbolo ✓ están garantizadas y se comprueban en la verificación de prestaciones.

Todas las especificaciones son típicas y se aplican a todos los modelos a menos que se indique lo contrario.

Para que las especificaciones se cumplan, primero deben satisfacerse estas condiciones:

- El instrumento debe funcionar dentro de los límites ambientales descritos en este manual.
- El instrumento debe haber estado funcionando de forma continua durante al menos cinco minutos dentro del rango de temperatura de funcionamiento especificado.
- El sistema de medición está alimentado por un osciloscopio compatible con TekVPI.

Las especificaciones garantizadas describen el rendimiento garantizado con límites de tolerancia o determinados requisitos de tipo comprobado.

Descripción de la sonda y la punta

Descripción general de las sondas de corriente aisladas IsoVu

Característica	TICP100	TICP050	TICP025
Ancho de banda	1 GHz	500 MHz	250 MHz
Tiempo de subida	400 ps	700 ps	1,4 ns
Precisión de la ganancia de CC	±1,5 %		
Tensión de modo común máxima	1800 V; para uso en entornos con un grado de polución 1; máx. con nivel transitorio no superior a 5 kV _{pico}		
	1300 V; grado de polución 2; máx. con nivel transitorio no superior a 5kV _{pico}		
	600 V para CAT III; grado de polución 2		
	1000 V para CAT II; grado de polución 2		
Densidad espectral de ruido de RMS	4,70 nV / √Hz (<21 μV _{RMS} a 20 MHz)		
Longitud del cable de sonda	2 metros		

Descripción general de las resistencias de derivación TICS de banda ancha

Característica	TICS0005	TICS0050	TICS0500	TICS5000
Resistencia	5 mΩ	50 mΩ	500 mΩ	5 Ω
Ancho de banda	250 MHz	250 MHz	250 MHz	250 MHz
Tiempo de subida	1,6 ns	1,6 ns	1,6 ns	1,6 ns
Corriente máxima de pulso (se reduce según la duración del pulso; consulte el gráfico de corriente pulsada)	200 A	20 A	2 A	200 mA
Corriente máxima (A CC)	12 A	4,5 A	1,4 A	200 mA
La corriente (A) mínima es igual al doble del ruido de fondo con ancho de banda completo	30 mA	3 mA	300 μA	30 μA
Ruido de fundo (A RMS) con ancho de banda completo	15 mA	1,5 mA	150 μA	15 μA
Rango dinámico	±100 A	±10 A	±1 A	±0,1 A
Potencia nominal:	0,69 W	1,0 W		
Precisión de la ganancia de CC	<2 %			
Inductancia de inserción	De 2 nH a 3 nH para clavijas cuadradas con puente			
	De 4 nH a 5 nH para clavijas cuadradas con puente			
	De 9 nH a 10 nH para accesorios de par trenzado con derivador			
Longitud del cable Twin-ax	229 mm (9 pulg.)			
Los fusibles integrados tienen una tensión nominal máxima de interrupción de 400 V; por encima de este valor, puede producirse un arco eléctrico a través del fusible abierto, permitiendo que siga circulando corriente.				

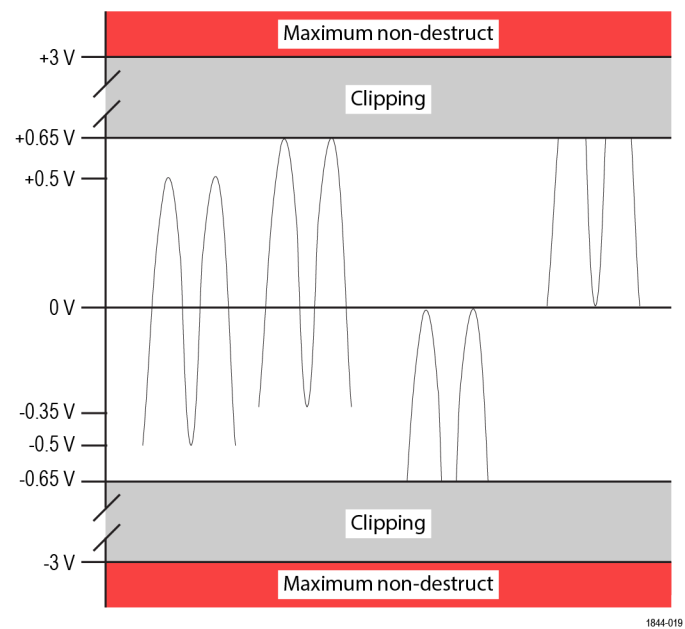
Rango de tensión de entrada, impedancia de entrada

El rango de tensión de entrada diferencial + el rango de offset no excederá la tensión de entrada máxima medible. Por ejemplo, la compensación está limitada a ±0,15 V en el rango de TICPSMA de ±0,5 V.

Puntas de la sonda	Rango de tensión de entrada diferencial	Rango de compensación	Tensión de entrada máxima medible (Vpk)	Tensión diferencial máxima no destructiva	Impedancia de entrada
TICPSMA	±0,5 V	±0,5 V	0,65 V	±3 V; 3 V _{RMS}	50 Ω N.A.
TICPMM1/ TICPMM1ET	±0,5 V	±0,5 V	0,65 V	±3 V; 3 V _{RMS}	50 Ω N.A.

Puntas de la sonda	Rango de tensión de entrada diferencial	Rango de compensación	Tensión de entrada máxima medible (Vpk)	Tensión diferencial máxima no destructiva	Impedancia de entrada
TICPMM10/ TICPMM10ET	±5 V	±5 V	6,5 V	±15 V; 15 V _{RMS}	500 Ω <3 pF
TICPMM100/ TICPMM100ET	±50 V	±50 V	50 V	±60 V; 60 V _{RMS}	5000 Ω <3 pF

La compensación completa de ±0,5 V está disponible en el rango de ±0,125 V de la sonda de corriente aislada IsoVu.



Differential input voltage range

Ruido de fondo (A RMS)

$$\text{Noise Floor (A RMS)} = \frac{4.70 \frac{nV}{\sqrt{Hz}} \times \sqrt{Bandwidth}}{R_{shunt}}$$

Ruido de fondo (A RMS) de las sondas de corriente aisladas IsoVu

Selección de derivación	20 MHz	250 MHz	1 GHz
50 Ω, TICP como derivación	420 nA	1,5 μA	3,0 μA
Derivación de 5 Ω	4,2 μA	14,9 μA	29,7 μA
Derivación de 1 Ω	21 μA	74,3 μA	149 μA
Derivación de 500 mΩ	42 μA	149 μA	297 μA
Derivación de 50 mΩ	420 μA	1,5 mA	3,0 mA
Derivación de 5 mΩ	4,2 mA	14,9 mA	29,7 mA
Derivación de 500 μΩ	42 mA	149 mA	297 mA
Derivación de 50 μΩ	420 mA	1,5 A	3,0 A
Derivación de 15 μΩ	1,4 A	5,0 A	9,9 A

Ruido propio de las resistencias de derivación de banda ancha (A RMS)

Selección de derivación	20 MHz	120 MHz	250 MHz
5 Ω (TICS5000)	4,2 μA	10 μA	15 μA
500 mΩ (TICS0500)	42 μA	100 μA	150 μA
50 mΩ (TICS0050)	420 μA	1,0 mA	1,5 mA
5 mΩ (TICS0005)	4,2 mA	10 mA	15 mA

El nivel de ruido de las resistencias de derivación de banda ancha depende del rango de entrada del TICP, del ancho de banda y del valor de la resistencia. Los valores se han calculado con la TICP en el rango de ±20 mV.

Corriente máxima medible

El valor máximo depende de la tasa de potencia de la derivación.

$$\text{Maximum Measurable Current (A)} = \frac{\text{Maximum Measurable Input } V_{pk}}{R_{shunt}}$$

Corriente máxima medible de sondas de corriente aisladas IsoVu

Selección de derivación	TICPMM1	TICPSMA	TICPMM10	TICPMM100
50 Ω, T1CP como derivación	13 mA		-	-
Derivación de 5 Ω	130 mA		1,3 A	10 A
Derivación de 1 Ω	650 mA		6,5 A	50 A
Derivación de 500 mΩ	1,3 A		13 A	100 A
Derivación de 50 mΩ	13 A		130 A	1,0 kA
Derivación de 5 mΩ	130 A		1,3 kA	10 kA
Derivación de 500 μΩ	1,3 kA		13 kA	100 kA
Derivación de 50 μΩ	13 kA		130 kA	1000 kA
Derivación de 15 μΩ	43,3 kA		433,3 kA	3300 kA

Corriente máxima medible de derivación de banda ancha

Selección de derivación	10 μs	1 ms	100 ms	1 s	100 s
5 Ω (TICS5000)	0,2 A	0,2 A	0,2 A	0,2 A	0,2 A
500 mΩ (TICS0500)	2 A	2 A	2 A	1,8 A	1,5 A
50 mΩ (TICS0050)	20 A	20 A	7,6 A	5,7 A	4,6 A
5 mΩ (TICS0005)	195 A	63 A	23 A	16 A	12 A

La corriente máxima se reduce según la duración del pulso. La duración de los pulsos se basa en una señal de entrada de onda cuadrada. En el caso de una señal de entrada de onda triangular (como en la prueba de doble pulso), la anchura máxima del pulso se puede multiplicar por 3,5. Por ejemplo, en una prueba de doble pulso con un pico de 20 A, el TICS de 50 mΩ puede soportar una rampa de 3,5 ms. Una entrada de onda cuadrada de 20 A solo se podría mantener durante 1 ms.

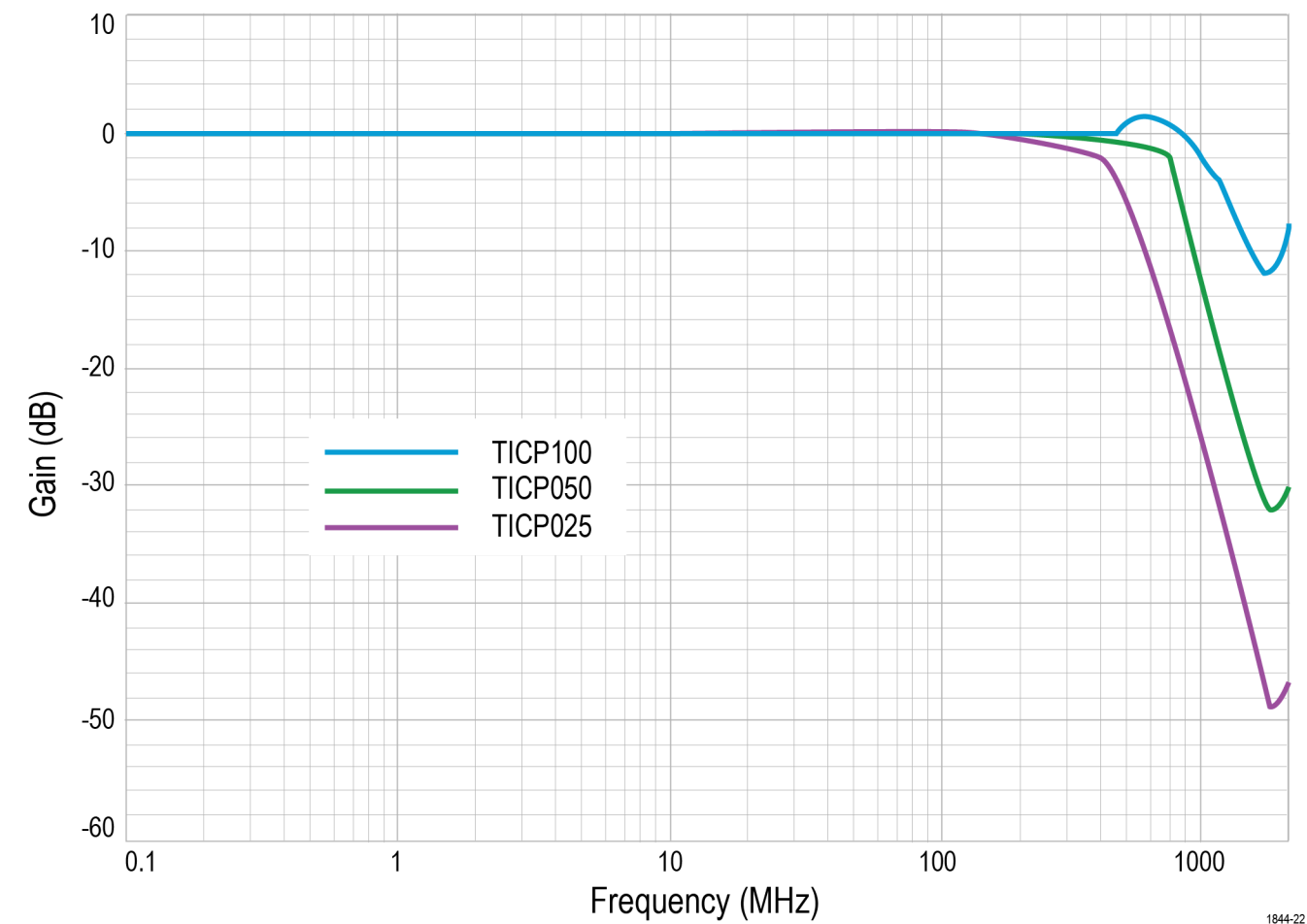
Rangos de la sonda

Las cifras se han publicado para las puntas de sonda TICPSMA y TICPMM1. Para las puntas 10X o 100X, multiplique por 10 o 100 respectivamente.

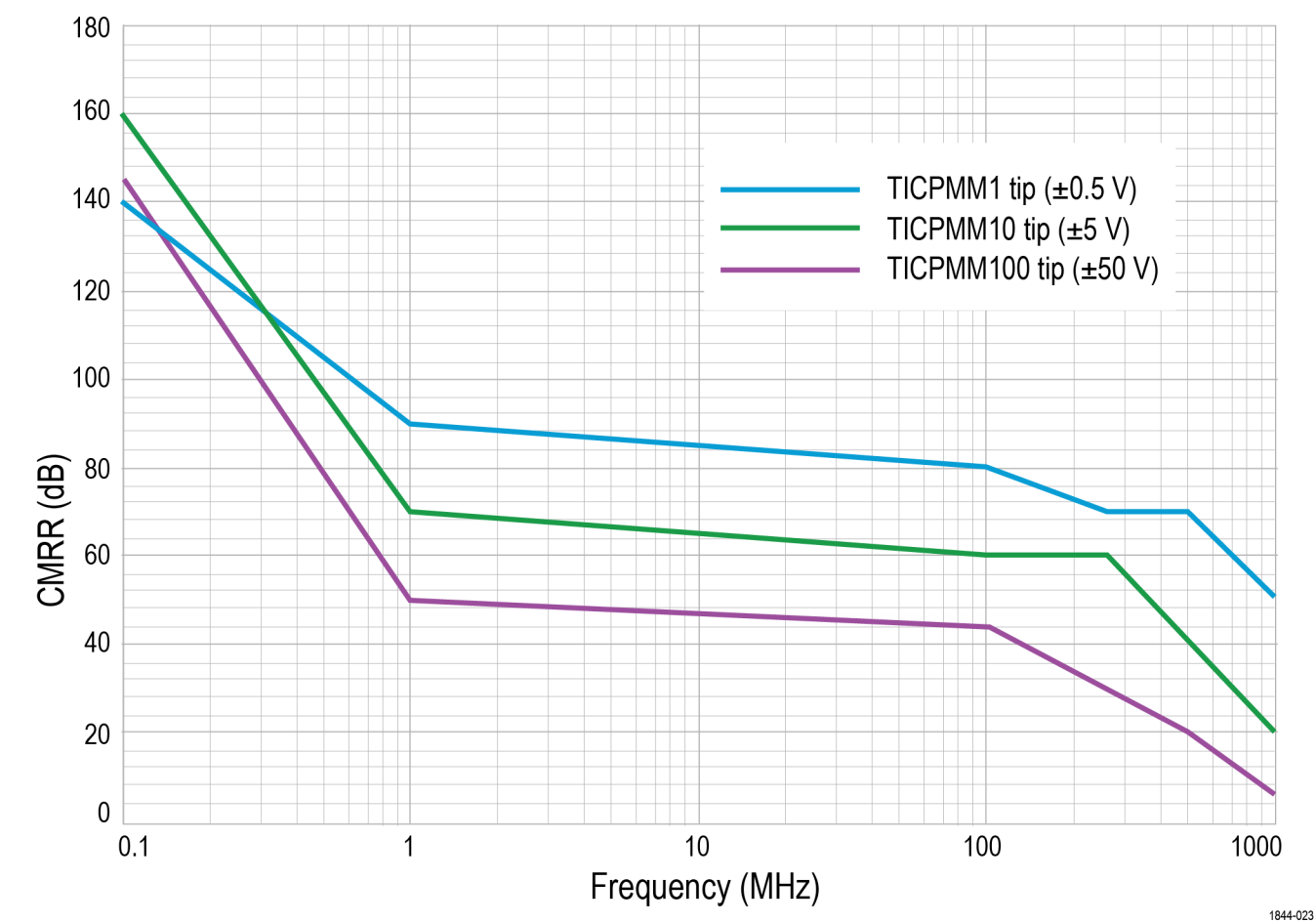
Rango de entrada	Rango de compensación	Densidad espectral de ruido de RMS (V_{RMS})	Ruido de fondo a 20 MHz (V_{RMS})
$\pm 0,5$ V	$\pm 0,15$ V	22,9 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$	102,5 μV_{RMS}
$\pm 0,35$ V	$\pm 0,30$ V	17,4 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$	77,8 μV_{RMS}
$\pm 0,25$ V	$\pm 0,40$ V	15,0 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$	67,2 μV_{RMS}
$\pm 0,175$ V	$\pm 0,475$ V	9,5 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$	42,4 μV_{RMS}
$\pm 0,125$ V	$\pm 0,5$ V	8,7 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$	38,9 μV_{RMS}
$\pm 0,09$ V	$\pm 0,5$ V	6,3 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$	28,3 μV_{RMS}
$\pm 0,065$ V	$\pm 0,5$ V	5,5 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$	24,7 μV_{RMS}
$\pm 0,045$ V	$\pm 0,5$ V	4,7 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$	21,2 μV_{RMS}
$\pm 0,03$ V	$\pm 0,5$ V	4,7 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$	21,2 μV_{RMS}
$\pm 0,02$ V	$\pm 0,5$ V	4,7 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$	21,2 μV_{RMS}

Derivadores de banda ancha CMRR

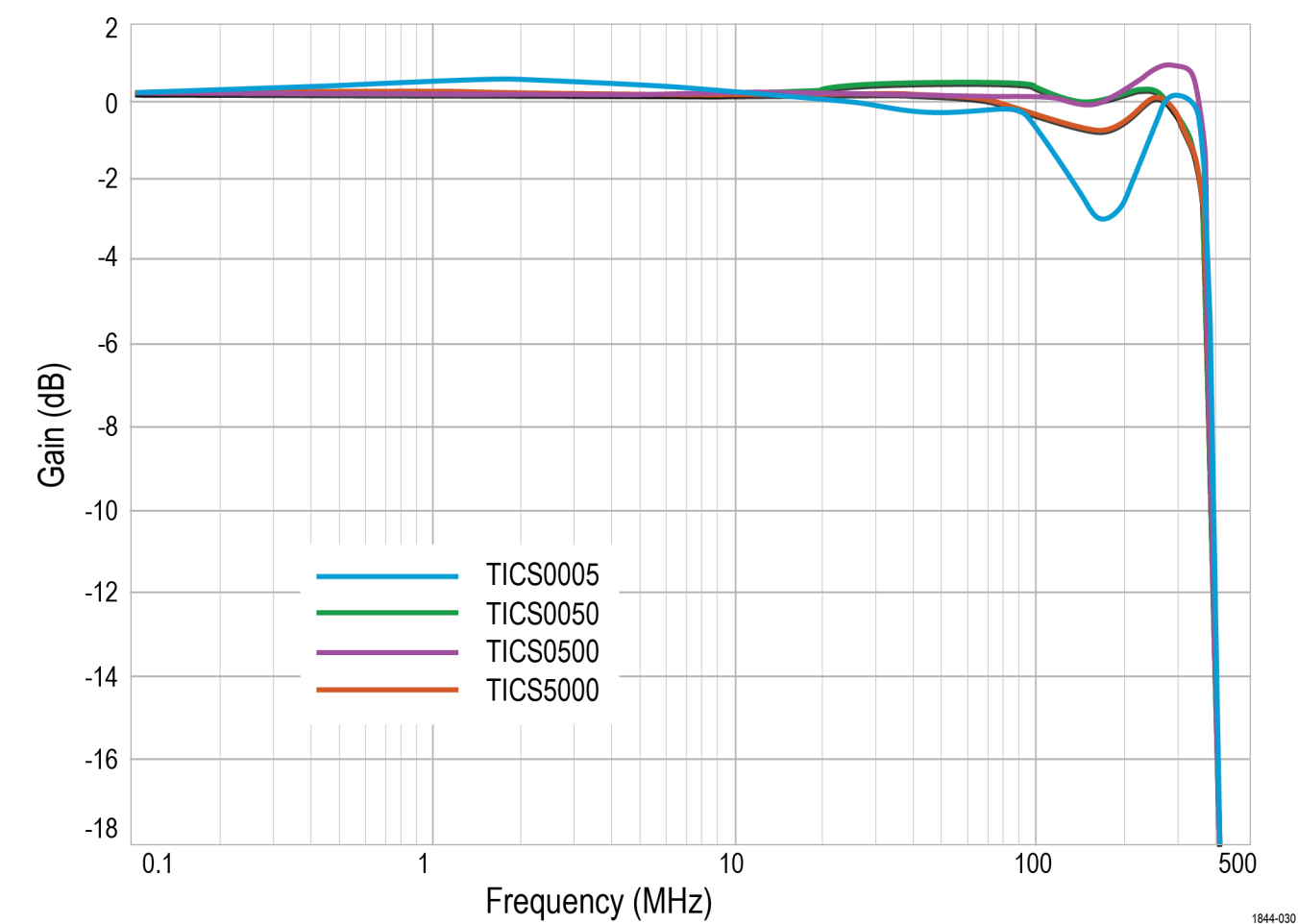
Cable de la punta del sensor	CC	1 MHz	100 MHz	250 MHz
5 Ω (TICS5000)	120 dB	105 dB	52 dB	40 dB
500 m Ω (TICS0500)	120 dB	105 dB	67 dB	55 dB
50 m Ω (TICS0050)	120 dB	110 dB	80 dB	70 dB
5 m Ω (TICS0005)	120 dB	110 dB	90 dB	82 dB



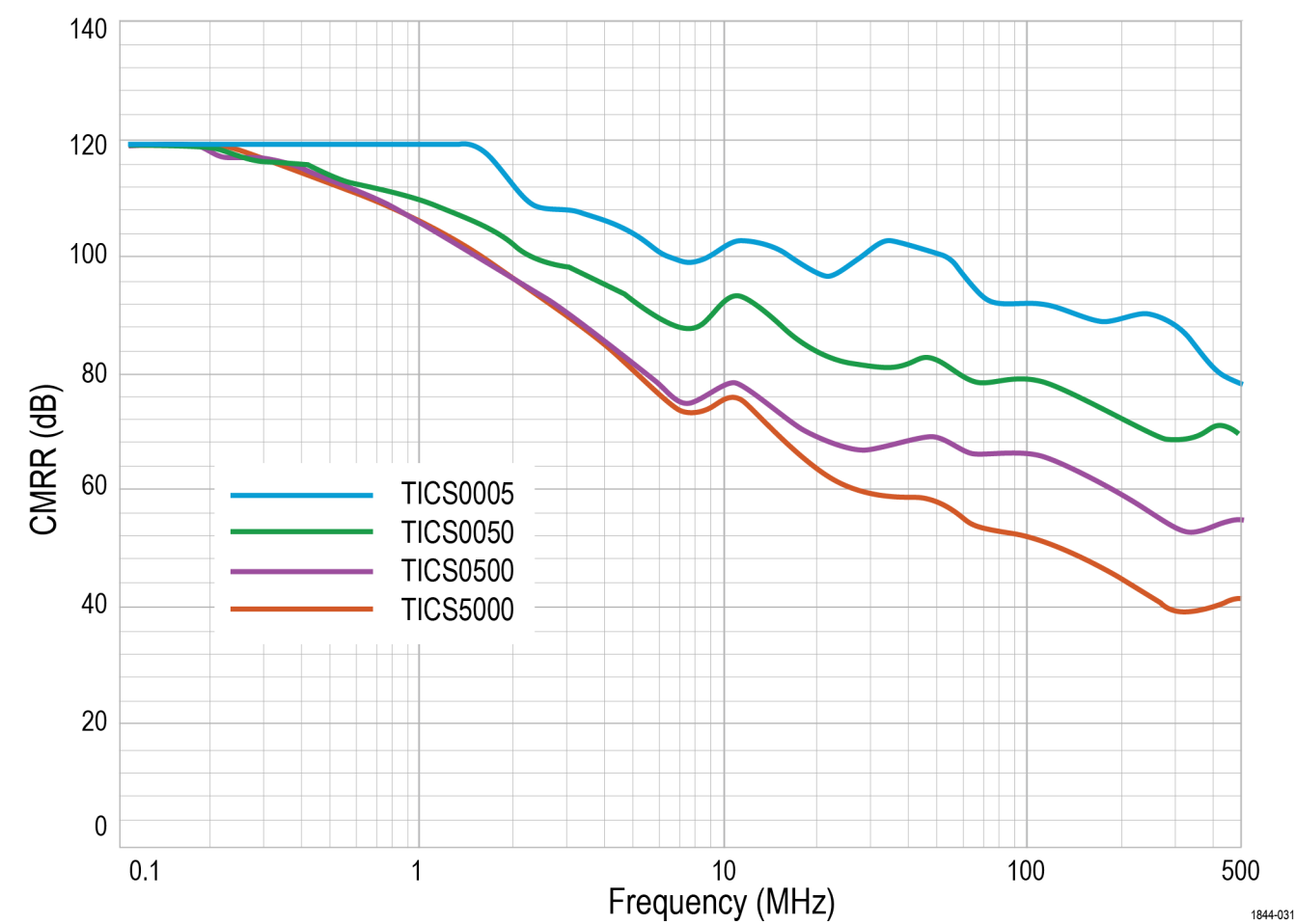
IsoVu isolated current probes frequency response



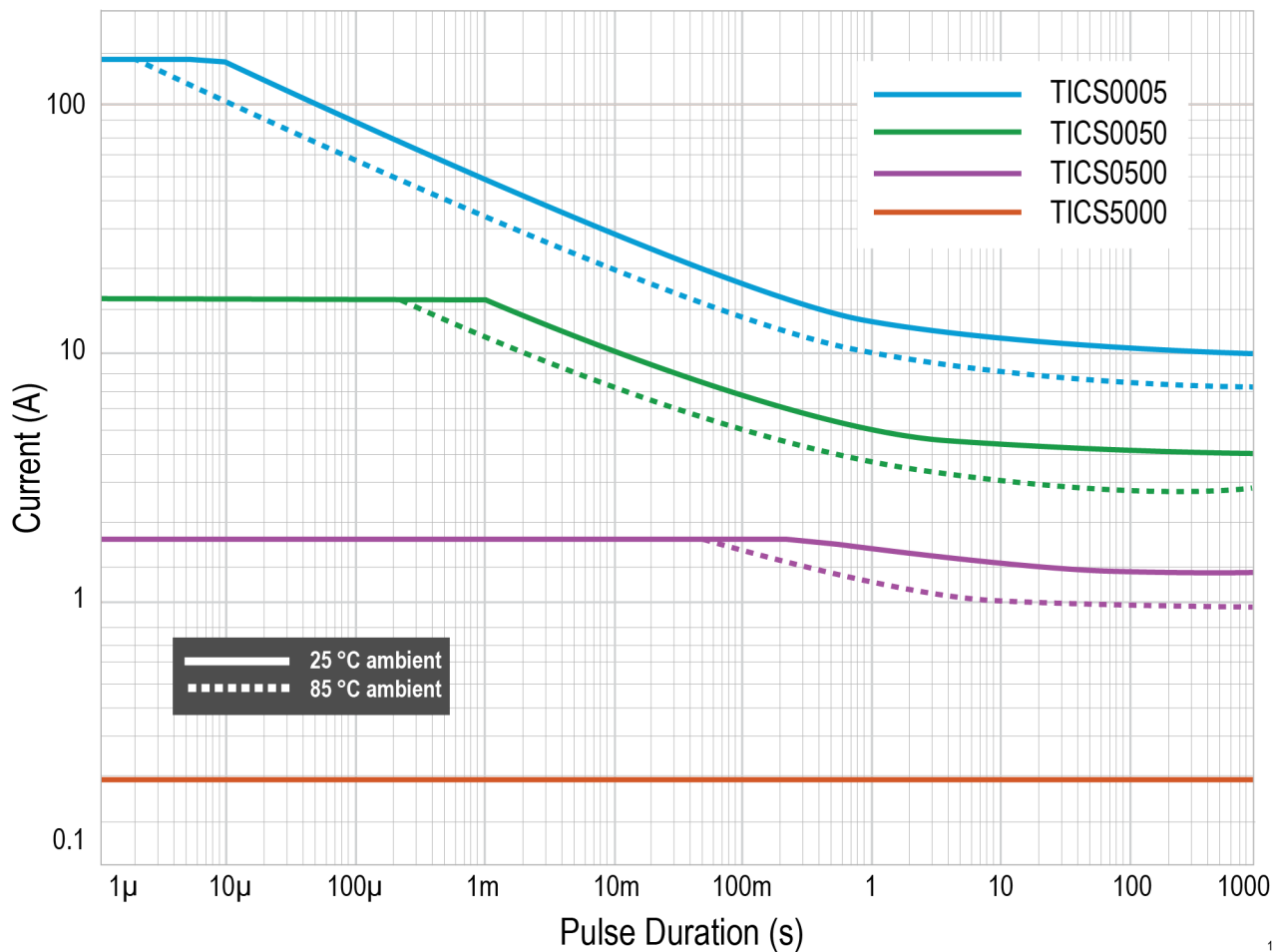
IsoVu isolated current probes common mode rejection ratio (CMRR)



Wideband shunts frequency response



Wideband shunts CMRR



1844-032

Wideband shunts square-wave pulse current derating curve

La duración de los pulsos se basa en una señal de entrada de onda cuadrada. En el caso de una señal de entrada de onda triangular (como en la prueba de doble pulso), la anchura máxima del pulso se puede multiplicar por 3,5. Por ejemplo, en una prueba de doble pulso con un pico de 20 A, el TICS de 50 mΩ puede soportar una rampa de 20,5 ms. Una entrada de onda cuadrada de 20 A solo se podría mantener durante 1 ms.

Cálculos de reducción de potencia para corrientes de pulso en derivaciones de banda ancha

Calcule la corriente máxima para un pulso de corriente cuadrado de anchura t mediante la siguiente ecuación:

$$I_{max} = \min \left(\sqrt{\frac{P_{max}}{R_{shunt}}}, \frac{1V}{R_{shunt}} \right)$$

Para un pulso aislado o una rampa (con un ciclo de trabajo prácticamente nulo):

$$P_{max} = P_d + \frac{C}{\sqrt{t}}$$

Para operaciones repetitivas con ciclos de trabajo de $0 < D \leq 1$, P_{max} se reduce aún más de acuerdo con la siguiente fórmula de reducción de potencia en función del ciclo de trabajo:

$$P_{max} = \frac{P_d}{P_d + D \cdot \frac{C}{\sqrt{t}}} \cdot \left(P_d + \frac{C}{\sqrt{t}} \right)$$

Los coeficientes P_d y C se recogen en una tabla en función de la temperatura ambiente y del modelo de derivación; consulte los valores en la tabla siguiente.

Derivación	25 °C		85 °C	
	C	P_d	C	P_d
5 mΩ	0,6	0,69	0,31	0,36
50 mΩ	0,6	1.0	0,31	0,52
500 mΩ	0,6	1.0	0,31	0,52
5 Ω	0,6	1.0	0,31	0,52

Ejemplo

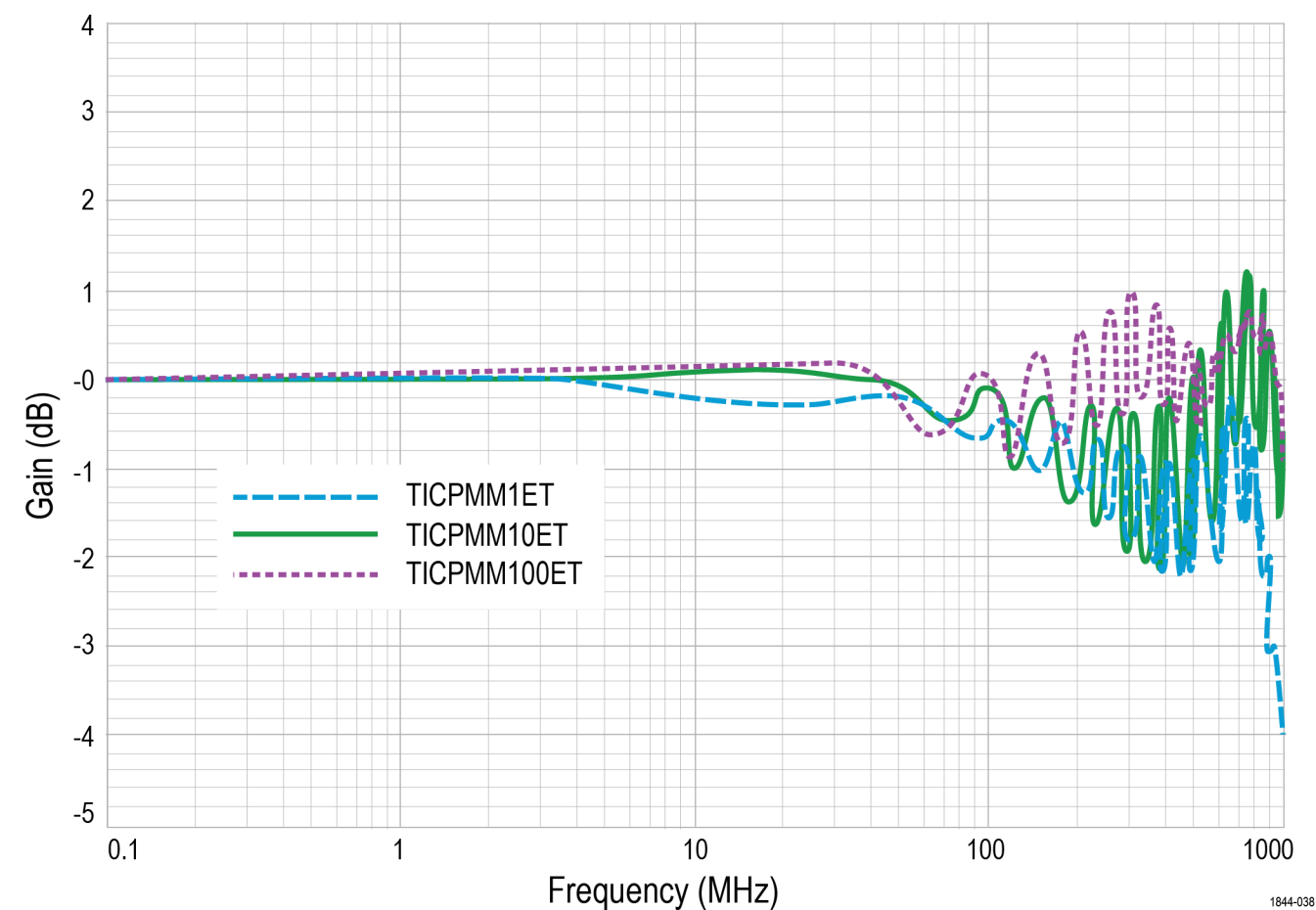
Una prueba de doble pulso (tren de pulsos) con 5 pulsos comienza en 0 A y aumenta progresivamente durante un intervalo de 100 μs. Aunque hay breves intervalos de apagado entre los pulsos, es más prudente calcular la anchura del pulso obviando dichos intervalos y modelar la rampa como una señal continua. Además, dado que la prueba de doble pulso utiliza una forma de onda en rampa, se aplica un factor de escala de 3,5X a t .

$$R_{shunt} = 5 \text{ m}\Omega, t = \frac{100 \mu s}{3.5} = 28.6 \mu s, P_d = 0.69, C = 0.6$$

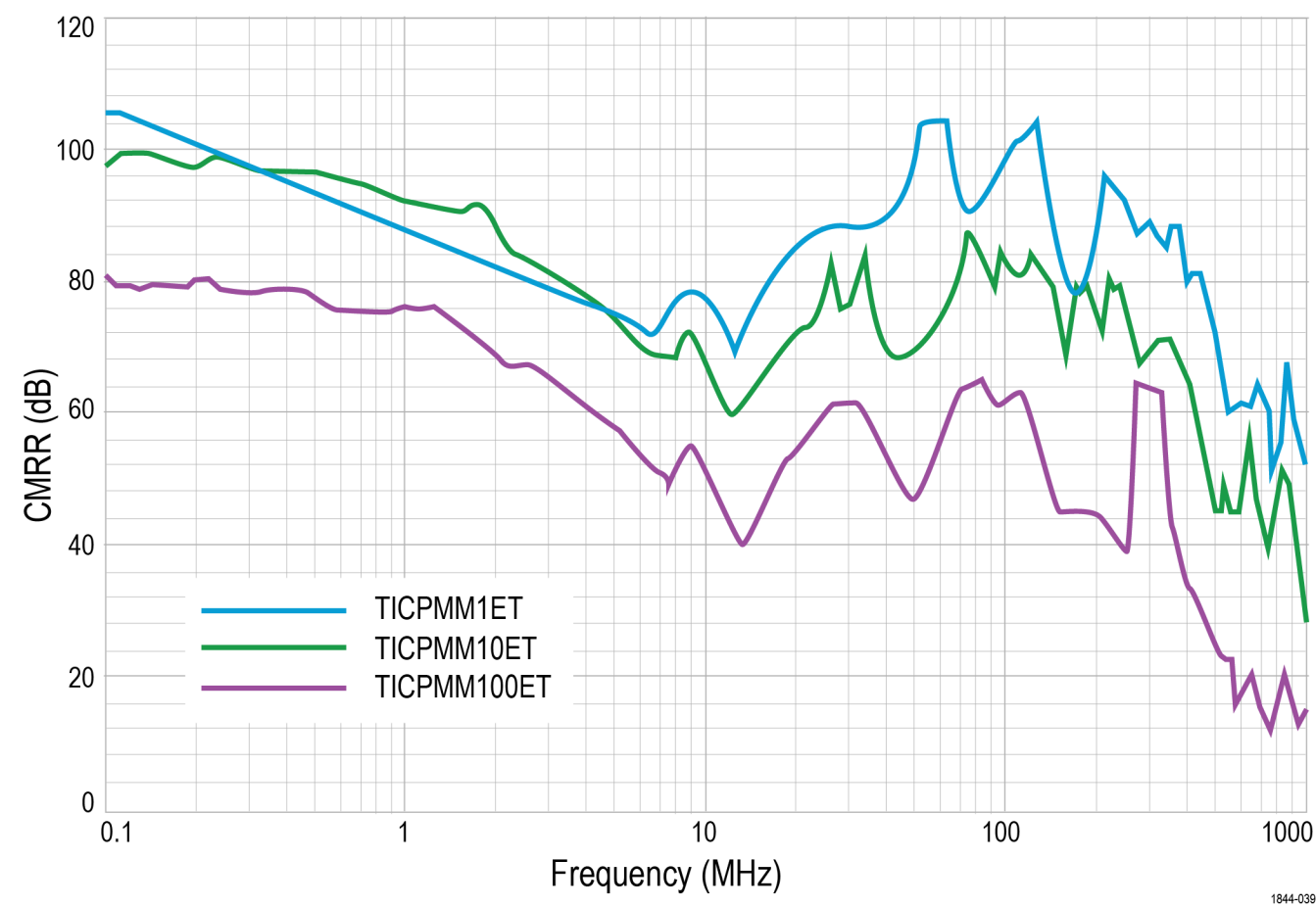
$$P_{max} = P_d + \frac{C}{\sqrt{t}} = 0.69 + \frac{0.6}{\sqrt{28.6 \cdot 10^{-6}}} = 113 \text{ W}$$

$$I_{max} = \sqrt{\frac{P_{max}}{R_{shunt}}} = \sqrt{\frac{113 \text{ W}}{5 \cdot 10^{-3} \Omega}} = 150 \text{ A}$$

El cálculo anterior muestra que la TICS0005 de 5 mΩ resistirá una rampa de 150 A que dure menos de 100 μs.



Extreme temperature tip frequency response



Extreme temperature tip CMRR

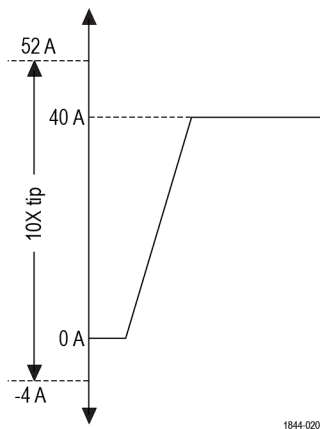
Ejemplos de aplicación

Ejemplos de aplicación de dispositivos de banda ancha (WBG) e integridad de potencia de PMIC.

Ejemplo de WBG (800 V, 40 A típicos; derivación de 0,125 Ω)

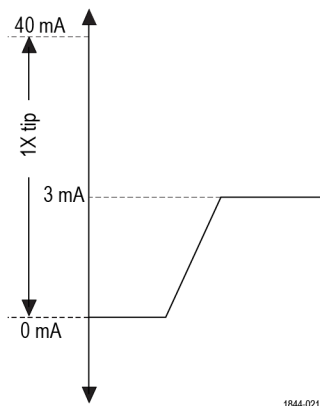
En un circuito de SiC de 40 V conmutando a 800 A, una derivación de 125 m Ω producirá una señal de 5 V. Para realizar esta medición con la sonda de corriente aislada IsoVu, es necesario utilizar la punta de 10X. En el rango de $\pm 3,5$ V, aplique 24 A de offset.

El rango de corriente medible va de 52 A a -4 A. Con estos ajustes, el nivel de ruido RMS a un ancho de banda de 250 MHz es de 2,2 mA RMS.



Integridad de energía del PMIC (48 V, 3 mA típico; derivación de 1 Ω)

En un bus PMIC de 48 V, la corriente en espera de 3 mA producirá una señal de 3 mV en una derivación de 1 Ω . Use la punta 1X en el rango más sensible de ± 20 mV, aplique un offset para visualizar la corriente de 3 mA y capture transitorios de 0 A a 40 mA con un nivel de ruido RMS de 21,2 μ A.



Especificaciones eléctricas

Ancho de banda analógico

Punta de la sonda	Ancho de banda
TICPSMA	>1 GHz
TICPMM1	>1 GHz
TICMM10	>1 GHz
TICPMM100	>1 GHz
TICPMM1ET	>700 MHz
TICPMM10ET	>700 MHz
TICPMM100ET	>700 MHz

Linealidad

La desviación de la línea óptima es $< \pm 2$ % del pico FS

Desviación máxima de la regresión lineal expresada como un porcentaje del rango dinámico especificado.

Impedancia de entrada

Punta de la sonda	Resistencia de entrada	Capacitancia de entrada
TICPMM1/TICPMM1ET	50 $\pm 0,5$ %, 49,75 a 50,25	
TICMM10/TICPMM10ET	500 ± 2 %, 490 a 510	<3 pF
TICPMM100/TICPMM100ET	5000 ± 2 %, 4900 a 5100	<3 pF

Impedancia de la protección de la línea aislada (conexión a tierra)

>120 M Ω , ~17 pF

Precisión de la ganancia de compensación

$\pm 0,5$ %

Linealidad de compensación

$\pm 0,1$ %

Rango de tensión de entrada de funcionamiento

$\pm 0,65$ V diferencial máximo

Acoplamiento de entrada

CC

Balance de CC

< 0,1 divisiones

Vibración aleatoria de funcionamiento

0,31 GRMS, 5-500 Hz, 10 minutos por eje, 3 ejes (30 minutos en total)

Cumplimiento normativo

EMC

Conforme a la Directiva de la Unión Europea relativa a la ECM (marcado CE)

Seguridad

Conforme a la Directiva de la Unión Europea relativa a la baja tensión (marcado CE)

Conforme a la norma ANSI/UL61010-1 (marcado CSA)

Conforme a la norma ANSI/UL61010-2-030 (marcado CSA)

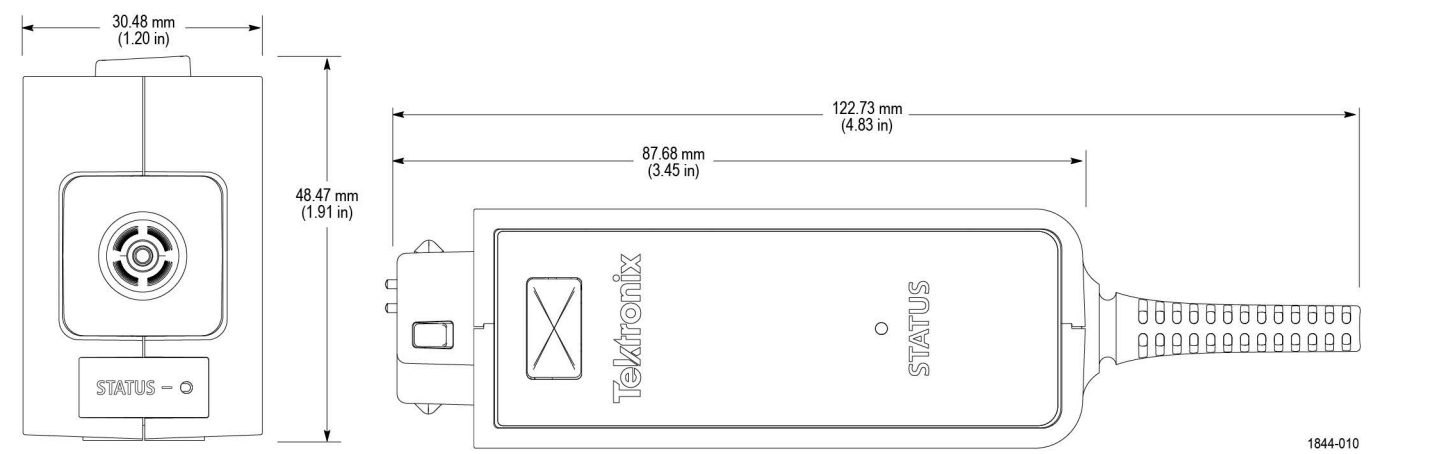
Certificado conforme a la norma CAN/CSA C22.2 N.º 61010-1 (marcado CSA)

Certificado conforme a la norma CAN/CSA C22.2 N.º 61010-2-030 (marcado CSA)

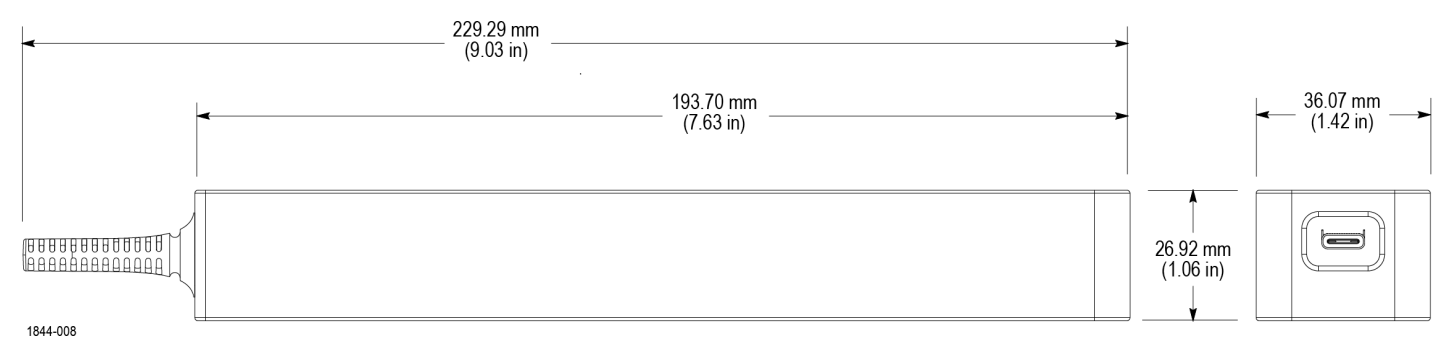
RoHS

Conforme a las restricciones de la Unión Europea relativas a las sustancias peligrosas (marcado CE)

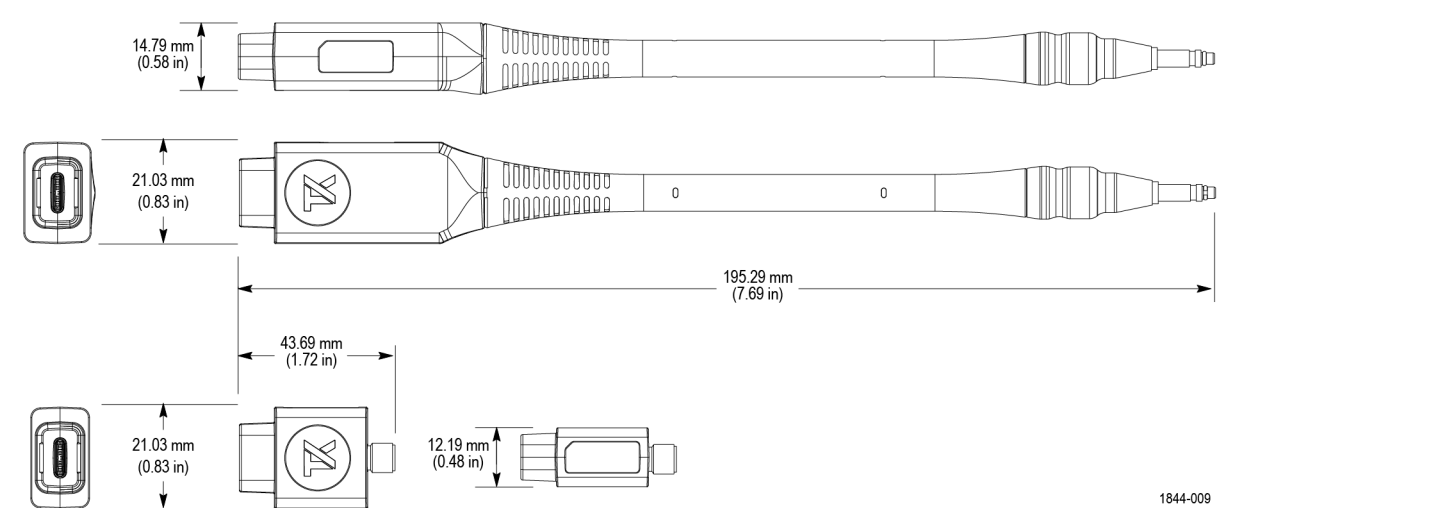
Dimensiones de la sonda



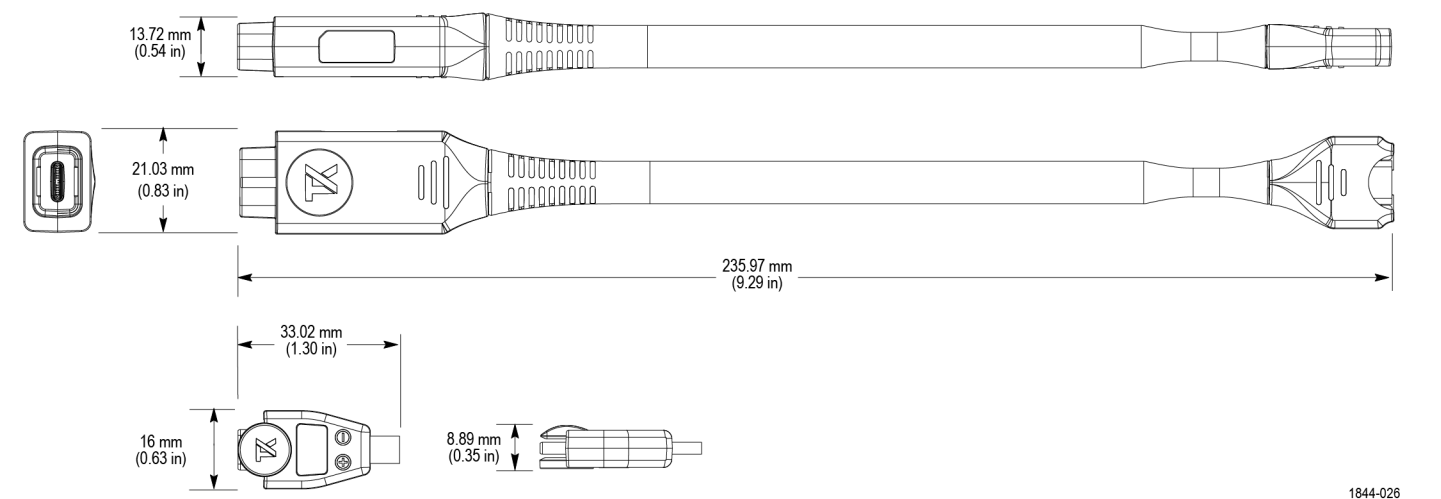
Compensation box



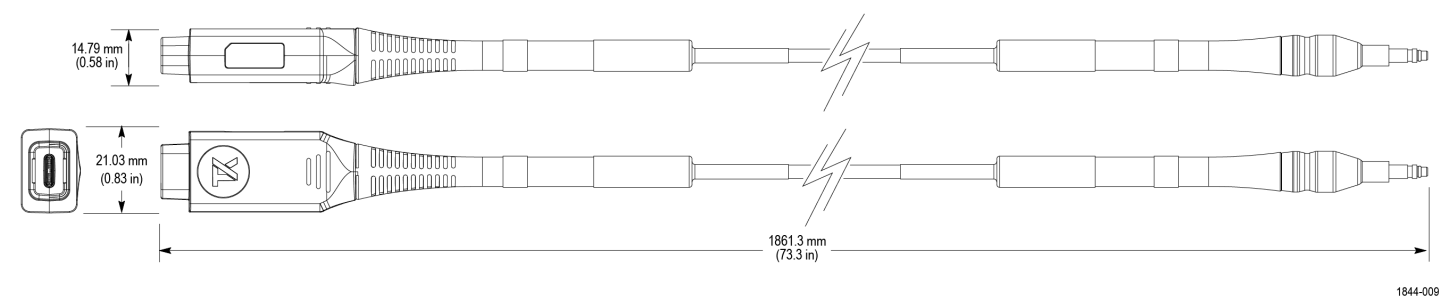
Probe head



Probe tips



Wideband shunts and Twin-ax cable



Extreme temperature tips

Procedimientos de verificación de prestaciones

Siga los procedimientos siguientes para verificar las prestaciones del sistema de medición IsoVu. Antes de iniciar los procedimientos, imprima el registro de pruebas y utilícelo para documentar los resultados.

Equipo requerido

La tabla siguiente indica el equipo requerido para ejecutar los procedimientos de verificación de las prestaciones.

Descripción	Requisitos mínimos	Ejemplo
Osciloscopio compatible con interfaz TekVPI	Soporte de entrada de 50 Ω , totalmente compatible con la interfaz TekVPI	Tektronix 5 Series B MSO
Fuente de tensión de CC	3 mV a 4 V, precisión de $\pm 0,1\%$	Calibrador de osciloscopios Fluke 9500C con Fluke 9540 Active Head
Capuchón del conector SMA macho de cortocircuito (opcional)	Contacto bañado en cobre con cortocircuito interno	Fairview Microwave SC2135
Multímetro digital	Precisión de 0,1% o superior	Tektronix DMM6500
Accesorio de prueba de terminaciones de precisión		Número de referencia Tektronix 067-3281-XX
Accesorio de verificación del rendimiento de calibración TekVPI		Número de referencia Tektronix 067-1701-XX

Ruido RMS del sistema

Mediante este procedimiento, se verifica que las sondas de la serie TCIP funcionan y cumplen con la especificación de ruido garantizada. El ruido se medirá sin señal de entrada en el rango mas sensible.

Antes de comenzar

1. Encienda el osciloscopio TekVPI.
2. Conecte la sonda TICP al osciloscopio en el canal 1 y quite la punta de la sonda TICP (si la hay).
3. Deje que el equipo de prueba se caliente durante 30 minutos a una temperatura ambiental de aproximadamente 20 °C (68 °F).

Procedimiento

Este procedimiento es válido para todas las versiones de sonda de la serie TCIP.

1. Toque **Archivo > Configuración predeterminada**.
2. Ejecute **Compensación de paso de señal**, si se recomienda en **Utilidad > Calibración...**
3. Ejecute Autocalibración ([Autocalibración](#) (on page 41)).

4. Conecte la punta de la sonda TICPSMA con la sonda TACP.
5. Conecte el capuchón del conector corto SMA a la punta TICPSMA.
6. Habilite el canal TACP y utilice los siguientes ajustes del menú **Vertical**:
 - a. Vertical Scale (Escala Vertical): **1 mV/div**
7. Modifique la configuración del menú **Disparo** de la siguiente manera:
 - a. Type (Tipo): **Flanco**
 - b. Source (Fuente): **Línea de CA**
 - c. Slope (Pendiente): **Ascendente**
 - d. Level (Nivel): **0 V**
 - e. Coupling (Acoplamiento): **CC**
8. Modifique la configuración del menú **Horizontal** de la siguiente manera:
 - a. Escala horizontal: **100 µs/div**
 - b. Longitud de registro: **6,25 M**
9. Modifique la siguiente configuración del menú Acquisition (Adquisición):
 - a. Secuencia única, detener tras: **1 Adquisiciones**
10. Añada una medida con la siguiente configuración:
 - a. Medida de la amplitud: **RMS CA**
 - b. Source (Fuente): **CH 1**
11. Pulse el botón **Sec./única** para realizar la medición.
12. Registre el resultado de la medida de AC RMS en la tabla de registro de prueba.

Registro de prueba de ruido RMS del sistema

Utilice la tabla de registro de prueba para registrar los resultados de la verificación del rendimiento de ruido RMS del sistema.

Número de modelo:

Procedimiento realizado por:

Número de serie:

Fecha:

Sonda	Ruido máximo	Ruido medido
TICP025	75 µV _{rms}	
TICP050	125 µV _{rms}	
TICP100	155 µV _{rms}	

Precisión de ganancia de CC

Mediante este procedimiento, se verifica que las sondas de la serie TCIP funcionan y cumplen con la precisión de la ganancia de CC garantizada.

Antes de comenzar

1. Encienda el osciloscopio TekVPI.
2. Conecte una terminación de precisión 067-3281-XX 50 Ω a la salida del accesorio 067-1701-XX.
3. Conecte un multímetro digital a la salida de precisión de 50 Ω mediante un adaptador en T BNC.
4. Conecte un cable BNC desde el adaptador en T, en la salida de la terminación de precisión de 50 Ω , a cualquier otro canal del osciloscopio. Verifique que el canal esté en modo 1 M Ω y 200 mV/div. Solo se utiliza para asegurar la toma de tierra.
5. Conecte el accesorio 067-1701-XX al canal 1 del osciloscopio.
6. Conecte la sonda serie TICP al accesorio 067-1701-XX.
7. Encienda el calibrador de osciloscopios Fluke 9500B.
8. Conecte el Fluke 9530 Active Head al Fluke 9500B en el canal 1.
9. Deje que el equipo de prueba se caliente durante 30 minutos a una temperatura ambiental de aproximadamente 20 °C (68 °F).

Procedimiento

Este procedimiento es válido para todas las versiones de sonda de la serie TCIP.

1. Toque **Archivo > Configuración predeterminada**.
2. Ejecute **Compensación de paso de señal**, si se recomienda en **Utilidad > Calibración...**
3. Ejecute Autocalibración ([Autocalibración](#) (on page 41)).
4. Conecte la punta de la sonda TICPSMA con la sonda TICP.
5. Conecte el TICPSMA al Fluke 9500 Active Head.
6. Habilite el canal TICP y utilice los siguientes ajustes del menú **Vertical**:
 - a. Modo de rango: **Manual**
 - b. Rango: **500 mV**
 - c. Offset: **0 V**
7. En el Fluke 9500B, seleccione **Modo: Forma de onda manual** con los siguientes ajustes:
 - a. Seleccione **Forma de onda: CC**
 - b. Seleccione **400 mV/div**
 - c. Active la salida con **ON**
8. Pulse el botón **Sec./única** para realizar la medición.
9. Registre en la tabla la tensión de CC medida en la resistencia de precisión de 50 Ω .
10. Pulse los botones de **invertir tensión (+/-)** del Fluke 9500B para aplicar -400 mV a la sonda y registre la tensión de salida en la tabla.
11. Repita el procedimiento entero con los rangos restantes y registre los valores en la tabla de registro de prueba.

Registro de prueba de la precisión de la ganancia de CC

Utilice la tabla de registro de prueba para registrar los resultados de la verificación del rendimiento de la precisión de la ganancia de CC.

Número de modelo:

Procedimiento realizado por:

Número de serie:

Fecha:

La ganancia de sonda se define como el cambio en la salida dividido por el cambio en la entrada.

$$\text{Ganancia} = (\text{Medición 1} - \text{Medición 2}) / (\text{Entrada 1} - \text{Entrada 2})$$

Rango	Entrada 1	Entrada 2	Salida medida 1	Salida medida 2	Ganancia calculada	Límite de ganancia superior	Ganancia ideal	Límite de ganancia inferior
500 m	+0,400 V	-0,400 V				1,010	1,000	0,990
350 m	+0,280 V	-0,280 V				1,443	1,429	1,415
250 m	+0,200 V	-0,200 V				2,020	2,000	1,980
175 m	+0,140 V	-0,140 V				2,886	2,857	2,828
125 m	+0,100 V	-0,100 V				4,040	4,000	3,960
90 m	+0,072 V	-0,072 V				5,612	5,556	5,500
65 m	+0,052 V	-0,052 V				7,769	7.692	7,615
45 m	+0,036 V	-0,036 V				11,222	11,111	11,000
30 m	+0,024 V	-0,024 V				16,834	16,667	16,500
20 m	+0,016 V	-0,016 V				25,250	25,000	24,750

Balance de CC

Mediante este procedimiento, se verifica que las sondas de la serie TCIP funcionan y cumplen con el offset residual garantizado cuando la entrada y la señal son cero.

Antes de comenzar

1. Encienda el osciloscopio TekVPI.
2. Conecte una terminación de precisión 067-3281-XX 50 Ω a la salida del accesorio 067-1701-XX.
3. Conecte un multímetro digital a la salida de precisión de 50 Ω mediante un adaptador en T BNC.
4. Conecte un cable BNC desde el adaptador en T, en la salida de la terminación de precisión de 50 Ω , a cualquier otro canal del osciloscopio. Verifique que el canal esté en modo 1 M Ω y 200 mV/div. Solo se utiliza para asegurar la toma de tierra.
5. Conecte el accesorio 067-1701-XX al canal 1 del osciloscopio.
6. Conecte la sonda de la serie TICP al accesorio 067-1701-XX.
7. Deje que el equipo de prueba se caliente durante 30 minutos a una temperatura ambiental de aproximadamente 20 °C (68 °F).

Procedimiento

Este procedimiento es válido para todas las versiones de sonda de la serie TCIP.

1. Toque **Archivo > Configuración predeterminada**.
2. Ejecute **Compensación de paso de señal**, si se recomienda en **Utilidad > Calibración...**
3. Ejecute Autocalibración ([Autocalibración](#) (on page 41)).
4. Junte la punta de la sonda TICPSMA con la sonda TICP.
5. Habilite el canal TICP y utilice los siguientes ajustes del menú **Vertical**:
 - a. Modo de rango: **Manual**
 - b. Rango de la sonda: **500 mV**
6. Pulse el botón **Sec./única** para realizar la medición.
 - a. Mida el voltaje en la salida de la terminación de precisión de 50 Ω con el multímetro digital.
7. Repita el procedimiento entero con los rangos restantes y registre los valores en la tabla de registro de prueba.

Registro de prueba del balance de CC

Utilice la tabla de registro de prueba para registrar los resultados de la verificación del rendimiento del balance de CC.

Número de modelo: Procedimiento realizado por:

Número de serie: Fecha:

La salida residual de cualquier rango debería ser menos de ± 10 mV.

Rango	Límite	Medido
500 mV	± 10 mV	
350 mV	± 10 mV	
250 mV	± 10 mV	
175 mV	± 10 mV	
125 mV	± 10 mV	
90 mV	± 10 mV	
65 mV	± 10 mV	
45 mV	± 10 mV	
30 mV	± 10 mV	
20 mV	± 10 mV	

Precisión de la ganancia de compensación

Mediante este procedimiento, se verifica que las sondas de la serie TCIP funcionan y cumplen con la precisión de la ganancia de compensación garantizada.

Antes de comenzar

1. Encienda el osciloscopio TekVPI.
2. Conecte una terminación de precisión 067-3281-XX 50 Ω a la salida del accesorio 067-1701-XX.
3. Conecte un multímetro digital a la salida de precisión de 50 Ω mediante un adaptador en T BNC.
4. Conecte un cable BNC desde el adaptador en T, en la salida de la terminación de precisión de 50 Ω , a cualquier otro canal del osciloscopio. Verifique que el canal esté en modo 1 M Ω y 200 mV/div. Solo se utiliza para asegurar la toma de tierra.
5. Conecte el accesorio 067-1701-XX al canal 1 del osciloscopio.
6. Conecte la sonda de la serie TICP al accesorio 067-1701-XX.
7. Deje que el equipo de prueba se caliente durante 30 minutos a una temperatura ambiental de aproximadamente 20 °C (68 °F).

Procedimiento

Este procedimiento es válido para todas las versiones de sonda de la serie TCIP.

1. Toque **Archivo > Configuración predeterminada**.
2. Ejecute **Compensación de paso de señal**, si se recomienda en **Utilidad > Calibración...**
3. Ejecute Autocalibración ([Autocalibración](#) (on page 41)).
4. Junte la punta de la sonda TICPSMA con la sonda TICP.
5. Junte el TICPSMA con el Fluke 9500 Active Head.
6. Habilite el canal TICP y utilice los siguientes ajustes del menú **Vertical**:
 - a. Rango: **20 mV**
 - b. Offset: **20 mV/div**
7. En el Fluke 9500B, seleccione **Modo: Forma de onda manual** con los siguientes ajustes:
 - a. Seleccione **Forma de onda: CC**
 - b. Seleccione **20 mV/div**
 - c. Active la salida con **ON**
8. Pulse el botón **Sec./única** para realizar la medición.
 - a. Añada la compensación con el valor medido en el multímetro digital.
9. Repita todo el procedimiento con todos los ajustes siguientes de compensación del osciloscopio y de tensión de entrada de Fluke: **0,25 V**, **0 V**, **-0,25 V** y **-0,5 V**.

Registro de prueba de la precisión de la ganancia de compensación

Utilice la tabla de registro de prueba para registrar los resultados de la verificación del rendimiento de la precisión de la ganancia de compensación.

Número de modelo:

Procedimiento realizado por:

Número de serie:

Fecha:

1. Introduzca en un Excel las tensiones de compensación y el valor medio medido resultante.
2. Cree un diagrama de dispersión de los datos con las tensiones de compensación en el eje Y y las tensiones medias en el eje X.
3. Añada una línea de tendencia al diagrama y seleccione para que se muestre la ecuación.

El mejor ajuste de los datos debe tener una pendiente de entre 0,995 y 1,005 para cumplir una precisión del 1%.

Rango	Medición de 500 mV	Medición de 250 mV	Medición de 0 V	Medición de -250 mV	Medición de -500 mV	Límites	Calculado
20 mV						0,995 < x < 1,005	

Mantenimiento

Información para aislar posibles y procedimientos de mantenimiento de la sonda.

Ofertas de servicio

Tektronix ofrece un servicio técnico que cubre las reparaciones en garantía y otros servicios diseñados para satisfacer sus necesidades de servicio específicas.

Los técnicos de mantenimiento de Tektronix están capacitados para realizar el servicio de su sonda. Los servicios se ofrecen en los Centros de servicio de Tektronix y en las instalaciones del cliente, en función de su ubicación. Visite tek.com/service para consultar todos los servicios disponibles. Compruebe el estado de su garantía en tek.com/warranty-status-search.

Limpieza

CAUTION: Para evitar daños en el sistema de medición, evite exponerlo a pulverizadores, líquidos o disolventes. Evite que entre humedad dentro de la caja de compensación o del cabezal del sensor cuando limpie el exterior.

Asegure la integridad de los conectores manteniéndolos libres de contaminación. Retire cualquier residuo de los conectores con aire comprimido de baja presión, limpio y seco.

Solución de problemas y estados de error

A continuación se describe el estado de cada LED y los posibles problemas que pueden surgir cuando se realizan medidas con la sonda. Utilice esta información como referencia rápida para la solución de problemas antes de ponerse en contacto con Tektronix para solicitar una reparación.

Descripción de los ESTADOS DE LED

LED		Estado	Acción
	Verde (continuo)	Funcionamiento normal	-
	Verde (parpadeante)	Fallo de suministro eléctrico	Desconecte y vuelva a conectar. Inspeccione la interfaz de la sonda/osciloscopio. Es posible que necesite reparar la sonda.
	Rojo (continuo)	Fallo de aplicación de la sonda	Desconecte y vuelva a conectar. Es posible que necesite reparar la sonda.
	Rojo (parpadeante)	Fallo de aplicación de la sonda y de suministro eléctrico	Desconecte y vuelva a conectar. Inspeccione la interfaz de la sonda/osciloscopio. Es posible que necesite reparar la sonda y/o el osciloscopio.
	Rojo (parpadeante • –)	Parte aislada de la sonda sin alimentación	Desconecte y vuelva a conectar. Es posible que necesite reparar la sonda.

Problemas de medición y posibles soluciones

Problema	Solución
La compensación de CC está presente en la señal	Ejecute una autocalibración
	Asegúrese de que la señal de entrada se encuentra dentro del rango dinámico requerido de la punta seleccionada
El flanco de la onda cuadrada aparece suavizado, atenuado o no compensado	Ejecute una autocalibración
	Asegúrese de que el filtro del ancho de banda del osciloscopio está establecido en ancho de banda completo
	Asegúrese de que la señal de entrada no excede la entrada de la sonda
La amplitud medida es menor de lo esperado	La señal de entrada puede ser fallida
	Asegúrese de que la señal de entrada se encuentra dentro del rango dinámico de la punta de la sonda seleccionada
	Aplique la compensación para que la señal de entrada esté dentro del rango dinámico de la punta de la sonda seleccionada
Precisión de medida de CC	Ejecute una autocalibración
	Establezca la longitud de registro en al menos 200 μ s (cuanto más amplia mejor)
Hay demasiado ruido y no se pueden medir las señales pequeñas de forma precisa	Seleccione una punta con una atenuación menor
	Establezca la escala vertical del osciloscopio en un valor menor
	Seleccione manualmente un rango menor para disminuir el ruido
No se ha detectado ninguna señal; la forma de onda es una línea plana	Retire la punta y compruebe la continuidad consultando la tabla de impedancia de entrada
La punta de la sonda pierde potencia de forma intermitente	Asegúrese de que la punta de la sonda se encuentra dentro del rango de temperatura de funcionamiento
	Utilice un dispositivo de refrigeración externo, como un ventilador de mesa pequeño
Hay demasiado ruido de modo común	Pruebe a retirar cualquier accesorio y cables flotantes o expuestos entre el punto de prueba y la punta de la sonda
	Utilice la punta MMCX en un punto de prueba MMCX, ya sea diseñado en la placa o como un punto de prueba improvisado
Advertencia de punta no detectada	Retire y vuelva a conectar la punta

Vuelva a embalar el sistema de medición para enviarlo

Utilice el embalaje original para devolver el sistema de medición a Tektronix para que sea reparado. Si lo ha tirado o no está en buen estado, póngase en contacto con su representante de Tektronix para obtener un embalaje nuevo.

Cuando devuelva el sistema de medición a Tektronix, pegue una etiqueta con la información siguiente:

- Nombre del propietario del producto
- Dirección del propietario
- Número de serie del instrumento
- Una descripción de los problemas que han surgido y/o el servicio requerido

Programación remota

Esta sección describe los comandos y las consultas que pueden enviarse al cabezal sensor cuando se conecta a un osciloscopio Tektronix. Las palabras clave de formato largo y formato corto se indican con mayúsculas/minúsculas. Los comandos y las consultas son compatibles con la mayoría de los osciloscopios; si hay alguna diferencia en este punto, se indica con los comandos.

Para obtener más información, consulte la documentación del programador de su osciloscopio.

CH<x>:PRObe? (solo consulta)

Este comando de solo consulta devuelve toda la información relativa a la sonda que está conectada al canal especificado. El canal se especifica con x.

Sintaxis

CH<x>:PRObe?

Ejemplos

CH2:PROBE? puede devolver **1.0000E-01; RESISTANCE 1.0000E+07;UNITS "V";ID:TYPE "10X"SERNUMBER "N/A"** en el caso de una sonda 10X, lo que indica que, entre otros parámetros, el factor de atenuación de la sonda conectada al canal 2 es 100,0 mV (suponiendo que las unidades de la sonda estén establecidas en voltios).

CH<x>:PRObe:AUTOZero (formato sin consulta)

Este comando ejecuta la función AutoZero (Auto-Cero). La operación la realiza íntegramente el osciloscopio. El canal se especifica con x.

Consulte el procedimiento de autocalibración para obtener más información sobre el proceso. Autocalibración

Sintaxis

CH<x>:PRObe:AUTOZero EXECute

Argumentos

EXECute establece la sonda conectada al canal especificado en AutoZero (Auto-Cero).

Ejemplos

CH1:PROBE:AUTOZERO EXECUTE establece la sonda conectada al canal 1 en Auto-Cero.

CH<x>:PRObe:FORCEDRange

El comando selecciona el rango dinámico de la sonda (1 de 9) en +/-V. Depende de la punta de la sonda conectada. El canal se especifica con x. El comando solo debe usarse si **CH<x>:PROBECONTROL** se encuentra en **MANUAL**.

Cables de la punta de la sonda y rangos dinámicos

Cable de la punta de la sonda	Rango dinámico en +/-V
Sin punta o punta 1X	0,02 0,03 0,045 0,065 0,09 0,125 0,175 0,25 0,35 0,5
10X	0,2 0,3 0,45 0,65 0,9 1,25 1,75 2,5 3,5 5,0
100X	2 3 4,5 6,5 9 12,5 17,5 25 35 50

La consulta devuelve el rango dinámico de la punta de la sonda en +/-V.

Sintaxis

CH2:PRObe:FORCEDRange <NR3>

CH2:PRObe:FORCEDRange?

Argumentos

<NR3> especifica el rango dinámico de la sonda.

Ejemplos

Si hay conectada una sonda de corriente a la entrada del canal 1, **CH1:PROBE:FORCEDRANGE 5.0** establece la sonda conectada en su rango de 5 V.

CH3:PROBE:FORCEDRANGE? puede devolver **5.0000**, lo que indica que el rango de la sonda conectada al canal 3 está establecido en 5 V.

CH<x>:PRObe:GAIN? (solo consulta)

El comando devuelve el factor de ganancia del rango seleccionado actualmente (inverso a la atenuación). El canal se especifica con x.

Sintaxis

CH<x>:PRObe:GAIN?

Ejemplos

CH2:PROBE:GAIN? puede devolver **100.0000E-3**, lo que indica que la sonda 10X conectada suministra 0,1 V al BNC del canal 2 por cada 1,0 V aplicados a la entrada de la sonda.

CH<x>:PRObe:ID? (solo consulta)

Este comando de solo consulta devuelve el tipo y el número de serie de la sonda conectada al canal especificado. El canal se especifica con x.

Sintaxis

CH<x>:PRObe:ID?

Ejemplos

CH2:PROBE:ID? puede devolver "B010289";"T1CP100", lo que indica que hay conectada al canal 2 una sonda T1CP100 con número de serie B010289.

CH<x>:PRObe:ID:SERnumber? (solo consulta)

Este comando de solo consulta devuelve el número de serie de la sonda conectada al canal especificado. El canal se especifica con x. En las sondas de nivel 0 y 1, el número de serie es "N/A".

Sintaxis

CH<x>:PRObe:ID:SERnumber?

Ejemplos

CH1:PROBE:ID:SERNUMBER? puede devolver "B010289", lo que indica que el número de serie de la sonda conectada al canal 1 es B010289.

CH<x>:PRObe:ID:TYPE? (solo consulta)

Este comando de solo consulta devuelve el tipo de sonda conectada al canal especificado. El canal se especifica con x.

Sintaxis

CH<x>:PRObe:ID:TYPE?

Ejemplos

CH1:PROBE:ID:TYPE? puede devolver "T1CP100", lo que indica que hay una sonda T1CP100 conectada al canal 1.

CH<x>:PRObe:SELFCal:State? (solo consulta)

Este comando de solo consulta devuelve los siguientes estados de autocalibración: RECOMMENDED, RUNNING o PASSED (RECOMENDADO, EJECUTANDO o PASADO). El canal se especifica con x.

Sintaxis

CH<x>:PRObe:SELFCal:State?

Ejemplos

CH1:PRObe:SELFCal:State? puede devolver **RUNNING**, lo que indica que la sonda del canal 1 está ejecutando actualmente una autocalibración.

CH<x>:PRObe:SELFCal

Este comando de solo consulta inicia la autocalibración de la sonda. El canal se especifica con x.

Sintaxis

CH<x>:PRObe:SELFCal EXECUTE

Ejemplos

CH1:PRObe:SELFCal EXECUTE ejecuta la autocalibración de la sonda del canal 1.

CH<x>:PRObe:STATus? (solo consulta)

Este comando consulta el valor de error entero sin signo de la sonda. El canal se especifica con x.

Condiciones

Se necesita una sonda compatible con los mensajes de error correspondientes.

Sintaxis

CH<x>:PRObe:STATus?

Información devuelta

Devuelve un número entero que representa la suma total de los bits de errores binarios de B0 a B15. Los bits de errores no se muestran; se concatenan en el valor entero. A continuación se indica el error de cada bit.

- B0 – Sonda desactivada
- B1 – Mordazas abiertas
- B2 – Rango superado
- B3 – Temperatura de la sonda fuera de los límites
- B4 – Es necesario desimantar
- B5 – Falta la punta de la sonda
- B6 – Fallo en la punta de la sonda
- B7 – Punta de la sonda no compatible
- B8 – Es necesario o recomendable realizar una autocalibración (la consulta devolverá 256 en formato decimal)
- De B9 a B15 – Reservado

Ejemplos

CH4:PRObe:STATus? puede devolver **2**, lo que indica que la sonda comunica un error que indica que las mordazas están abiertas.

CH<x>:PRObe:UNIts? (solo consulta)

Este comando de solo consulta devuelve una cadena que describe las unidades de medida de la sonda conectada al canal especificado. El canal se especifica con x.

Sintaxis

CH<x>:PRObe:UNIts?

Ejemplos

CH4:PROBE:UNITS? puede devolver **"V"**, lo que indica que la unidad de medida de la sonda conectada al canal 4 está establecida en voltios.

CH<x>:PROBECOntrol

Este comando establece o consulta la preferencia sobre la política de control de rango de sondas multirango de la sonda conectada a CH<x>. El número de canal se especifica con x.

Sintaxis

CH<x>:PROBECOntrol {AUTO|MANual}

CH<x>:PROBECOntrol?

Argumentos

AUTO establece los valores. El rango de la sonda se calcula automáticamente.

MANual permite seleccionar varios valores válidos para la sonda conectada a un canal concreto.

Ejemplos

CH2:PROBECOntrol AUTO establece los valores y el rango de la sonda se calcula automáticamente.

CH2:PROBECOntrol? puede devolver **MANUAL**, lo que indica que es posible seleccionar varios valores válidos para la sonda conectada al canal 2.

CH<x>:PROBEFunc:EXTAtten

Este comando se utiliza para especificar el valor de atenuación como multiplicador del factor de escala dado en el canal especificado. El canal se especifica con x.

El formato de consulta de este comando devuelve la atenuación especificada por el usuario.

Sintaxis

CH<x>:PROBEFunc:EXTAtten <NR3>

CH<x>:PROBEFunc:EXTAtten?

Argumentos

<NR3> representa el valor de atenuación, que se indica como multiplicador en el rango de 1.00E-10 a 1.00E+10.

Ejemplos

CH1:PROBEFunc:EXTATTEN 167.00E-3 especifica una atenuación externa, que se conecta entre la señal de entrada y la entrada de la sonda conectada al canal 1.

CH2:PROBEFunc:EXTATTEN? puede devolver **1.0000E+00**, lo que indica que la sonda conectada al canal 2 está conectada directamente a la señal del usuario.

CH<x>:PROBEFunc:EXTDBatten

Este comando establece o consulta la relación entrada-salida (expresada en decibelios) de la atenuación o ganancia externas entre la señal y los canales de entrada del instrumento. El canal se especifica con x.

El formato de consulta de este comando devuelve la atenuación especificada por el usuario en decibelios.

Sintaxis

CH<x>:PROBEFunc:EXTDBatten <NR3>

CH<x>:PROBEFunc:EXTDBatten?

Argumentos

<NR3> representa el valor de atenuación, que se indica en un rango de —200,00 dB a 200,00 dB.

Ejemplos

CH3:PROBEFunc:EXTDBATTEN 2.5 especifica un atenuador externo de 2,5 dB en el canal 3.

CH1:PROBEFunc:EXTDBATTEN? puede devolver **2.5000E+00**, lo que indica que la atenuación del canal 1 es de 2,5 dB.

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits

Este comando establece la unidad de medida del atenuador externo del canal especificado. El canal se especifica con x. Si están activadas, se utilizan las unidades alternativas. Utilice el comando **CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits:STATE** para activar o desactivar las unidades alternativas.

Sintaxis

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits <QString>

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits?

Argumentos

<QString> indica la unidad de medida de atenuación del canal especificado.

Ejemplos

CH4:PROBEFunc:EXTUNITS "Pascals" establece la unidad de medida del atenuador externo del canal 4.

CH2:PROBEFunc:EXTUNITS? puede devolver **"Pascals"**, lo que indica que la unidad de medida del atenuador externo del canal 2 está establecida en pascales.

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits:STATE

Este comando establece o consulta el estado de activación de las unidades personalizadas del canal especificado. El canal se especifica con x.

Sintaxis

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits:STATE {ON|OFF|<NR1>}

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits:STATE?

Argumentos

El argumento **OFF** desactiva las unidades externas.

El argumento **ON** activa las unidades externas.

Si **<NR1>** es igual a 0, se desactivan las unidades externas; cualquier otro valor las activa.

Ejemplos

CH2:PROBEFunc:EXTUnits:STATE ON activa las unidades externas.

CH2:PROBEFunc:EXTUnits:STATE? puede devolver **0**, lo que indica que las unidades externas del canal especificado están desactivadas.

CH<x>:PROBE:DYNAMICRANGE? (solo consulta)

Este comando consulta el rango dinámico de la sonda conectada al canal especificado. El canal se especifica con x.

Sintaxis

CH<x>:PROBE:DYNAMICRANGE?

Información devuelta

El valor devuelto representa la delta entre el rango mínimo y máximo actual con cierta tolerancia. También representa la delta entre los indicadores de rango de la sonda (si se muestran actualmente).

Ejemplos

CH1:PROBE:FORCEDRANGE? puede devolver **1.3056**, lo que indica que el rango dinámico de la sonda conectada al canal 1 está establecido en 1,3056 V.

Série TICP

Sondes de courant isolées IsoVu™

Manuel d'utilisation

Inscrivez-vous dès maintenant !

Cliquez sur le lien suivant pour enregistrer votre produit.

www.tek.com/register



Copyright © 2026, Tektronix, Inc. Tous droits réservés. Les produits logiciels sous licence sont la propriété de Tektronix, de ses filiales ou de ses fournisseurs et sont protégés par les lois nationales sur le copyright, ainsi que par des traités internationaux. Les produits Tektronix sont protégés par des brevets américains et étrangers déjà déposés ou en cours d'obtention. Les informations contenues dans le présent document remplacent toutes celles publiées précédemment. Les spécifications et les prix peuvent être soumis à modification.

TEKTRONIX et TEK sont des marques déposées de Tektronix, Inc.

Les instructions originales sont en anglais.

Rendez-vous sur tek.com/en/eula pour le Contrat de licence utilisateur final Tektronix.



Coordonnées de Tektronix

Tektronix, Inc.
13725 SW Karl Braun Drive
P.O. Box 500
Beaverton, OR 97077
Etats-Unis

Pour obtenir des informations sur le produit, la vente, le service après-vente et l'assistance technique :

En Amérique du Nord, appelez le 1-800-833-9200.

Pour les autres pays, consultez le site www.tek.com pour connaître les coordonnées locales.

Contents

Licences de logiciels tiers	6
Important – Sécurité	7
Consignes générales de sécurité	7
Pour éviter un incendie ou des blessures	7
Sondes et cordons de test	8
Termes utilisés dans ce manuel et sur le produit	9
Symboles figurant sur le produit	10
E spacements requis	11
Conformité	13
Conformité aux normes de sécurité	13
Caractéristiques électriques	14
Conformité écologique	15
Préface	16
Spécifications des performances et fonctionnalités clés	17
Présentation du modèle	17
Accessoires standard	17
Accessoires recommandés	19
Informations relatives au fonctionnement	22
Diagramme fonctionnel TICP	22
Meilleures pratiques pour la gestion du système de mesure	24
Environnement	24
Commandes et indicateurs	25
Indicateurs de câble	25
Extrémités de sonde	26
Installation d'un collier de fixation en ferrite	27
Connexion à un circuit	28
Installation de l'adaptateur pour trépied	30
Installation du bipied	31
Raccord de l'adaptateur SMA	32
Connexion des shunts à large bande	32
Installation du shunt à large bande sur une broche carrée	33
Installation du shunt à large bande avec une paire torsadée à souder	34
Connecter les embouts pour température extrême	35
Installation des adaptateurs pour extrémité de sonde	36
Installation des broches carrées sur le circuit imprimé	38
menu Probe Setup (Paramètres de la sonde)	40

Etalonnage automatique.	41
Mise à zéro automatique.	41
Plage automatique.	41
Plages.	42
Choix de l'extrémité de sonde.	43
Compensation.	43
Décalage d'entrée.	43
Plage de tension.	44
Plage de tension en mode commun.	44
Plage de tensions de décalage.	44
Plage de tension différentielle non destructive maximale.	44
Caractéristiques.	46
Présentation générale de la sonde et de l'extrémité.	46
Exemples d'application.	64
spécifications électriques.	65
Conformité réglementaire.	66
Dimensions de la sonde.	67
Procédures de vérification des performances.	69
Équipement nécessaire.	69
Bruit efficace du système.	69
Données de test de bruit efficace du système.	70
Précision du gain DC.	71
Données de test pour précision du gain DC.	72
Equilibre CC.	73
Données de test pour l'équilibre DC.	74
Précision du gain de décalage.	75
Données de test pour précision du gain de décalage.	76
Maintenance.	78
Offre de services.	78
Nettoyage.	78
Dépannage et conditions d'erreur.	78
Réemballez le système de mesure pour l'envoyer.	80
Programmation à distance.	81
CH<x>:PRObe? (Requête uniquement).	81
CH<x>:PRObe:AUTOZero (Forme sans requête).	81
CH<x>:PRObe:FORCEDRange.	82
CH<x>:PRObe:GAIN? (Requête uniquement).	82
CH<x>:PRObe:ID? (Requête uniquement).	83
CH<x>:PRObe:ID:SERnumber? (Requête uniquement).	83
CH<x>:PRObe:ID:TYPE? (Requête uniquement).	83
CH<x>:PRObe:SELFCal:State? (Requête uniquement).	83
CH<x>:PRObe:SELFCal.	84
CH<x>:PRObe:STATus? (Requête uniquement).	84

CH<x>:PRObe:UNIts? (Requête uniquement)	84
CH<x>:PROBEControl.	85
CH<x>:PROBEFunc:EXTAtten.	85
CH<x>:PROBEFunc:EXTDBatten.	86
CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits.	86
CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits:STATE.	87
CH<x>:PROBE:DYNAMICRANGE? (Requête uniquement).	87

Licences de logiciels tiers

Freescall Kinetis Design Studio

Ce module composant est généré par Processor Expert. Ne le modifiez pas.

Copyright : 1997 - 2015 Freescall Semiconductor, Inc.

Tous droits réservés.

La redistribution et l'utilisation au format source et binaire, avec ou sans modification, sont autorisées si les conditions suivantes sont respectées :

- Les redistributions du code source doivent conserver la mention de copyright ci-dessus, cette liste de conditions et la clause ci-dessous.
- Les redistributions du code binaire doivent reproduire la mention de copyright ci-dessus, cette liste de conditions et la clause ci-dessous dans la documentation et/ou tous les autres documents/supports fournis avec la distribution.
- Ni le nom de Freescall Semiconductor, Inc., ni les noms de ses contributeurs peuvent être utilisés pour soutenir ou promouvoir des produits dérivés de ce logiciel sans accord écrit préalable.

CE LOGICIEL EST FOURNI PAR LES DETENTEURS ET CONTRIBUTEURS « EN L'ETAT » ET TOUTES LES GARANTIES EXPRESSES OU IMPLICITES, Y COMPRIS MAIS SANS S'Y LIMITER, TOUTE GARANTIE IMPLICITE DE QUALITÉ MARCHANDE ET/OU D'ADÉQUATION À UN USAGE PARTICULIER SONT EXCLUES. EN AUCUN CAS LE DETENTEUR OU LES CONTRIBUTEURS NE PEUVENT ÊTRE TENUS RESPONSABLES DES DOMMAGES INDIRECTS, SPÉCIAUX, EXEMPLAIRES OU CONSÉCUTIFS (Y COMPRIS MAIS SANS S'Y LIMITER, L'ACQUISITION DE MARCHANDISES OU DE SERVICES DE SUBSTITUTION, LA PERTE D'EXPLOITATION, DE DONNÉES OU DE BÉNÉFICES OU L'ARRÊT D'ACTIVITÉ) QUELLE QU'EN SOIT LA CAUSE ET TOUTE RESPONSABILITÉ THÉORIQUE, QUE CE SOIT PAR CONTRAT, RESPONSABILITÉ OBJECTIVE OU PRÉJUDICE (Y COMPRIS LA NÉGLIGENCE OU AUTRE) SURGISSANT DE QUELQUE MANIÈRE QUE CE SOIT PAR L'UTILISATION DE CE LOGICIEL, MÊME EN AYANT CONNAISSANCE DE LA POSSIBILITÉ DE CES DOMMAGES.

[http : www.freescall.com](http://www.freescall.com)

e-mail : support@freescall.com

IAR Embedded Workbench pour ARM

IARSourceLicense.txt Version 1.0

Le contrat de licence suivant s'applique aux fichiers de commandes de l'éditeur de liens, aux projets d'exemples sauf si une autre licence est indiquée explicitement, au code cstartup, au low_level_init.c et d'autres fichiers d'exécution de la bibliothèque de faible niveau.

Copyright 2012, IAR Systems AB.

Ce code source est la propriété de IAR Systems. Le code source peut uniquement être utilisé avec le IAR Embedded Workbench. La redistribution et l'utilisation au format source et binaire, avec ou sans modification, sont autorisées si les conditions suivantes sont respectées :

- Les redistributions de tout ou partie du code source doivent conserver la mention de copyright ci-dessus, cette liste de conditions et la clause ci-dessous.
- Le nom de IAR Systems ne peut pas être utilisé pour soutenir ou promouvoir des produits dérivés de ce logiciel sans accord écrit préalable.

CE LOGICIEL EST FOURNI « EN L'ETAT » ET L'AUTEUR DECLINE TOUTE GARANTIE PAR RAPPORT A CE LOGICIEL, Y COMPRIS TOUTE GARANTIE IMPLICITE DE QUALITÉ MARCHANDE ET/OU D'ADÉQUATION. EN AUCUN CAS L'AUTEUR NE PEUT ÊTRE TENU RESPONSABLE DES DOMMAGES SPECIAUX, DIRECTS, INDIRECTS OU CONSÉCUTIFS, OU DE QUELQUE TYPE QUE CE SOIT RESULTANT DE LA PERTE

D'EXPLOITATION, DE DONNÉES OU DE BÉNÉFICES, QUE CE SOIT EN ACTION EN RESPONSABILITE CONTRACTUELLE, PAR NEGLIGENCE OU D'AUTRES ACTIONS DELICTUELLES, ÉMANANT OU CORRÉLÉ À LA POSSESSION OU L'UTILISATION DE CE LOGICIEL.

Important - Sécurité

Ce manuel contient des informations et des avertissements que l'utilisateur doit impérativement respecter pour sa sécurité et maintenir le produit en bon état.

Pour entretenir ce produit en toute sécurité, consultez les *Consignes générales de maintenance* qui suivent les *Consignes générales de sécurité*.

Consignes générales de sécurité

Utilisez le produit uniquement dans les conditions spécifiées. Veuillez lire attentivement les précautions et consignes de sécurité suivantes afin d'éviter toute blessure et toute détérioration matérielle de l'appareil et des produits qui lui sont connectés. Lisez attentivement toutes les instructions. Conservez-les pour vous y reporter ultérieurement.

Ce produit doit être utilisé conformément aux codes locaux et nationaux.

Pour utiliser correctement et en toute sécurité ce produit, il est essentiel de respecter les procédures générales de sécurité en vigueur en plus des consignes indiquées dans ce manuel.

Seul du personnel qualifié peut utiliser ce produit.

Seul du personnel qualifié connaissant les risques encourus peut enlever le capot pour effectuer des réparations, des opérations de maintenance ou des réglages.

Avant d'utiliser l'appareil, contrôlez-le toujours avec une alimentation connue pour vérifier qu'il fonctionne correctement.

Ce produit n'est pas conçu pour détecter des tensions dangereuses.

Utilisez un équipement de protection personnel afin de vous protéger contre les risques d'électrocution et d'arc électrique associés à l'exposition à des conducteurs sous tension.

Ce produit est destiné à une utilisation en zone non résidentielle uniquement. Une utilisation en zone résidentielle risque de causer des interférences électromagnétiques.

En utilisant ce produit, vous pouvez avoir besoin d'accéder à d'autres composants d'un système plus important. Lisez les consignes de sécurité des autres composants du système pour connaître les avertissements et les précautions d'utilisation du système.

Si cet appareil est intégré dans un système, l'assembleur est responsable de la sécurité de ce système.

Pour éviter un incendie ou des blessures

Respectez toutes les caractéristiques nominales des bornes

Pour éviter tout risque d'incendie ou d'électrocution, respectez toutes les caractéristiques nominales et les marquages du produit. Avant d'effectuer des connexions sur le produit, consultez le manuel pour connaître les caractéristiques nominales.

Respectez la catégorie de mesure (CAT) ou la tension et l'intensité nominales autorisées pour le composant affichant les caractéristiques les plus faibles d'un produit, d'une sonde ou d'un accessoire.

N'appliquez à une borne (y compris la borne commune) aucun potentiel supérieur à la caractéristique maximale de cette borne.

Les bornes de mesure de ce produit ne sont pas conçues pour être branchées sur les circuits de catégorie IV.

Ne branchez pas une sonde de courant à un câble véhiculant une tension supérieure à la tension nominale de la sonde.

Ne mettez pas l'appareil en service sans ses capots

Ne mettez pas l'appareil en service si ses capots sont retirés ou si le boîtier est ouvert. Vous pouvez être exposé à une tension dangereuse.

Évitez tout circuit exposé.

Ne touchez à aucun branchement ou composant exposé lorsque l'appareil est sous tension.

N'utilisez pas l'appareil si vous suspectez une panne

En cas de doute sur le bon état de cet appareil, faites-le contrôler par un technicien qualifié.

Mettez l'appareil hors service s'il est endommagé. N'utilisez pas le produit s'il est endommagé ou s'il ne fonctionne pas correctement. En cas de doute à propos de la sécurité du produit, éteignez-le. Indiquez clairement qu'il ne doit pas être utilisé.

Avant toute utilisation, vérifiez que les sondes de tension, les cordons de test et les accessoires ne sont pas mécaniquement endommagés. Remplacez-les le cas échéant. N'utilisez pas de sondes ou de cordons de test endommagés si du métal nu est exposé ou s'il présente des signes d'usure.

Examinez l'extérieur du produit avant de l'utiliser. Recherchez des fissures ou des pièces manquantes.

Utilisez uniquement les pièces de rechange spécifiées.

N'utilisez pas l'appareil dans un environnement humide

De la condensation peut se former si un appareil est déplacé d'un environnement froid vers un environnement chaud.

N'utilisez pas l'appareil dans un environnement explosif

Maintenez les surfaces de l'appareil propres et sèches

Éliminez les signaux d'entrée avant de nettoyer le produit.

Évitez d'utiliser des nettoyants chimiques sur la sonde ou les extrémités de la sonde, cela pourrait causer des dommages temporaires ou permanents et compromettre la fonctionnalité de la sonde. Il est recommandé d'utiliser de l'air compressé pour le nettoyage.

Aménagez un environnement de travail sûr

Placez toujours le produit à un endroit qui permet de voir facilement l'écran et les voyants.

Évitez toute utilisation prolongée ou inappropriée du clavier, des pointeurs et des boutons. L'utilisation incorrecte ou prolongée du clavier ou d'un pointeur peut provoquer des blessures graves.

Vérifiez que votre site de travail respecte les normes en vigueur en matière d'ergonomie. Consultez un professionnel du domaine de la sécurité et de l'ergonomie du poste de travail pour éviter les troubles provoqués par le stress.

Sondes et cordons de test

WARNING: Pour éviter tout risque d'électrocution, maintenez le fil de la sonde aussi loin que possible de la pointe et des circuits à haute tension. La tension nominale du fil de la sonde est inférieure à la tension nominale de l'extrémité de la sonde. Par conséquent, le fil de la sonde peut ne pas fournir une protection adéquate.

Pour éviter tout choc électrique, n'utilisez pas la sonde si l'indicateur d'usure du câble devient visible. Contactez Tektronix à tek.com pour un remplacement.

Attention aux hautes tensions

Assurez-vous de bien comprendre les valeurs nominales de la sonde que vous utilisez et ne dépassez pas ces valeurs. Deux valeurs nominales doivent être connues et comprises :

- Tension de mesure maximale entre la pointe de la sonde et le câble de référence de la sonde.
- Tension flottante maximale entre le câble de référence de la sonde et la prise de terre.

Ces deux tensions dépendent de la sonde et de votre application. Pour plus d'informations, consultez la section Spécifications de ce manuel.

WARNING: Pour éviter tout risque d'électrocution, ne dépassez pas les valeurs maximales de mesure ou de tension flottante du connecteur d'entrée BNC de l'oscilloscope, de la pointe de la sonde ou du câble de référence de la sonde.

Branchez et débranchez correctement l'appareil.

Ne connectez ou ne déconnectez pas des sondes ou des cordons de test tant qu'ils sont connectés à une source de tension.

Utilisez uniquement les sondes de tension isolées, les cordons de test et les adaptateurs fournis avec le produit ou recommandés par Tektronix afin qu'ils soient adaptés au produit.

Coupez l'alimentation du circuit à tester avant de le brancher ou de le débrancher de la sonde.

Ne branchez pas de dérivation de courant à un câble véhiculant une tension ou des fréquences supérieures à la tension nominale de la dérivation de courant.

Inspectez la sonde et les accessoires.

Avant chaque utilisation, vérifiez si la sonde et les accessoires ne sont pas endommagés (coupures, déchirures, défauts dans le corps de la sonde, accessoires, gaine de câble). Ne les utilisez pas s'ils sont endommagés.

Utilisation de mesure flottante

N'effectuez aucune mesure flottante sur le câble de référence de la sonde au-delà de la tension nominale de flottement.

Entretien de la sonde et des accessoires

Rendez-vous sur tek.com/support pour obtenir des informations sur la manière de prendre contact avec le service clientèle Tektronix.

Termes utilisés dans ce manuel et sur le produit

Les mentions suivantes peuvent figurer dans ce manuel :

WARNING: Les avertissements identifient des situations ou des opérations pouvant entraîner des blessures graves ou mortelles.

CAUTION: Les mises en garde identifient des situations ou des opérations susceptibles d'endommager le matériel ou d'autres équipements.

Les mentions suivantes peuvent figurer sur le produit :

- « DANGER » indique un risque de blessure immédiate à la lecture de l'étiquette.
- « AVERTISSEMENT » indique un risque de blessure non immédiate à la lecture de l'étiquette.
- « PRÉCAUTION » indique un risque de dommage matériel, y compris du produit.

Symboles figurant sur le produit



Lorsque ce symbole est apposé sur le produit, consultez le manuel pour rechercher la nature des dangers potentiels et les mesures à prendre pour les éviter. (Ce symbole peut également être utilisé pour indiquer à l'utilisateur les caractéristiques nominales figurant dans le manuel.)

Les symboles suivants peuvent figurer sur le produit.



MISE EN GARDE : Reportez-vous
au manuel



Terminaison à la terre



Borne de terre



AVERTISSEMENT : Haute tension



Branchement et débranchement à
un fil dénudé dangereux autorisés.



Ne pas brancher ou débrancher
sur un conducteur non isolé SOUS
TENSION DANGEREUX.



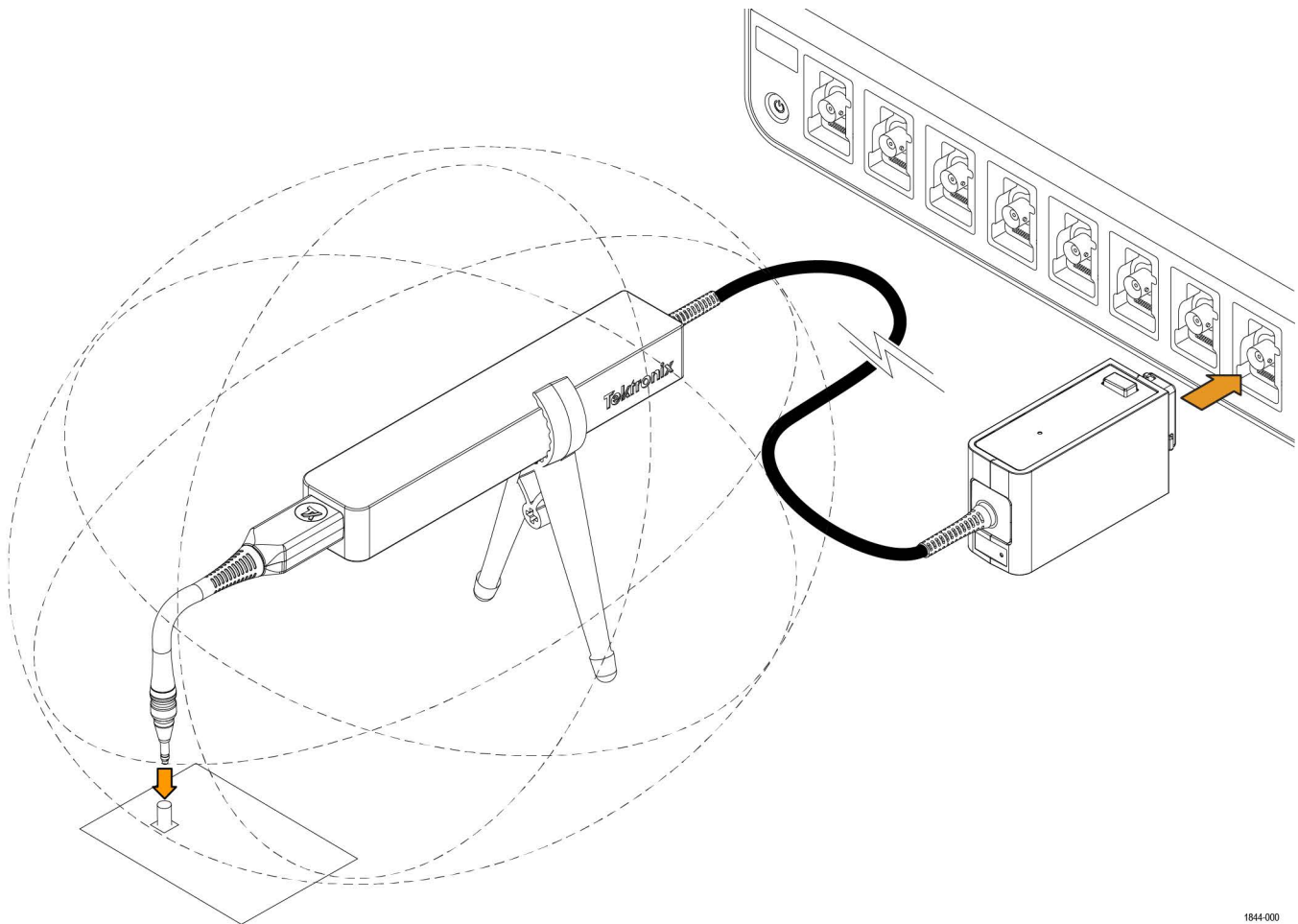
AVERTISSEMENT : Surface
chaude

Espacements requis

La plage de tension en mode commun unique du système de mesure permet de l'utiliser en présence de signaux de mode commun haute fréquence/tension élevée. Toutes les précautions doivent impérativement être observées pendant l'utilisation de ce produit.

WARNING: Des chocs électriques peuvent apparaître lors de l'utilisation du système de mesure. Le système est conçu pour isoler l'opérateur des tensions d'entrée dangereuses (tensions en mode commun) ; le boîtier en plastique de la tête de la sonde et le blindage de l'extrémité de la sonde n'assurent pas une isolation sûre. Comme recommandé dans ce document, veillez à conserver une distance de sécurité avec la tête de la sonde et l'extrémité de la sonde lorsque le système de mesure est connecté au circuit sous tension. N'accédez pas à la zone de risque de brûlure RF lorsque vous prenez des mesures sur un circuit sous tension.

La figure suivante indique les composants du système de mesure et la zone de brûlures RF potentielles dans le cas d'une utilisation avec des tensions dangereuses. La zone de brûlure RF de 1 m (40 pouces) est indiquée par les lignes en pointillés entourant la tête de la sonde.

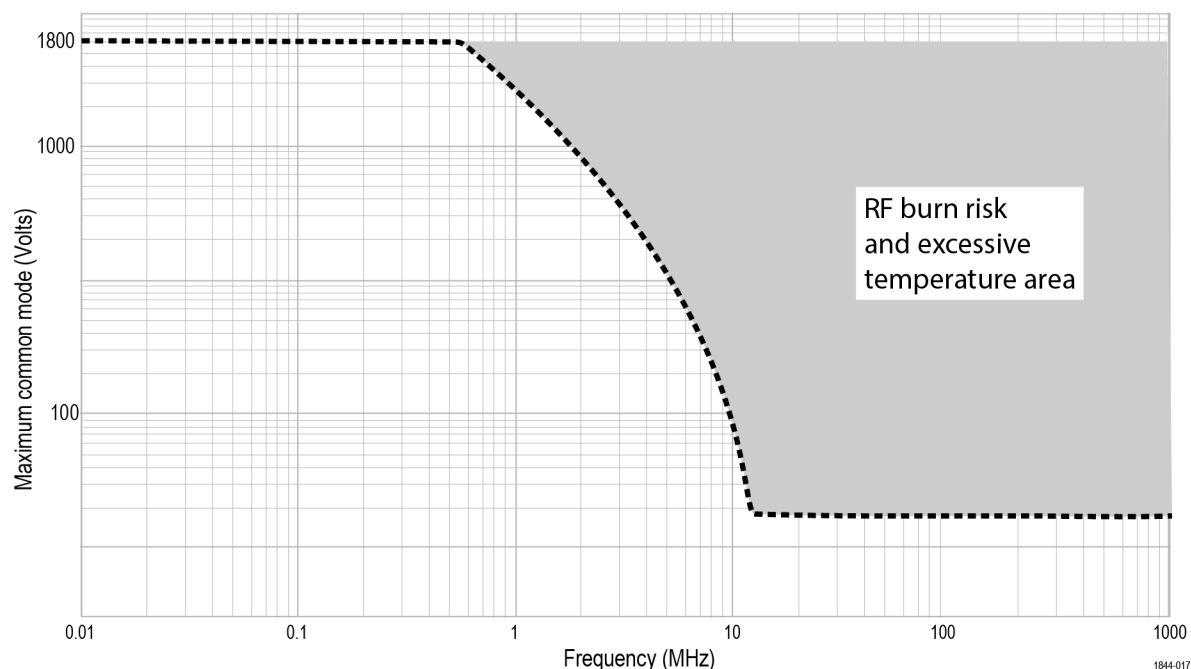


1844-000

RF burn hazard zone around the probe head

WARNING: Risque de brûlures RF. Reportez-vous à la courbe de réduction suivante pour identifier les zones dangereuses. Pour éviter les brûlures RF, n'utilisez pas la sonde dans les limites de la zone grisée du graphe.

WARNING: Il existe un risque de brûlure dû à des températures élevées sur la pointe lorsque les signaux en mode commun de salve à onde continue ou à rapport cyclique élevé sont compris entre environ 10 MHz et 50 MHz. Ceci provoque la dissipation d'une puissance importante par les ferrites de la pointe à des tensions inférieures à celles indiquées sur le graphique suivant. Pour éviter tout risque de brûlure, maintenez la température de la pointe à 85 °C (185 °F) ou moins en limitant la tension de mode commun appliquée et/ou le rapport cyclique, en abaissant la température ambiante et/ou en appliquant un flux d'air forcé par convection.



Maximum safe handling limits for common mode voltages

Conformité

Ce paragraphe répertorie les normes de sécurité et d'environnement auxquelles cet instrument est conforme. Ce produit est destiné à être utilisé uniquement par des professionnels et du personnel qualifié et n'est pas conçu pour être utilisé en environnement domestique ou par des enfants.

Les questions de conformité peuvent être directement posées à l'adresse suivante :

Tektronix, Inc. · PO Box 500, MS 19-045 · Beaverton, OR 97077, Etats-Unis

tek.com

Conformité aux normes de sécurité

Ce paragraphe répertorie les normes de sécurité auxquelles le produit est conforme et fournit également d'autres informations à propos de la conformité de la sécurité.

Déclaration de conformité CE : basse tension

La conformité aux spécifications suivantes, énoncées au Journal officiel de l'Union Européenne, a été démontrée :

Directive basse tension 2014/35/UE.

- EN 61010-1. Règles de sécurité applicables aux appareils électriques de mesure, de contrôle et de laboratoire - Partie 1 : Conditions générales
- EN 61010-2-030. Règles de sécurité applicables aux appareils électriques de mesure, de contrôle et de laboratoire - Partie 2-030 : Règles particulières applicables aux circuits de test et de mesure

Liste des laboratoires de test agréés aux États-Unis

- UL 61010-1. Règles de sécurité applicables aux appareils électriques de mesure, de contrôle et de laboratoire - Partie 1 : Conditions générales
- UL 61010-2-030. Règles de sécurité applicables aux appareils électriques de mesure, de contrôle et de laboratoire - Partie 2-030 : Règles particulières applicables aux circuits de test et de mesure

Homologation pour le Canada

- CAN/CSA-C22.2 No. 61010-1. Règles de sécurité applicables aux appareils électriques de mesure, de contrôle et de laboratoire - Partie 1 : Conditions générales
- CAN/CSA-C22.2 N° 61010-2-030. Règles de sécurité applicables aux appareils électriques de mesure, de contrôle et de laboratoire - Partie 2-030 : Règles particulières applicables aux circuits de test et de mesure

Autres normes

- CEI 61010-1. Règles de sécurité applicables aux appareils électriques de mesure, de contrôle et de laboratoire - Partie 1 : Conditions générales
- IEC 61010-2-030. Règles de sécurité applicables aux appareils électriques de mesure, de contrôle et de laboratoire - Partie 2-030 : Règles particulières applicables aux circuits de test et de mesure

Type d'équipement

Équipement de mesure et de test.

Description des niveaux de pollution

Mesure des contaminants pouvant se trouver dans l'environnement autour et à l'intérieur du produit. L'environnement intérieur d'un produit est généralement considéré identique à l'environnement extérieur. Les produits doivent être utilisés uniquement dans l'environnement pour lequel ils ont été conçus.

- Degré de pollution 1. Pas de pollution ou uniquement une pollution sèche, non conductrice. Les produits de cette catégorie sont généralement placés dans une enveloppe hermétique ou dans des salles blanches.
- Degré de pollution 2. Pollution normalement uniquement sèche et non conductrice. Une conductivité temporaire, due à la condensation, est possible. Ces produits sont généralement destinés aux environnements domestiques ou bureautiques. Une condensation temporaire se forme uniquement lorsque le produit est hors service.
- Degré de pollution 3. Pollution conductrice ou pollution sèche, non conductrice devenant conductrice en cas de condensation. Ces produits sont destinés à des environnements abrités, où la température et l'humidité ne sont pas contrôlées. La zone est protégée des rayons directs du soleil, de la pluie ou du vent.
- Degré de pollution 4. Pollution générant une conductivité continue due à la conductivité de la poussière, de la pluie ou de la neige. Emplacements extérieurs typiques.

Classification IP

IPx0 (tel que défini dans la norme CEI 60529).

Caractéristiques électriques

Caractéristiques électriques

TACP025 : courant 20 mA, 250 MHz

TACP050 : courant 20 mA, 500 MHz

TACP100 : courant 20 mA, 1 GHz

Tension maximum à la terre

1 300 V ; degré de pollution 2 ; la valeur maximum avec le niveau de transitoire ne doit pas dépasser 5 kV_{pk}

1 800 V ; Pour une utilisation dans un environnement de degré de pollution 1 ; la valeur maximum avec le niveau de transitoire ne doit pas dépasser 5 kV_{pk}

600 V pour CAT III ; degré de pollution 2

1000 V pour CAT II ; degré de pollution 2

Conformité écologique

Ce paragraphe fournit des informations sur l'impact environnemental de ce produit.

Recyclage du produit

Respectez les consignes suivantes pour le recyclage d'un instrument ou d'un composant :

Recyclage de l'appareil

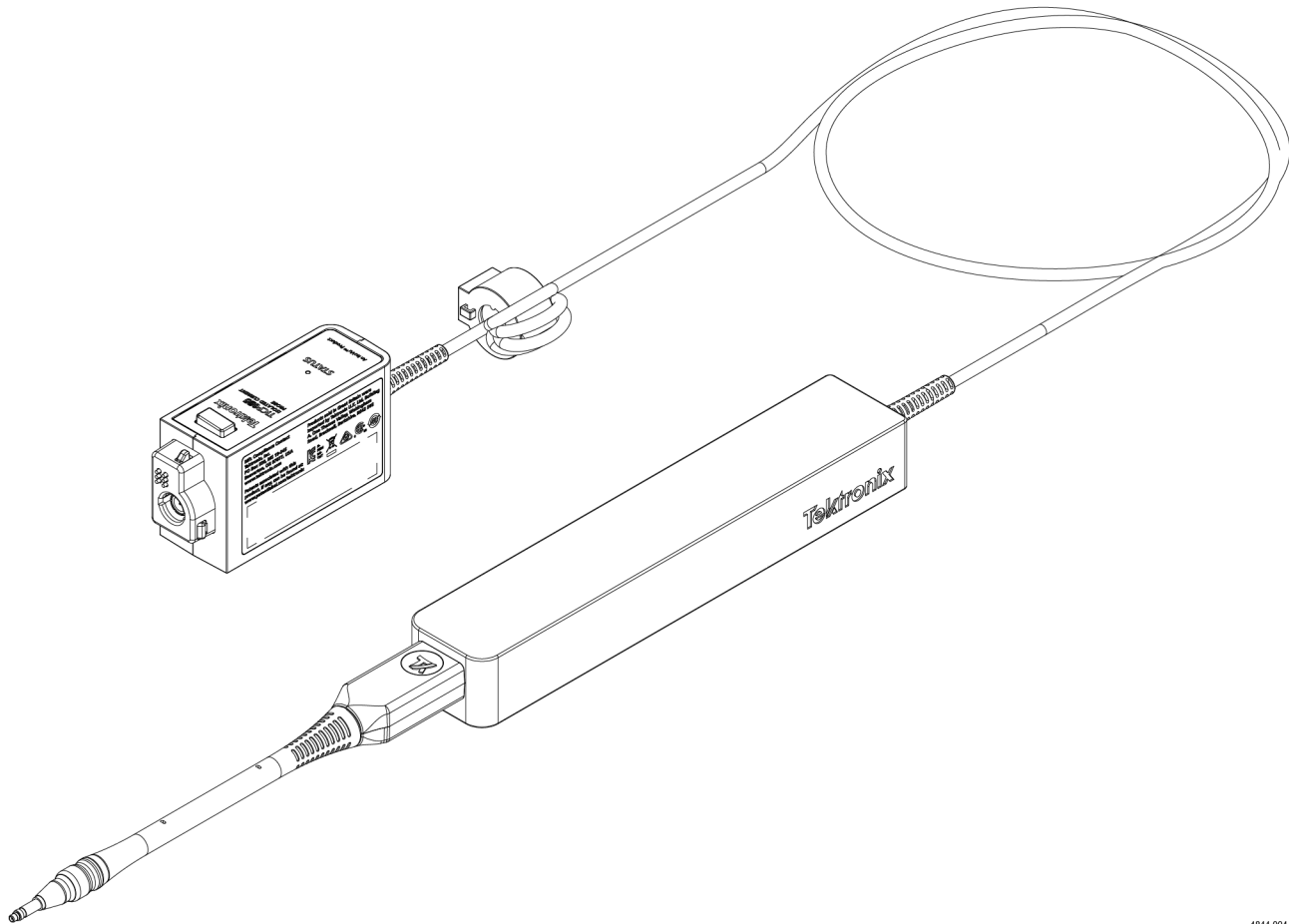
La fabrication de cet appareil a exigé l'extraction et l'utilisation de ressources naturelles. Il peut contenir des substances potentiellement dangereuses pour l'environnement ou la santé si elles ne sont pas correctement traitées lors de la mise au rebut de l'appareil. Pour éviter la diffusion de telles substances dans l'environnement et réduire l'utilisation des ressources naturelles, nous vous encourageons à recycler correctement ce produit afin de garantir que la majorité des matériaux seront réutilisés ou recyclés.



Ce symbole indique que ce produit respecte les exigences applicables de l'Union européenne, conformément aux directives 2012/19/CE et 2006/66/UE relatives aux déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE), et aux batteries. Pour en savoir plus sur les options de recyclage, consultez le site Web de Tektronix (<https://www.tek.com/productrecycle>).

Préface

Ce document fournit des informations relatives à l'installation et à l'utilisation des sondes de dérivation de courant isolées actives Tektronix de la série TICP. Cette sonde offre une bande passante, une précision, une facilité d'utilisation et une isolation inégalées pour les mesures de dérivation de courant.



1844-004

Boîtier de compensation

Le boîtier de compensation TekVPI connecte le système de mesure à l'une des voies d'entrée de l'oscilloscope. Le système est alimenté par l'interface TekVPI de l'oscilloscope. Les LED du boîtier de compensation indiquent l'état global de la sonde.

Tête de sonde

La tête de sonde fournit une interface entre l'appareil testé et le boîtier de compensation. La tête de sonde intègre une barrière d'isolation séparant l'appareil testé de la prise de terre.

Extrémités de sonde

Plusieurs options d'extrémités de sonde, permettant de connecter la tête de sonde à l'appareil testé, sont disponibles.

Spécifications des performances et fonctionnalités clés

- Isolation galvanique entre l'extrémité de sonde et l'oscilloscope
- Disponible pour trois bandes passantes : 1 GHz, 500 MHz et 250 MHz
- Large plage de mesures de courant, déterminée par le shunt utilisé avec des extrémités de sonde 1X, 10X ou 100X
- Bruit résiduel $< 4,70 \text{ nV} / \sqrt{\text{Hz}}$ ($< 21 \text{ } \mu\text{V}_{\text{RMS}}$ à 20 MHz)
- Jusqu'à 90 dB TRMC à 1 MHz
- Tension maximale en mode commun : 1 800 V ; Pour une utilisation dans un environnement de Degré de pollution 1 ; la valeur de niveau transitoire ne doit pas dépasser 5 kV_{pk}
- Précision du gain DC : 1,5 %
- Compatible avec les instruments MSO des séries 4, 5 et 6, y compris les derniers modèles B
- L'interface TekVPI™ permet de contrôler et de configurer la sonde depuis la face avant ou l'interface de programmation de l'oscilloscope
- Conseils optionnels pour mesurer le courant dans des chambres climatiques de $-40 \text{ }^{\circ}\text{C}$ à $125 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Présentation du modèle

Modèle	Description
TICP025	Sonde de courant isolée 250 MHz Tektronix
TICP050	Sonde de courant isolée 500 MHz Tektronix
TICP100	Sonde de courant isolée 1 GHz Tektronix

Accessoires standard

Le tableau suivant répertorie les accessoires livrés avec la sonde.

Accessoire	Description	Numéro de référence
	Câble d'extrémité de sonde 1X avec connecteur MMCX	TICPMM1
	Câble d'extrémité de sonde 10X avec connecteur MMCX	TICPMM10
	Adaptateur pour extrémité SMA	TICPSMA
	Atténuateur de mode commun en ferrite à pince ouverte	276-0905-XX

Accessoire	Description	Numéro de référence
	Un bipied sert à maintenir la sonde.	020-3210-XX
	Adaptateur trépied pour les accessoires ¼ in - filetage 20 UNC.	103-0508-XX
	Adaptateur pour extrémité de sonde. Permet d'adapter une extrémité IsoVu MMCX sur des broches carrées standard de 0,025" espacées de 0,100".	131-9717-XX
	Etui de transport souple avec insert en mousse.	016-2147-XX

Accessoires recommandés

Le tableau suivant répertorie les accessoires disponibles en option.

Accessoire	Description	Numéro de référence
	Extrémité de sonde 100X avec connecteur MMCX	TICPMM100
	Shunt basse puissance TICP 5 mΩ	TICS0005 (Qté. 1) TICS0005PK (Qté. 10)
	Shunt basse puissance TICP 50 mΩ	TICS0050 (Qté. 1) TICS0050PK (Qté. 10)
	Shunt basse puissance TICP 500 mΩ	TICS0500 (Qté. 1) TICS0500PK (Qté. 10)
	Shunt basse puissance TICP 5 000 mΩ	TICS5000 (Qté. 1) TICS5000PK (Qté. 10)
	Câble TICP pour shunts	TICPTWCBL (Qté. 1) TICPTWCBLPK (Qté. 5)
	1 embout pour température extrême pour TICP avec connecteur MMCX	TICPMM1ET
	10 embouts pour température extrême pour TICP avec connecteur MMCX	TICPMM10ET
	100 embouts pour température extrême pour TICP avec connecteur MMCX	TICPMM100ET
	Accessoire paire torsadée soudé	174-7492-XX
	Adaptateur broche carrée vers MMCX, espacement de 0,062"	131-9677-XX
	Cordon de pince MMCX vers IC	196-3546-XX

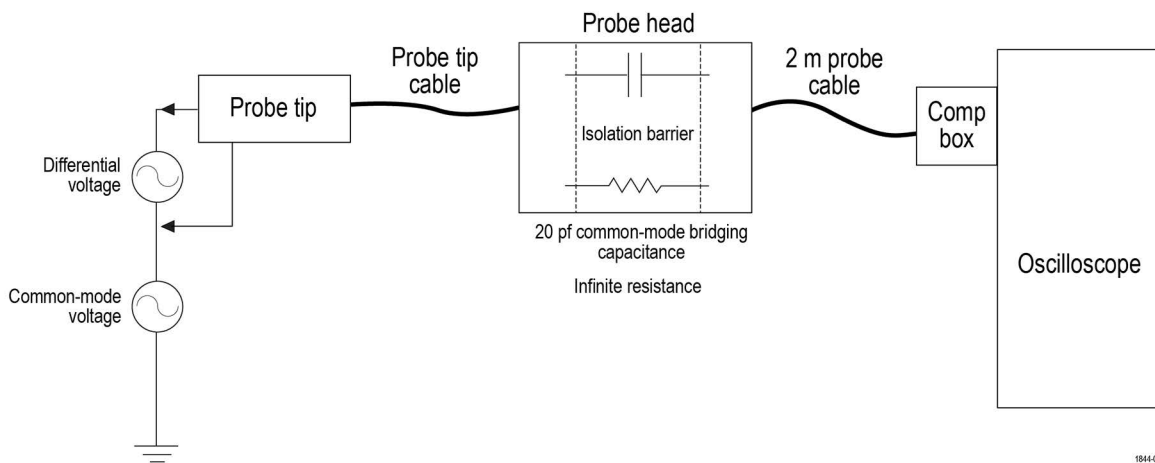
	Cordon de pince broche carrée vers IC	196-3547-XX
	Pince MicroCKT	206-0569-XX

Informations relatives au fonctionnement

Cette section vous aide à utiliser la sonde de façon efficace et sûre. Lisez toutes les informations liées à la sécurité avant d'installer votre système de mesure afin de connaître les conditions de fonctionnement et les espacements requis, notamment les zones de danger potentielles lorsque le système de mesure est connecté à l'appareil testé (DUT).

Diagramme fonctionnel TICP

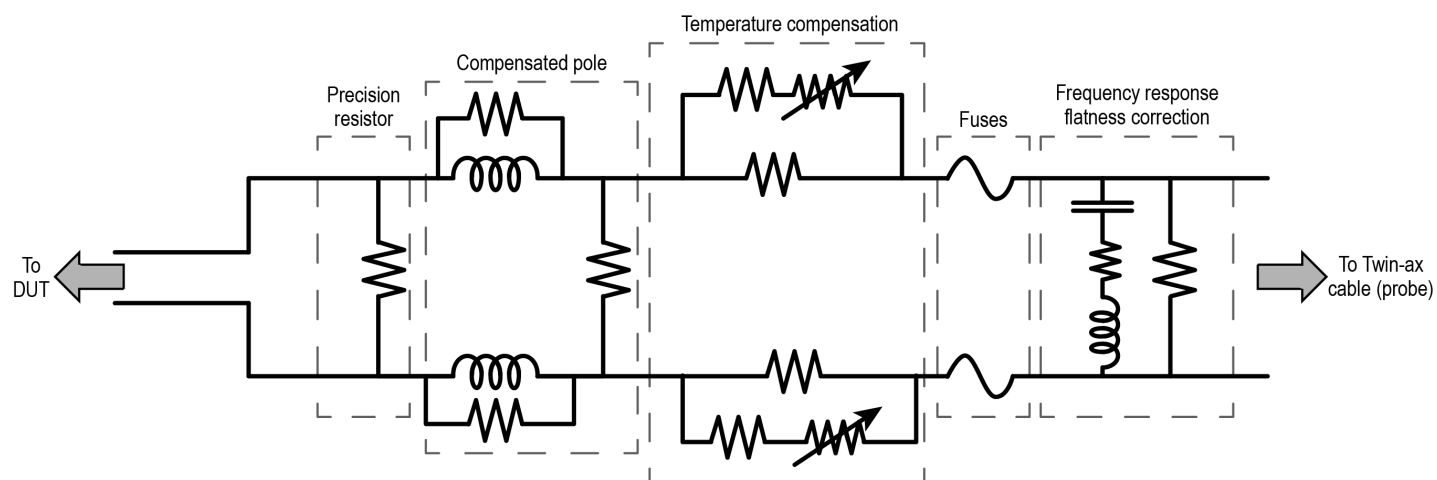
La figure suivante illustre un diagramme fonctionnel de la sonde de courant isolée TICP Series IsoVu.



La figure illustre la résistance et la capacité en mode commun vers la terre. La résistance en mode commun est quasiment infinie avec la sonde puisqu'elle est isolée galvaniquement. Elle peut donc être ignorée. La capacité de couplage en mode commun vers la prise de terre et le circuit environnant apparaît sous le nom capacité de liaison. La valeur de cette capacité sera d'environ 20 pF lorsque la tête de sonde est placée à 15,25 cm (6 pouces) au-dessus d'une surface plane.

Prenez en considération les éléments suivants pour minimiser les effets du chargement de la capacité en mode commun :

- Lorsque c'est possible, choisissez un point de référence dans l'appareil testé dont le potentiel est fixe par rapport à la terre.
- Connectez le blindage coaxial (masse) de l'extrémité de sonde à la partie de plus basse impédance du circuit.
- Éloigner physiquement la tête de sonde de toute surface conductrice permet de réduire la capacité.
- Lorsque plusieurs sondes TICP sont utilisées pour mesurer différents points du circuit qui ne partagent pas la même tension de mode commun, veillez à séparer les têtes de sonde afin de minimiser le couplage capacitif.



1844-037

Wideband shunt block diagram

Meilleures pratiques pour la gestion du système de mesure

Le système de mesure est constitué d'éléments de qualité et doit être manipulé avec précaution afin d'éviter de l'endommager ou de dégrader ses performances. Prenez les précautions suivantes lors de la gestion des sondes et des extrémités.

- Évitez d'écraser, de pincer ou de plier en marquant l'angle le câble de sonde.
- Ne tordez pas le câble.
- Évitez d'emmêler ou de faire des nœuds avec le câble de sonde.
- Évitez de tirer sur le câble de sonde.
- Ne tirez pas ou ne secouez pas le câble, surtout si ce dernier est emmêlé.
- Ne lâchez pas la tête de sonde ou le nécessaire de compensation. Cela risque de provoquer des dommages ou un désalignement des composants internes.
- Évitez de plier les extrémités de sonde ; ne dépassez pas un rayon de pliage de 51 mm (2,0 pouces). Ne dépassez pas le rayon minimal de pliage de 39 mm (1,5 pouce) des embouts pour température extrême (ET).
- Évitez d'écraser accidentellement les câbles en roulant dessus avec une chaise à roulettes ou en laissant tomber un objet lourd sur le câble.
- Rangez le système de mesure dans la mallette fournie lorsqu'il n'est pas utilisé.

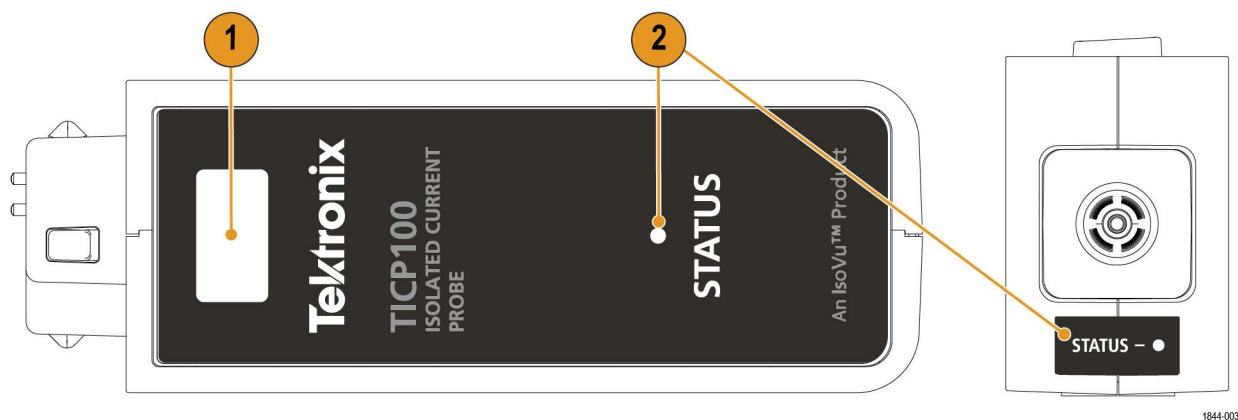
Environnement

Caractéristique	Composant	En fonctionnement	A l'arrêt
Boîtier de compensation, tête de sonde, température de l'adaptateur pour extrémité SMA		0 °C à +50 °C	-20 °C à +70 °C
Température de câbles d'extrémité standard	TICPMM1, TICPMM10, TICPMM100	-40 °C à +85 °C	40 °C à +85 °C
Température de câbles d'extrémité pour température extrême (ET)	TICPMM1ET, TICPMM10ET, TICPMM100ET	-40 °C à +125 °C	-40 °C à +125 °C ; température de stockage de -40 °C à +85 °C
Humidité	Tous les composants	Humidité relative de 5 à 85 % jusqu'à +40 °C, humidité relative de 5 à 45 % jusqu'à +50 °C, sans condensation	Humidité relative de 5 à 85 % jusqu'à +40 °C, humidité relative de 5 à 45 % jusqu'à +70 °C, sans condensation
Altitude	Tous les composants	Jusqu'à 3 000 mètres	Jusqu'à 12 000 mètres

Les embouts pour température extrême (ET) Tektronix offrent des mesures de courant précises dans des applications de test environnemental sur une plage de fonctionnement étendue de -40 °C à 125 °C.

Commandes et indicateurs

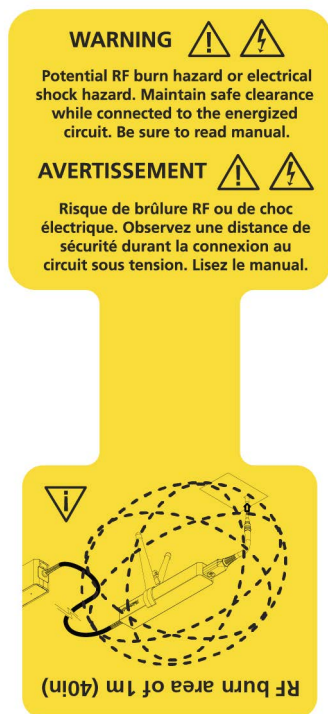
Description des commandes et indicateurs du boîtier de compensation.



1. Bouton de déverrouillage. Pour débrancher le boîtier de compensation de l'oscilloscope, appuyez sur le bouton de déverrouillage et éloignez le boîtier de l'instrument.
2. Indicateurs d'état (STATUS). Les voyants LED indiquent l'état de la sonde. L'indicateur d'état se trouve sur le haut et à l'arrière du boîtier de compensation. Pour plus d'informations sur les états des LED, consultez [Dépannage et conditions d'erreur](#) (on page 78).

Indicateurs de câble

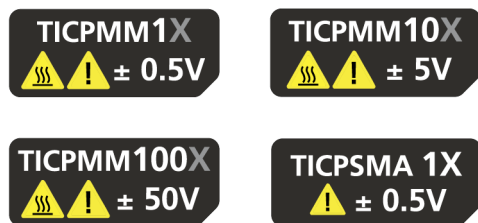
L'indicateur sur le câble affiche un avertissement sur les risques de brûlure par RF.



1844-002

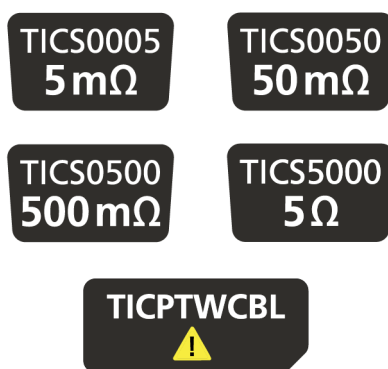
Extrémités de sonde

Chaque extrémité de sonde dispose d'un libellé qui affiche la plage dynamique maximale et le facteur d'atténuation.



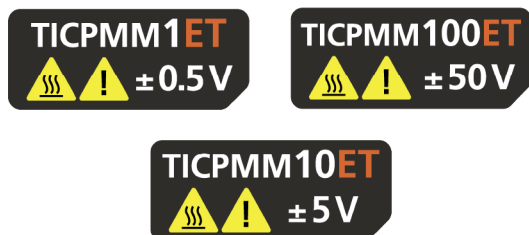
1844-001

TICPMM tip labels



1844-024

Wideband shunt labels

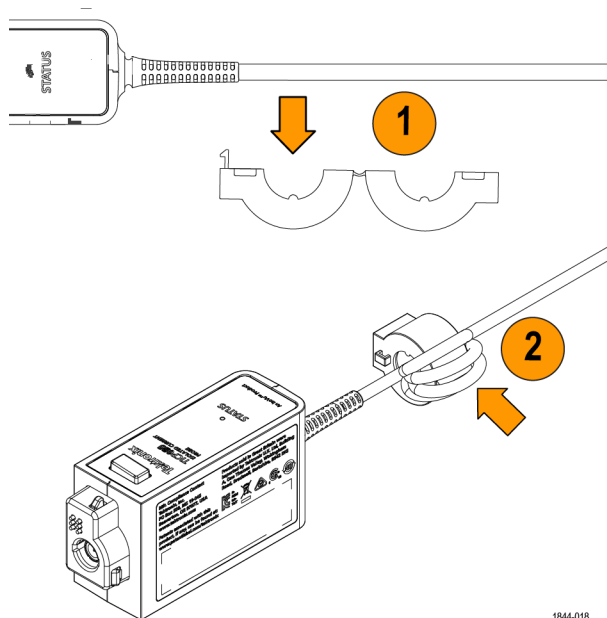


1844-027

Extreme temperature tip labels

Installation d'un collier de fixation en ferrite

Les étapes suivantes présentent l'installation du collier de fixation à mode commun en ferrite sur le câble de la sonde.



1844-018

1. Placez le collier de fixation en ferrite à mode commun à 0,25 pouce du serre-câbles du nécessaire de compensation.
2. Enroulez cinq fois le câble autour du collier en ferrite ouvert puis fermez le collier.

Assurez-vous que les boucles sont aussi petites que possible de façon à maximiser l'efficacité de la ferrite.

Pour retirer le collier de fixation en ferrite du câble de sonde, insérez un tournevis à tête plate dans l'espace entre les loquets du collier et soulevez.

Connexion à un circuit

Les étapes suivantes décrivent le processus de connexion d'une sonde Série T1CP entre un oscilloscope et l'appareil testé.

WARNING: Ne connectez pas le système de mesure à un circuit sous tension afin d'éviter tout risque d'électrocution. Mettez systématiquement le circuit testé hors tension avant d'installer ou de retirer le câble d'extrémité du circuit testé. La mallette en plastique de la tête de sonde et l'extrémité de sonde du câble de sonde n'offrent pas d'isolation.

WARNING: Afin d'éviter tout risque d'électrocution ou de brûlure RF lorsque l'appareil testé est sous tension, ne touchez pas la tête ou l'extrémité de sonde lorsque vous effectuez des mesures. Observez toujours un espacement d'un mètre (40 pouces) autour de la tête de sonde pendant la mesure. Consultez [Espaces requis](#) (on page 11).

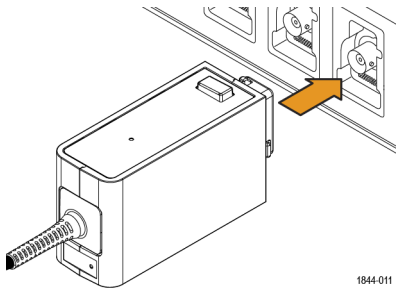
WARNING: Afin d'éviter la production d'un arc électrique à cause d'une différence de potentiel, ne placez pas la tête ou l'extrémité de sonde sur le circuit dont la tension est différente.

CAUTION: Afin d'éviter d'endommager l'équipement, ne connectez pas le blindage coaxial (masse) de l'extrémité de sonde ou de l'entrée SMA à la partie haute impédance d'un circuit. La capacité supplémentaire est susceptible d'endommager le circuit. Connectez le blindage coaxial (masse) à la partie de plus basse impédance du circuit.

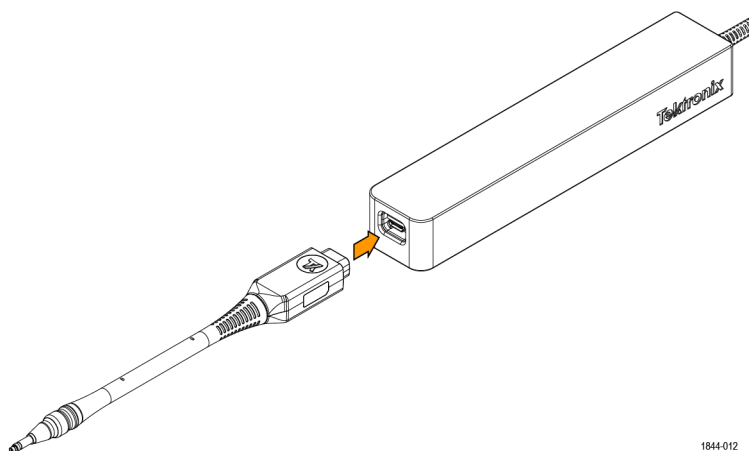
Toucher la tête de sonde ou le câble d'extrémité de sonde pendant la mesure d'une fréquence élevée en mode commun augmente le couplage capacitif et est susceptible de dégrader la charge de mode commun du circuit testé. Afin d'éviter des mesures erronées, n'empilez pas les têtes de sonde et éloignez les téléphones portables d'au moins trois mètres lorsque vous effectuez les mesures.

Assurez-vous que l'équipement testé n'est pas connecté à un circuit sous tension. Afin d'obtenir des résultats de mesure les plus précis possibles, laissez la sonde monter en température pendant 5 minutes.

1. Branchez le boîtier de compensation sur une voie disponible de l'oscilloscope.



2. Alignez les connecteurs IsoConnect™ de l'extrémité et de la tête de sonde.
Évitez de plier ou de tordre l'extrémité de sonde au cours de cette manipulation.
3. Connectez l'extrémité de sonde à la tête de sonde.



Connectez la tête de sonde à un bipied, un trépied (grâce à un adaptateur), ou un support similaire. L'utilisation d'un support permet de stabiliser la tête de sonde et de limiter les contraintes mécaniques susceptibles de s'exercer au point de connexion électrique avec l'équipement testé. Ce support permet également d'éloigner la tête de sonde des circuits et des objets conducteurs situés à proximité en vue de réduire le couplage capacitif parasite dans ces zones. L'adaptateur pour trépied fourni est nécessaire pour connecter la sonde série TACP à un trépied.

4. Connectez l'extrémité de sonde à l'appareil testé.

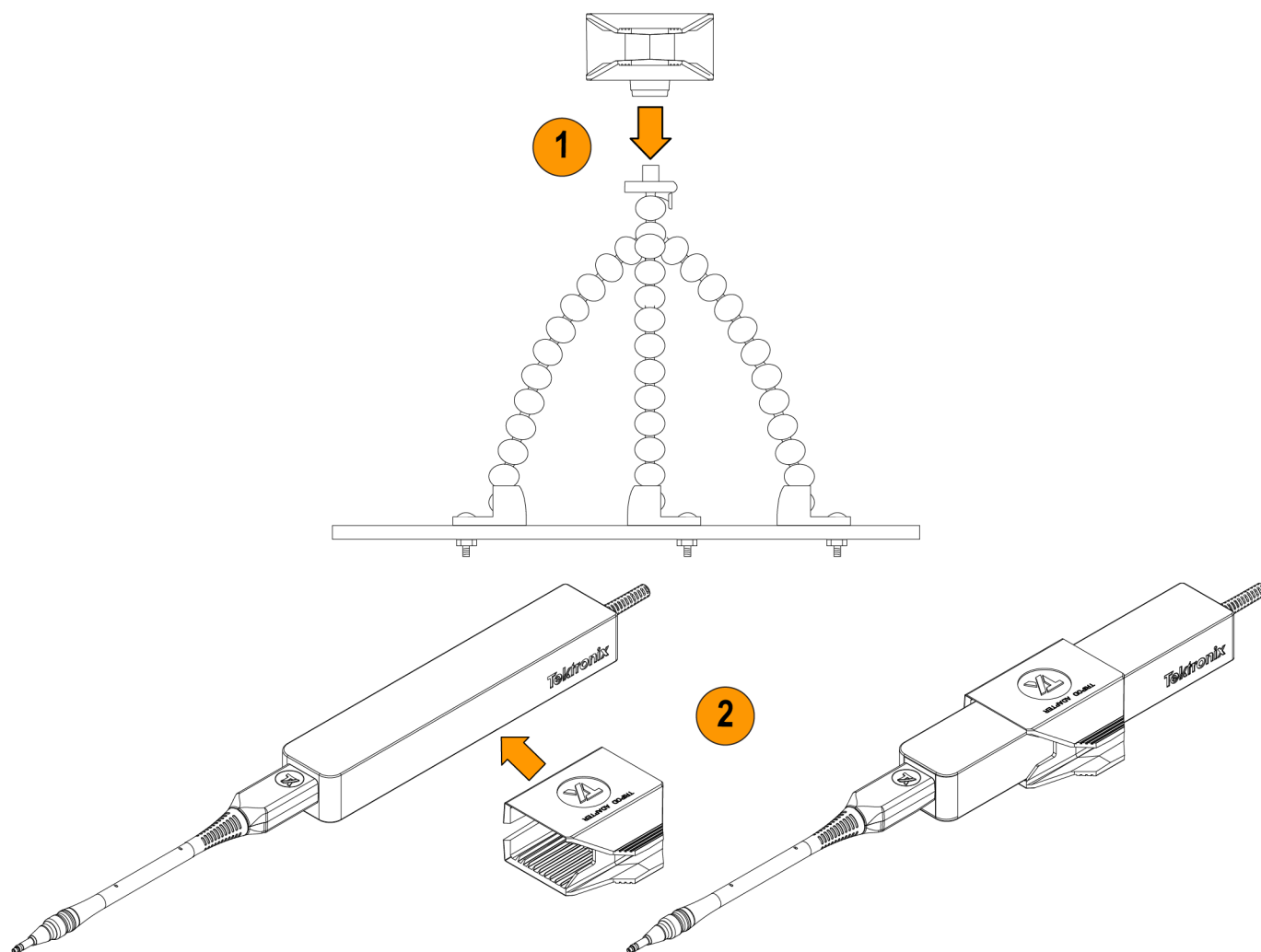
Si vous utilisez une extrémité MMCX, connectez l'extrémité à un connecteur MMCX ou à un adaptateur broche carrée avant de la brancher à l'appareil testé. L'adaptateur se connecte par les broches carrées espacées de 0,1 po (2,54 mm) ou 0,062 po (1,57 mm).

5. Paramétrez les commandes sur l'oscilloscope.

6. Alimentez l'équipement testé pour effectuer la mesure.

Installation de l'adaptateur pour trépied

Suivez les étapes ci-dessous pour installer un adaptateur de trépied sur la tête de sonde et la fixer à un trépied.



1844-015

1. Fixez l'adaptateur à un trépied compatible.

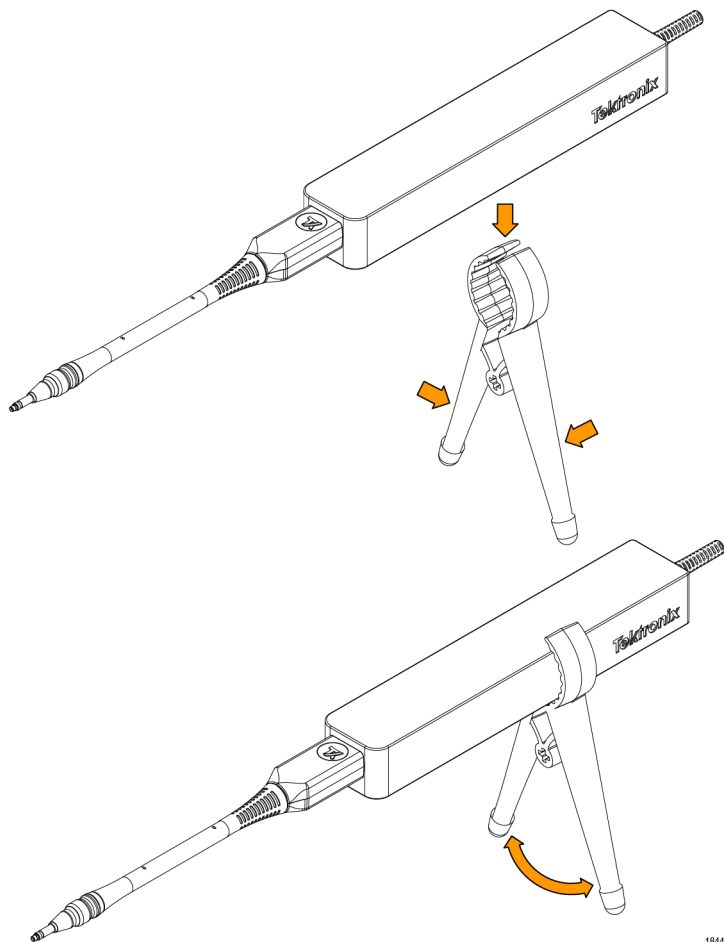
Le filetage de l'adaptateur est UNC $\frac{1}{4}$ -20. Assurez-vous que le filetage du trépied est également UNC $\frac{1}{4}$ -20.

2. Ouvrez le collier de fixation de l'adaptateur du trépied et fixez-le à la tête de sonde.

Installation du bipied

Suivez les étapes ci-dessous pour installer un bipied sur une tête de sonde.

Le trépied est recommandé lors de l'utilisation de shunts à large bande (TICS) ou d'embouts pour température extrême (ET) avec votre sonde série TICP. Le bipied peut ne pas supporter pleinement le corps de la sonde en raison de la flexibilité des embouts TWCBL ou ET.

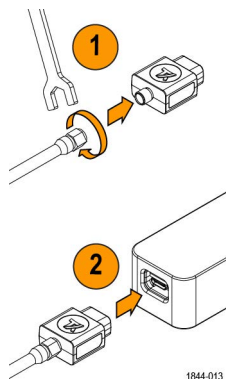


1844-014

1. Pressez les poignées du bipied l'une contre l'autre pour ouvrir le collier.
2. Placez la tête de sonde dans le collier de fixation et relâchez la poignée de façon à ce que la sonde soit à l'angle nécessaire pour se brancher à l'appareil testé.

Raccord de l'adaptateur SMA

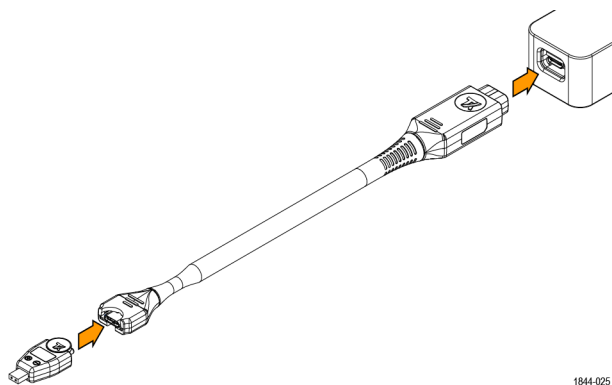
Suivez les étapes ci-dessous pour brancher l'adaptateur d'extrémité SMA du TICPSMA à la tête de sonde et au câble SMA. Il est recommandé de brancher le câble SMA à l'adaptateur SMA en premier lieu, puis de connecter l'adaptateur SMA à la tête de sonde.



1. Connectez un câble SMA à l'adaptateur SMA.
Utilisez une clé SMA pour serrer le câble SMA à 0,904 Nm (8 in lbs).
2. Connectez l'adaptateur SMA à la tête de sonde.

Connexion des shunts à large bande

Les étapes suivantes décrivent le processus de connexion des shunts à large bande et du câble Twinax à la sonde TICP. Il est recommandé d'utiliser l'adaptateur de trépied lorsque vous utilisez le câble Twinax et les shunts avec la sonde TICP. Le câble flexible Twinax n'assure pas le maintien de la tête de sonde lorsque le bipod est installé.

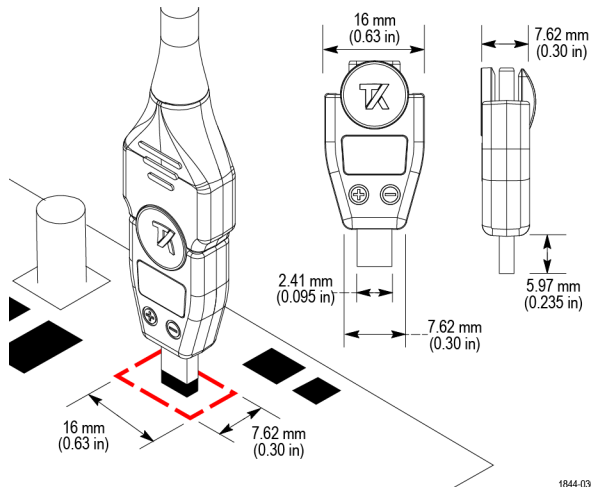


1. Connectez un shunt au câble Twinax.
2. Connectez le câble à la tête de la sonde.

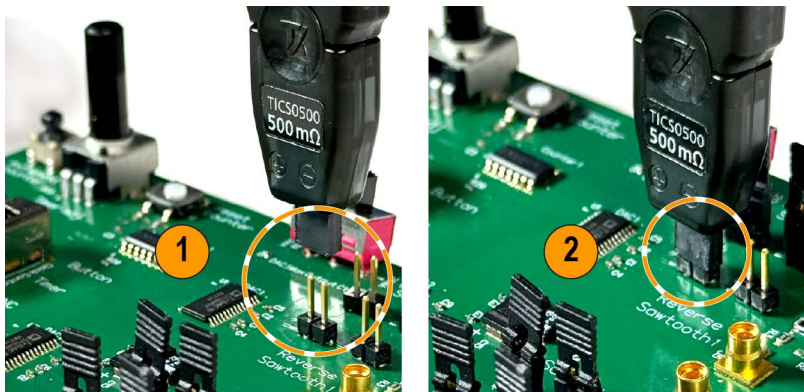
Installation du shunt à large bande sur une broche carrée

Les étapes suivantes décrivent le processus d'installation du shunt à large bande sur une broche carrée de 0,1 pouce. Les broches carrées sont fournies avec vos shunts à large bande et doivent être soudées avec la face plaqué or en contact avec les shunts. Les alternatives recommandées doivent présenter un placage or de 30 µm minimum.

La figure suivante illustre les espacements requis recommandés pour la connexion d'un shunt à large bande à une broche carrée de 0,1 pouce sur le circuit imprimé.



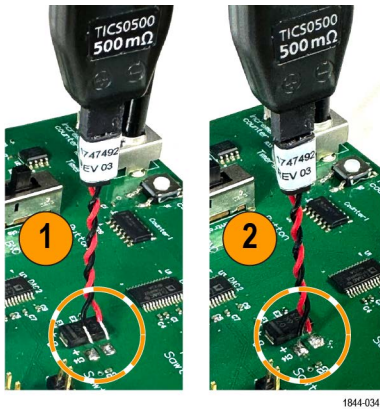
Connectez le shunt à large bande au câble Twinax avant ou après avoir connecté le shunt à une broche carrée de votre circuit imprimé. Il est recommandé d'utiliser les connecteurs à broches carrées d'un pas de 0,1 pouce fournis dans le kit de shunts ou une broche carrée équivalente plaquée or de 30 µm pour une fiabilité optimale.



1. Pour installer le shunt à large bande sur une broche carrée, alignez le connecteur du shunt avec la broche carrée.
2. Appuyez délicatement sur le shunt pour le mettre en place sur la broche carrée.

Installation du shunt à large bande avec une paire torsadée à souder

Les étapes suivantes décrivent le processus d'installation du shunt à large bande avec une paire torsadée à souder sur un circuit imprimé. Soudez l'accessoire à paire torsadée sur le circuit imprimé avant de connecter le shunt.



1. Alignez l'accessoire à paire torsadée au-dessus de vias, de pastilles ou de pistes coupées sur le circuit imprimé. L'illustration ci-dessus montre la soudure de la paire torsadée sur des pastilles.
2. Soudez les extrémités dénudées des câbles de la paire torsadée sur les vias, les pastilles ou les pistes coupées. Si nécessaire, ajoutez un peu de colle pour renforcer la connexion au circuit imprimé.

Connecter les embouts pour température extrême

Les embouts pour températures extrêmes (ET) permettent d'effectuer des mesures de courant sur une plage de températures de -40 °C à +125 °C.

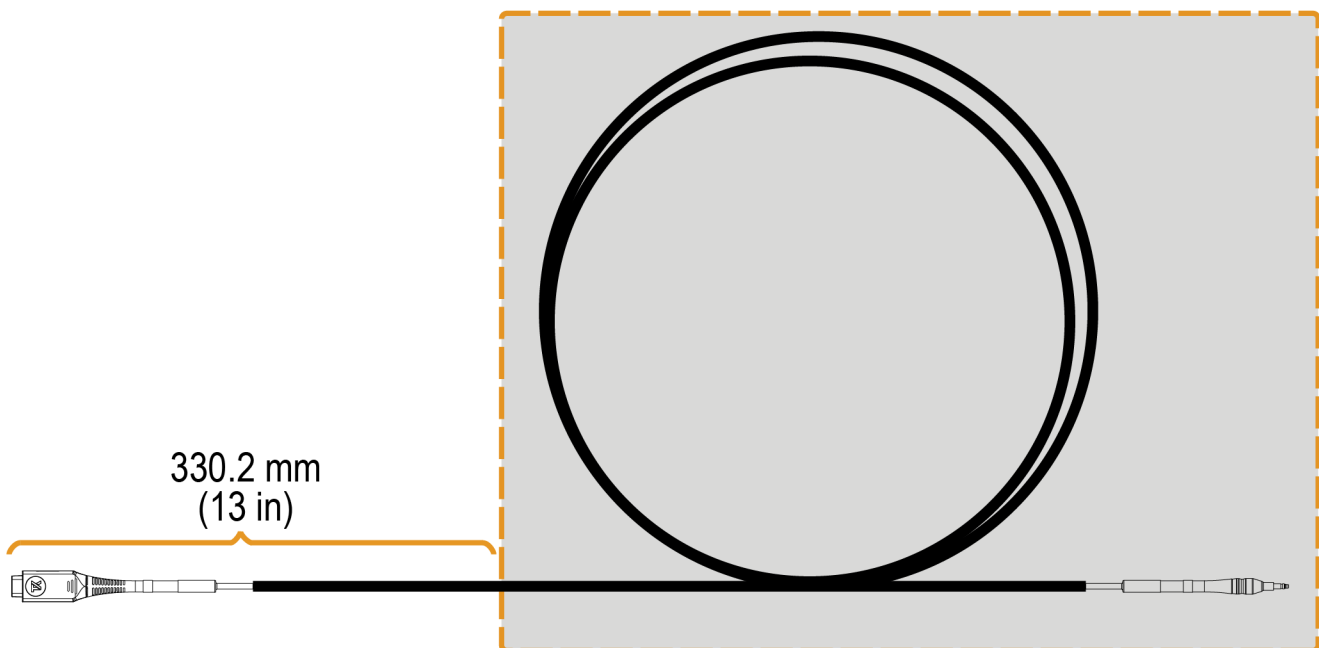
Les câbles à embout pour températures extrêmes se connectent à la tête de sonde TICP de la même façon que les embouts standard avec le connecteur MMCX. Consultez [Connexion à un circuit](#) (on page 28). Ces câbles à embout de 182 cm (six pieds) offrent une connexion entre un appareil testé placé dans une chambre thermique et un oscilloscope Tektronix et une sonde de courant TICP situés à l'extérieur de la chambre.

CAUTION: Pour éviter tout dommage sur l'embout pour température extrême, ne déconnectez pas l'embout de la sonde ou du DUT en tirant sur le câble. Si vous déconnectez l'embout de la sonde, faites-le en tenant la partie en plastique du connecteur. Si vous déconnectez l'embout du DUT, faites-le en tenant la partie en plastique de l'embout.

L'embout ET est conçu pour un usage en chambres climatiques. Cet embout n'est pas conçu pour un usage sous des têtes chauffantes locales.

CAUTION: Pour éviter d'endommager le câble à embout pour températures extrêmes, ne dépassez pas le rayon minimal de pliage de 39 mm (1,5 pouce).

Dans l'illustration ci-dessous, la région grisée avec un contour en pointillé indique la zone de travail recommandée pour un fonctionnement à des températures extrêmes. Pour éviter qu'une fuite du port d'accès de la chambre climatique impacte la tête de sonde TICP, cette zone de travail doit commencer à au moins 330,2 mm (13 pouces) de la tête de sonde.



1844-033

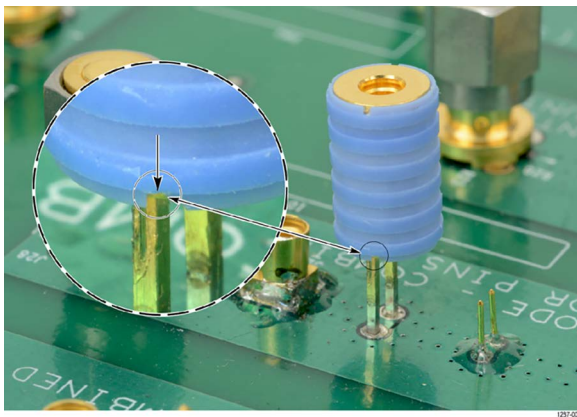
Installation des adaptateurs pour extrémité de sonde

Il existe deux adaptateurs Tektronix pour extrémité de sonde permettant de connecter les extrémités de sonde MMCX aux broches du circuit imprimé : l'adaptateur MMCX vers un pas de 2,54 mm (0,1 pouce) et l'adaptateur MMCX vers un pas de 1,57 mm (0,062 pouce).

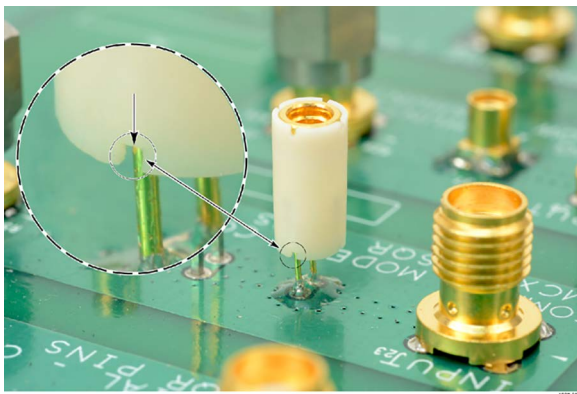
Chaque adaptateur est équipé d'une prise MMCX afin d'y connecter un câble d'extrémité IsoVu MMCX. L'autre extrémité de l'adaptateur est constituée d'une broche centrale et de quatre broches de masse (blindage) situées à l'extérieur de l'adaptateur. Les encoches des adaptateurs peuvent être utilisées pour localiser les broches de blindage. La procédure d'installation de ces adaptateurs est identique. La seule différence réside dans l'espacement des broches sur le circuit imprimé.

Pour installer les adaptateurs sur les broches carrées, alignez le centre de l'adaptateur avec la broche de source du signal sur le circuit imprimé. Utilisez l'encoche de l'adaptateur pour aligner une des broches de blindage sur la broche de masse du circuit imprimé. Les figures suivantes montrent des exemples d'alignement des adaptateurs sur le circuit imprimé.

Pour obtenir les meilleures performances électriques, notamment en matière de taux de réjection en mode commun et de susceptibilité électromagnétique, placez l'adaptateur pour extrémité de sonde le plus proche possible du circuit imprimé.

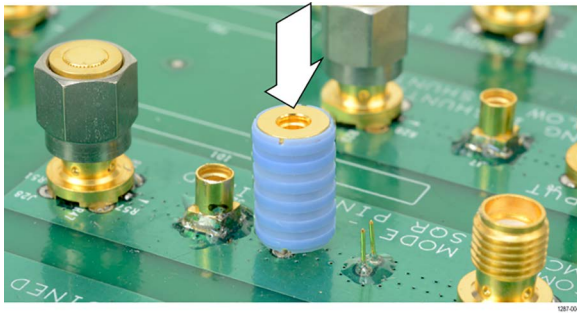


Lining up the MMCX-to-0.1-inch (2.54 mm) adapter on the circuit board

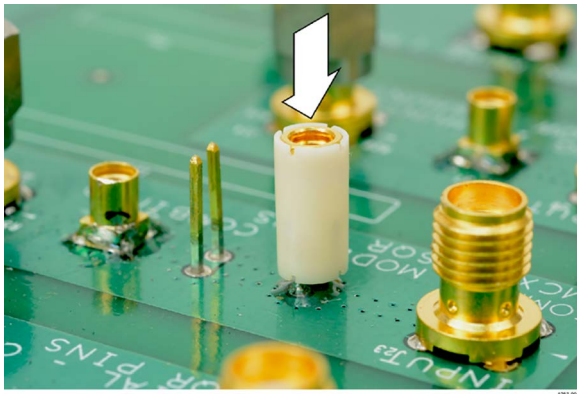


Lining up the MMCX-to-0.062-inch (1.57 mm) adapter on the circuit board

Une fois que les adaptateurs sont alignés, appuyez doucement sur l'adaptateur pour le mettre en place sur le circuit imprimé.



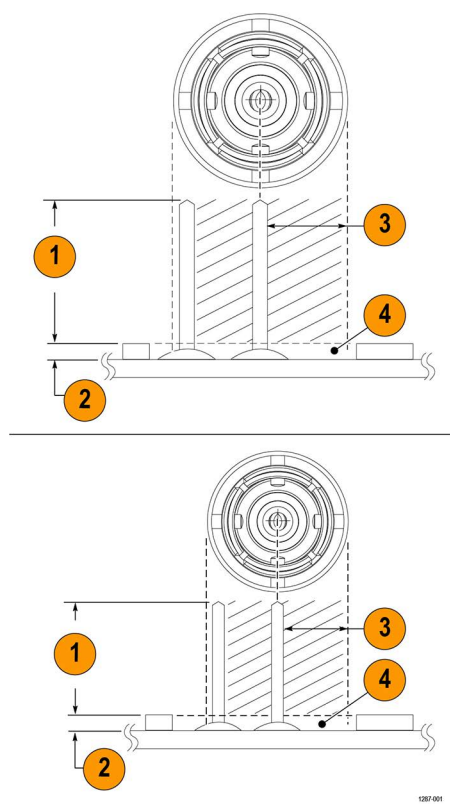
Pushing the MMCX-to-0.1-inch (2.54 mm) adapter in place



Pushing the MMCX-to-0.062-inch (1.57 mm) adapter in place

Installation des broches carrées sur le circuit imprimé

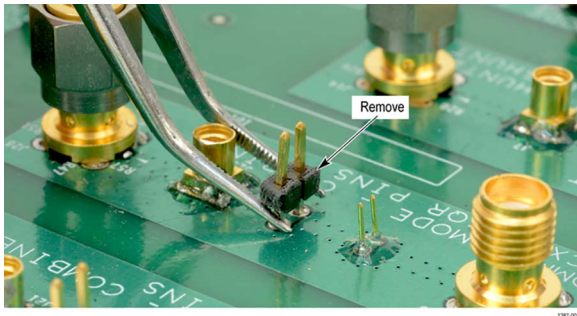
La figure et le tableau suivants présentent les espacements recommandés pour la connexion des adaptateurs aux broches carrées sur le circuit imprimé. Les parties inférieures des adaptateurs apparaissent en haut.



Adapter clearance requirements

Référence sur la figure	Adaptateur d'extrémité de sonde, MMCX vers broche carrée pas de 0,1 po, broches carrées de 0,635 mm (0,025 po)	Adaptateur d'extrémité de sonde, MMCX vers broche carrée pas de 0,062 po, broches carrées de 0,406 mm (0,016 po)
1	Recommandation : longueur maximale de la broche 6,00 mm (0,235 po)	Recommandation : longueur maximale de la broche 4,40 mm (0,170 po)
2	Réduire au minimum la zone entre l'adaptateur et le circuit imprimé	
3	Zone interdite (diamètre de chaque adaptateur)	
4	Eviter ou réduire les composants dans la zone interdite	

Les broches carrées de 0,025 pouce (0,635 mm) doivent en premier lieu être positionnées sur le circuit imprimé. Des entretoises peuvent être installées sur certaines broches carrées du circuit imprimé. Tektronix recommande de retirer les cales d'espacement en plastique des broches carrées afin de pouvoir s'approcher au plus près du circuit imprimé et d'obtenir les meilleures performances électriques, notamment au niveau du taux de réjection en mode commun. Vous pourriez avoir besoin d'utiliser des précelles pour retirer ces entretoises comme l'illustre la figure suivante.



Removing the header from square pins on the circuit board

Tektronix fournit un ensemble de broches à souder (de diamètre 0,018 pouce [0,46 mm]) qui doivent être installées sur le circuit imprimé pour utiliser l'adaptateur MMCX vers 0,062 pouce (1,57 mm). Utilisez l'accessoire d'aide à la soudure (référence Tektronix 003-1946-xx) pour installer ces broches sur le circuit imprimé.

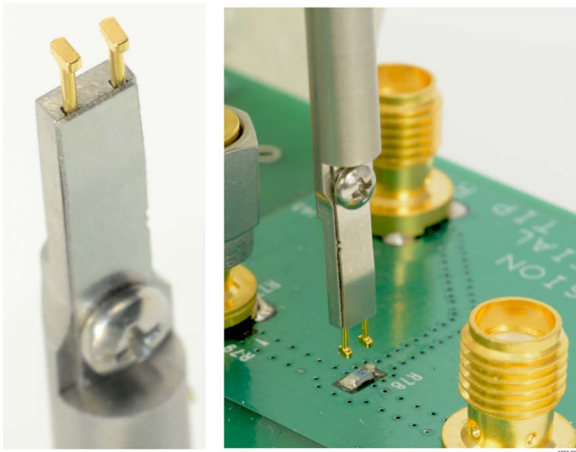
Les broches à souder sont très petites et peuvent s'avérer difficiles à manipuler. Tektronix recommande d'utiliser des précelles et une loupe pour installer des broches sur le circuit imprimé.

Les broches à souder peuvent être installées autour d'un composant monté en surface du circuit imprimé, mais il convient de respecter un espacement adéquat afin que l'adaptateur bénéficie d'une connexion électrique optimale. Reportez-vous à la figure d'espacement requis.

Le blindage coaxial (masse) de l'extrémité et des adaptateurs pour extrémité de sonde doit toujours être connecté au point de plus basse impédance (généralement un rail de masse ou d'alimentation du circuit) dans le circuit testé (par rapport au conducteur central ou au câble d'extrémité de sonde) afin d'obtenir la forme d'onde la plus précise possible.

Observez les étapes suivantes pour installer les broches à souder avec l'outil d'aide à la soudure sur le circuit imprimé :

1. Insérez précautionneusement les broches à souder dans l'outil d'aide à la soudure comme indiqué sur le schéma suivant.



Using the soldering aid to install the square pins on the circuit board

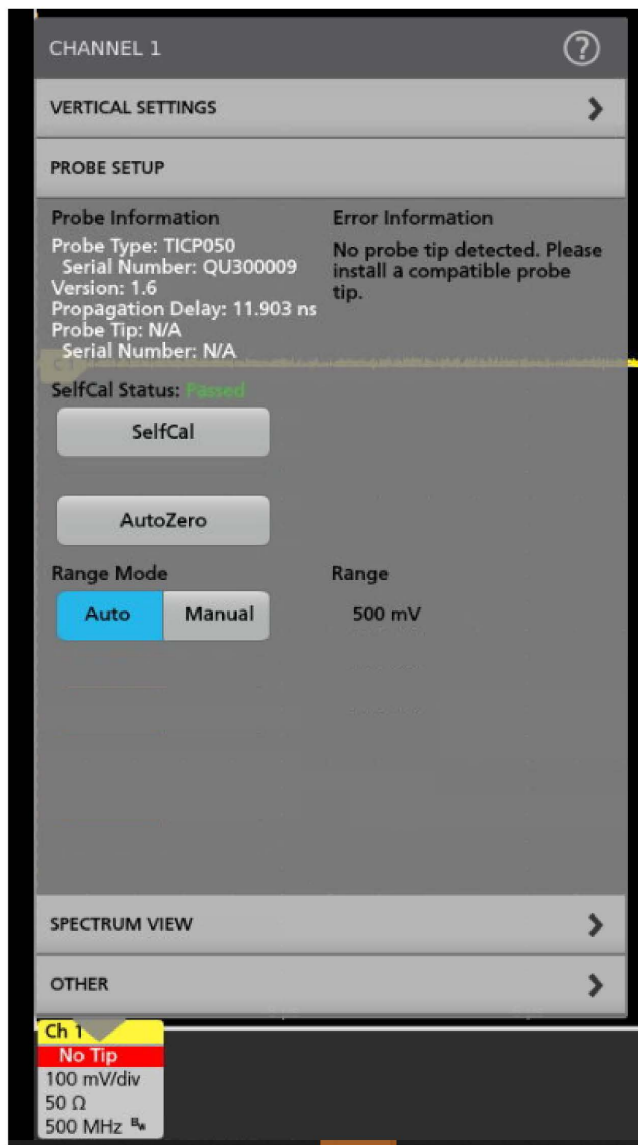
2. Utilisez l'outil d'aide à la soudure pour maintenir les broches carrées en place lorsque vous les soudez sur le circuit imprimé.
3. Si nécessaire, ajoutez un peu de colle pour renforcer la connexion au circuit imprimé. Cependant, limitez autant que possible l'épaisseur de colle afin de garder un contact électrique de qualité avec l'adaptateur. Consultez la figure d'espacement requis.

menu Probe Setup (Paramètres de la sonde)

Utilisez le menu de paramètres de la sonde pour afficher les informations sur la sonde, effectuer un étalonnage automatique (SelfCal), exécuter la mise à zéro automatique (AutoZero), modifier le mode de plage, et configurer la plage.

Pour accéder au menu de configuration de sonde sur l'oscilloscope, touchez deux fois le badge de voie analogique correspondant sur la barre des paramètres et touchez **Paramétrage de la sonde**.

Vous recevrez un message d'avertissement si vous connectez la sonde à l'oscilloscope sans avoir attaché une extrémité de sonde. Les images suivantes montrent le menu avec et sans avertissement.



Étalonnage automatique

La fonction d'étalonnage automatique (SelfCal) corrige la précision du gain et le décalage DC. Ces paramètres varient à mesure que la sonde atteint la température de fonctionnement et restent constants une fois la température constante.

Vérifiez l'**État de SelfCal** dans le menu **Configuration de la sonde**. L'état indique si SelfCal a **réussi**, **échoué** ou s'il est **recommandé** d'exécuter SelfCal.

Pour vérifier l'état de SelfCal à distance, utilisez `SELF CAL:STATE?`. Les commandes PI déterminant l'étalonnage automatique sont `RECOMMENDED`, `RUNNING` ou `PASSED`.

Il est préférable d'exécuter à nouveau SelfCal si une variation de 10 °C de la température ambiante a eu lieu ou si l'état est **Recommended**. Pour effectuer une calibration automatique, procédez comme suit :

1. Touchez le badge de voie correspondant à la voie à laquelle vous avez connecté la sonde.
2. Dans le menu de la voie, agrandissez l'onglet **Configuration de la sonde**.
3. Touchez le bouton **SelfCal**.

Pour exécuter l'étalonnage automatique à distance, utilisez la commande `CH<x>:PROBE:SELF CAL EXECUTE` PI. La voie connectée est spécifiée par un « x ».

NOTE: Pour de meilleurs résultats, exécutez l'étalonnage automatique alors que la sonde est connectée à l'appareil testé hors tension.

Si vous utilisez des échelles verticales de 10 mV/div ou moins, l'étalonnage automatique de la sonde doit être effectué avec l'extrémité de sonde encore attachée et en n'appliquant aucun signal à l'extrémité de sonde. De plus, pour les extrémités TICPSMA et TICPMX1X, il est recommandé de laisser une impédance d'alimentation représentative (appareil testé éteint) connectée à l'extrémité de sonde pendant l'auto-étalonnage.

Sur des échelles verticales plus élevées, ou dans le cas particulier où une extrémité TICPSMA ou TICPMX1X alimentée par une très faible impédance (résistance de shunt $\leq 5 \Omega$), déconnecter l'extrémité de la tête de sonde peut constituer une bonne alternative afin d'assurer qu'aucun signal n'est appliqué pendant l'étalonnage automatique.

La sonde série T1CP met cinq minutes à monter en température et l'étalonnage automatique prend moins de deux minutes. L'**état SelfCal** devient alors **réussi** ou **échoué**.

Mise à zéro automatique

La mise à zéro automatique et l'étalonnage automatique agissent sur différentes parties du système de mesure. L'étalonnage automatique optimise les mesures en ajustant les paramètres de la sonde. Quant à Mise à zéro automatique, il s'agit d'une fonction de l'oscilloscope utilisée quand la représentation du signal n'est pas correctement centrée (par exemple, en raison d'une légère erreur de décalage de tension continue). Mise à zéro automatique se lance automatiquement après l'étalonnage automatique.

Il est important d'éteindre l'appareil testé ou de déconnecter votre sonde de l'appareil testé avant de lancer la Mise à zéro automatique.

Plage automatique

Il est possible de sélectionner le **Mode de la plage**, que ce soit pour les options **Auto** ou **Manuel**. Lorsque le mode de la plage est configuré sur **Auto**, la plage de la sonde est automatiquement sélectionnée lorsque la molette V/div de l'oscilloscope est actionnée. La relation entre la plage de la sonde et le paramètre V/div correspond à celle consignée dans les Plages et dans le tableau du réglage Volts/div des MSO Séries 4/5/6.

Plages

Le système de mesure offre un éventail de plages diversifié, que la sonde soit utilisée avec ou sans extrémité. Cela permet de varier entre la plage dynamique et le bruit résiduel en fonction des nécessités pour la mesure à effectuer.

CAUTION: Afin d'éviter d'endommager la sonde, ne dépassez pas la tension crête nominale pour une extrémité ou une tête de sonde donnée. La limite de tension non destructive maximale (tension crête) n'augmente pas lors des modifications des plages de sonde.

Sur les Instruments MSO de série 4, 5, et 6, les plages peuvent être sélectionnées lorsque le **Mode de plage** est défini sur **Manuel**. Vous trouverez les paramètres V/div recommandés dans le tableau ci-dessous. Les plages décrites correspondent à une entrée de sonde SMA et une extrémité 1X. Pour obtenir les valeurs pour une extrémité de sonde, multipliez la plage et le réglage V/div par l'atténuation de l'extrémité.

Plages et réglages Volts/div pour les MSO Séries 4/5/6

Plages de sonde pour les MSO Séries 4/5/6	Réglage V/div recommandé
20 mV	2 mV/div
30 mV	5 mV/div
45 mV	5 mV/div
65 mV	10 mV/div
90 mV	10 mV/div
125 mV	20 mV/div
175 mV	20 mV/div
250 mV	20 mV/div
350 mV	50 mV/div
500 mV	100 mV/div

Lors de l'utilisation d'une extrémité, le libellé de chaque extrémité de sonde affiche la plage dynamique maximale et le facteur d'atténuation. Lorsque des plages plus sensibles sont sélectionnées, la plage dynamique est limitée. Reportez-vous à la plage de tension différentielle linéaire d'entrée dans le tableau des spécifications pour obtenir plus d'informations.

Choix de l'extrémité de sonde

CAUTION: Évitez les conditions de surtension susceptibles d'endommager ou d'abîmer la terminaison d'entrée de la tête du capteur en choisissant l'extrémité de sonde adéquate. Il est essentiel de sélectionner le facteur d'atténuation d'extrémité de sonde adéquat pour que la terminaison d'entrée de la tête de sonde ne soit pas abîmée ou endommagée par une condition de surtension. Choisissez l'extrémité de sonde qui offrira l'atténuation la plus faible pour le signal mesuré.

Lorsque vous choisissez une extrémité de sonde pour une application donnée, posez-vous les questions suivantes :

- Quelle est la tension crête/efficace maximale au point de test mesuré (par exemple, dans le cas d'une condition de défaillance) ?
- Quelle est la résistance d'entrée unidirectionnelle minimale que mon circuit peut tolérer ?
- Quelle est la taille de la portion de signal que je souhaite afficher en une fois sur l'oscilloscope ?
- De quelle sensibilité ai-je besoin (par exemple, le paramètre V:Div minimum) ?

Le tableau suivant vous aidera à choisir l'extrémité de sonde adaptée. Démarrez en haut du tableau et descendez dans la liste. Choisissez la première extrémité qui répond à vos critères.

Choix de l'extrémité de sonde

Extrémité de sonde	Paramètre V:Div le plus sensible	Plage dynamique	Tension non destructive maximale (DC + crête AC)	Résistance d'entrée unidirectionnelle
TICPSMA	1 mV	$\pm 0,5$ V	± 3 V	50 Ω
TICPMM1/TICPMM1ET	1 mV	$\pm 0,5$ V	± 3 V	50 Ω
TICPMM10/ TICPMM10ET	10 mV	± 5 V	± 15 V	500 Ω
TICPMM100/ TICPMM100ET	100 mV	± 50 V	± 60 V	5 000 Ω

Pour connaître la tension non destructive maximale, reportez-vous au graphique Tension d'entrée différentielle maximale vs diminution en fonction de la fréquence.

Compensation

Chaque sonde intègre des valeurs de retard de propagation nominales qui peuvent être automatiquement appliquées via le menu **Vertical** de l'oscilloscope. Il est possible d'améliorer la précision de la compensation à l'aide d'un signal connu et d'un accessoire de compensation. Lorsqu'il est critique que les relations chronologiques entre les représentations du signal soient correctes, procédez toujours à l'élimination des distorsions de votre système de test à l'aide d'un équipement que vous connaissez.

Décalage d'entrée

Le système de mesure offre une tension de décalage réglable référencée sur l'entrée. Cela permet d'afficher une portion du signal qui se situe hors de l'écran ou d'examiner des comportements sensibles qui se produisent sur une tension différentielle plus élevée. Par exemple, un échelon de 0 V à 0,6 V dépasserait habituellement une plage d'entrée de $\pm 0,5$ V. En appliquant un décalage de 250 mV, l'échelon de 600 mV est ramené dans la plage dynamique de la sonde et s'affiche correctement. Le décalage est appliqué par la sonde.

Plage de tension

La sonde est conçue pour permettre la caractérisation de circuits à haute fréquence présentant une plage étendue de tensions différentielles en présence de tensions de mode commun. La compréhension des limites et différences entre les tensions nominales examinées dans cette section est essentielle à l'optimisation de la fidélité du signal et à la précision de la mesure.

Bien que la plage de tension en mode commun de la sonde soit très large (1000 V CATII), la plage d'entrée différentielle est limitée et dépend de l'atténuation de l'extrémité, de la plage de gain sélectionnée et du décalage appliqué.

Les conditions de tension d'entrée sont divisées en plusieurs plages d'entrées.

Plage de tension en mode commun

La tête de sonde bénéficie d'une isolation de la terre, ce qui permet d'obtenir une plage d'entrée du mode commun de 1 000 V CATII. La plage d'entrée en mode différentiel est plus limitée et se base sur le signal qui peut être appliqué sur l'extrémité de sonde, quelle que soit la tension en mode commun.

La plage de tension différentielle se base sur la mesure réelle qui apparaît sur l'écran de l'oscilloscope lors de l'utilisation d'IsoVu™. Pour obtenir des résultats précis, la mesure doit se trouver dans l'intervalle du décalage appliqué $\pm$ plage de V_{diff} de l'extrémité.

$$\text{Mes. } V = \text{décalage } V \pm \text{diff. } V$$

Plage de tensions de décalage

La tension de décalage peut être appliquée via les réglages du menu **Vertical** de l'oscilloscope. La plage de capacité de décalage d'entrée de la sonde est de $\pm 0,5 \text{ V}$ à $\pm 50 \text{ V}$ en fonction de l'extrémité utilisée. Ce décalage est appliqué à la tête de sonde et aide à ramener les signaux appliqués dans la plage dynamique (V_{diff}) de la sonde.

Plage de tension différentielle non destructive maximale

La plage d'entrée différentielle non destructive maximale correspond à la tension différentielle maximale pouvant être appliquée à l'entrée sans endommager la sonde. Les caractéristiques nominales sont égales à DC + crête AC (aucune portion du signal d'entrée différentiel ne devrait dépasser cette valeur). La tension différentielle non destructive maximale varie de $\pm 3 \text{ V}$ à $\pm 60 \text{ V}$ en fonction du type d'extrémité de sonde utilisé. Le dépassement de ces valeurs endommagera de façon permanente les composants et la tête de sonde.

Caractéristiques

Ce chapitre énonce les spécifications de l'instrument. Toutes les spécifications sont typiques, à l'exception de celles désignées comme garanties. Les spécifications types sont fournies à titre indicatif, mais ne sont pas garanties. Les spécifications portant le symbole ✓ sont garanties et indiquées à la section de vérification des performances.

Toutes les caractéristiques sont typiques et s'appliquent à tous les modèles, sauf indication contraire.

Pour répondre à ces spécifications, ces conditions doivent être vérifiées :

- L'instrument doit fonctionner dans les limites environnementales définies dans ce manuel.
- L'instrument doit avoir fonctionné en continu pendant au moins cinq minutes à la température de fonctionnement spécifiée.
- Le système de mesure est alimenté par un oscilloscope compatible TekVPI.

Les spécifications garanties décrivent les performances garanties avec des limites de tolérance ou conformément à certaines exigences de test normalisées.

Présentation générale de la sonde et de l'extrémité

Présentation de la série de sonde TICP

Caractéristique	TICP100	TICP050	TICP025
Bande passante	1 GHz	500 MHz	250 MHz
Temps de montée	400 ps	700 ps	< 1,4 ns
Précision du gain DC	± 1,5 %		
Tension maximale en mode commun	1800 V; For use in a Pollution Degree 1 environment; Max with transient level not to exceed 5kV _{pk}		
	1300 V; Pollution degree 2; Max with transient level not to exceed 5kV _{pk}		
	600 V for CAT III; Pollution degree 2		
	1000 V for CAT II; Pollution degree 2		
Densité spectrale du bruit efficace	4,70 nV / √Hz (< 21 μV _{RMS} à 20 MHz)		
Longueur du câble de la sonde	2 mètres		

Présentation des shunts à large bande TICS

Caractéristique	TICS0005	TICS0050	TICS0500	TICS5000
Résistance	5 MΩ	50 MΩ	500 MΩ	5 Ω
Bande passante	200 MHz	250 MHz	250 MHz	250 MHz

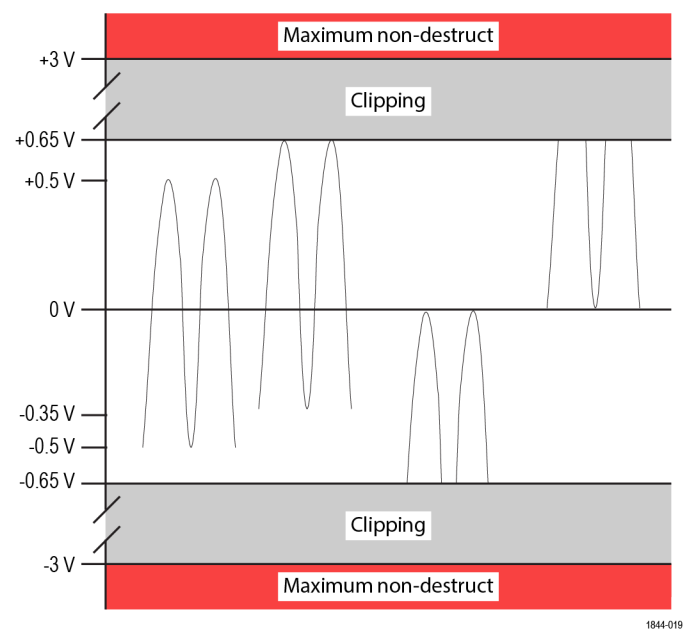
Caractéristique	TICS0005	TICS0050	TICS0500	TICS5000
Temps de montée	1,2 ns	1,2 ns	1,2 ns	1,3 ns
Courant d'impulsion maximum (ramené à la largeur d'impulsion du courant. Reportez-vous au graphique de courbe de courant pulsé.)	200 A	20 A	2 A	200 mA
Niveau de bruit (A RMS) en bande passante totale	13 mA	1,5 mA	150 µA	15 µA
Précision du gain DC	<2 %			
Inductance d'insertion	6 nH - 7 nH pour broches carrées et TICS			
	2 nH - 3 nH pour broches carrées et cavalier uniquement			
Coefficient de température (Tcr)	100 ppm/°C			
Puissance nominale	1 W continu			
Longueur du câble Twinax	236 mm			
Dimensions du shunt	16 mm x 9 mm x 33 mm			
Connexion d'entrée au DUT	Broche carrée (espacement de 100 mil)			

Plage de tension d'entrée, impédance d'entrée

Plage de tension d'entrée différentielle + Plage de décalage ne doit pas dépasser la Tension d'entrée mesurable maximale. Par exemple, le décalage est limité à ± 0,15 V dans la plage de ± 0,5 V du TICPSMA.

Extrémités de sonde	Plage de tension d'entrée différentielle	Plage de décalages	Tension d'entrée mesurable maximale (Vpk)	Tension différentielle non destructive maximale	Impédance d'entrée
TICPSMA	± 0,5 V	± 0,5 V	0,65 V	± 3 V ; 3 V _{RMS}	50 Ω S.O.
TICPMM1/ TICPMM1ET	± 0,5 V	± 0,5 V	0,65 V	± 3 V ; 3 V _{RMS}	50 Ω S.O.
TICPMM10/ TICPMM10ET	±5 V	± 5 V	6,5 V	± 15 V ; 15 V _{RMS}	500 Ω < 3 pF
TICPMM100/ TICP100MMET	± 50 V	± 50 V	50 V	± 60 V ; 60 V _{RMS}	5 000 Ω < 3 pF

Le décalage complet de ± 0,5 V est disponible dans la plage de ± 0,125 V de la sonde de la série TICP.



1844-019

Differential input voltage range

Niveau de bruit (A eff)

$$\text{Noise Floor (A RMS)} = \frac{4.70 \frac{nV}{\sqrt{Hz}} \times \sqrt{\text{Bandwidth}}}{R_{shunt}}$$

Niveau de bruit de la sonde série TICP (A RMS)

Shunt sélectionné	20 MHz	250 MHz	1 GHz
TICP 50 Ω en tant que shunt	420 nA	1,5 µA	3,0 µA
Shunt 5 Ω	4,2 µA	14,9 µA	29,7 µA
Shunt 1 Ω	21 µA	74,3 µA	149 µA
Shunt 500 mΩ	42 µA	149 µA	297 µA
Shunt 50 mΩ	420 µA	1,5 mA	3,0 mA
Shunt 5 mΩ	4,2 mA	14,9 mA	29,7 mA
Shunt 500 µΩ	42 mA	149 mA	297 mA
Shunt 50 µΩ	420 mA	1,5 A	3,0 A
Shunt 15 µΩ	1,4 A	5,0 A	9,9 A

Niveau de bruit des shunts à large bande (A RMS)

Shunt sélectionné	20 MHz	200 MHz	250 MHz
5 Ω (TICS5000)	4,2 µA	13 µA	15 µA
500 mΩ (TICS0500)	42 µA	130 µA	150 µA
50 mΩ (TICS0050)	420 µA	1,3 mA	1,5 mA
5 mΩ (TICS0005)	4,2 mA	13 mA	-

Le niveau de bruit d'un shunt à large bande dépend de la place d'entrée de la TICP, de la bande passante et de la valeur du shunt. Chiffres calculés avec la TICP dans la plage ± 20 mV.

Courant maximal mesurable

La valeur maximale dépend de la puissance nominale de votre shunt.

$$\text{Maximum Measurable Current (A)} = \frac{\text{Maximum Measurable Input } V_{pk}}{R_{shunt}}$$

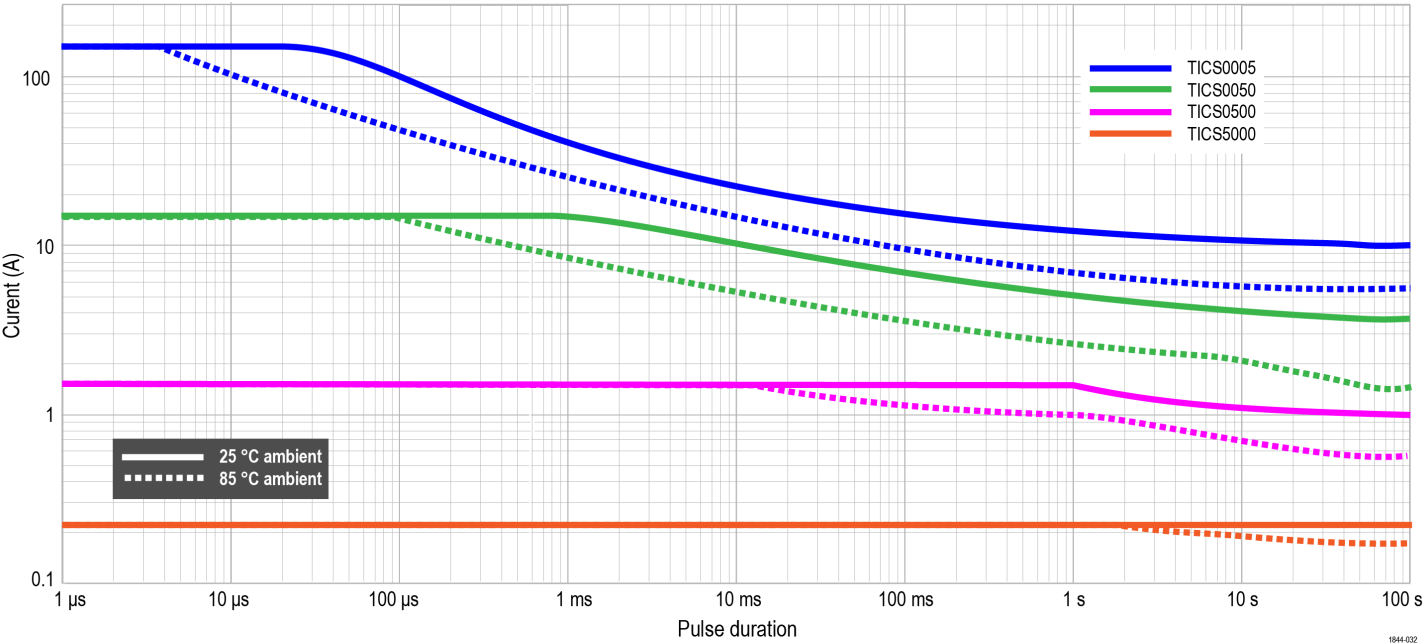
Courant maximum mesurable de la sonde série TICP

Shunt sélectionné	TICPMM1	TICPSMA	TICPMM10	TICPMM100
TICP 50 Ω en tant que shunt	13 mA		-	-
Shunt 5 Ω	130 mA		1,3 A	10 A
Shunt 1 Ω	650 mA		6,5 A	50 A
Shunt 500 mΩ	1,3 A		13 A	100 A
Shunt 50 mΩ	13 A		130 A	1,0 kA
Shunt 5 mΩ	130 A		1,3 kA	10 kA
Shunt 500 μΩ	1,3 kA		13 kA	100 kA
Shunt 50 μΩ	13 kA		130 kA	1 000 kA
Shunt 15 μΩ	43,3 kA		433,3 kA	3 300 kA

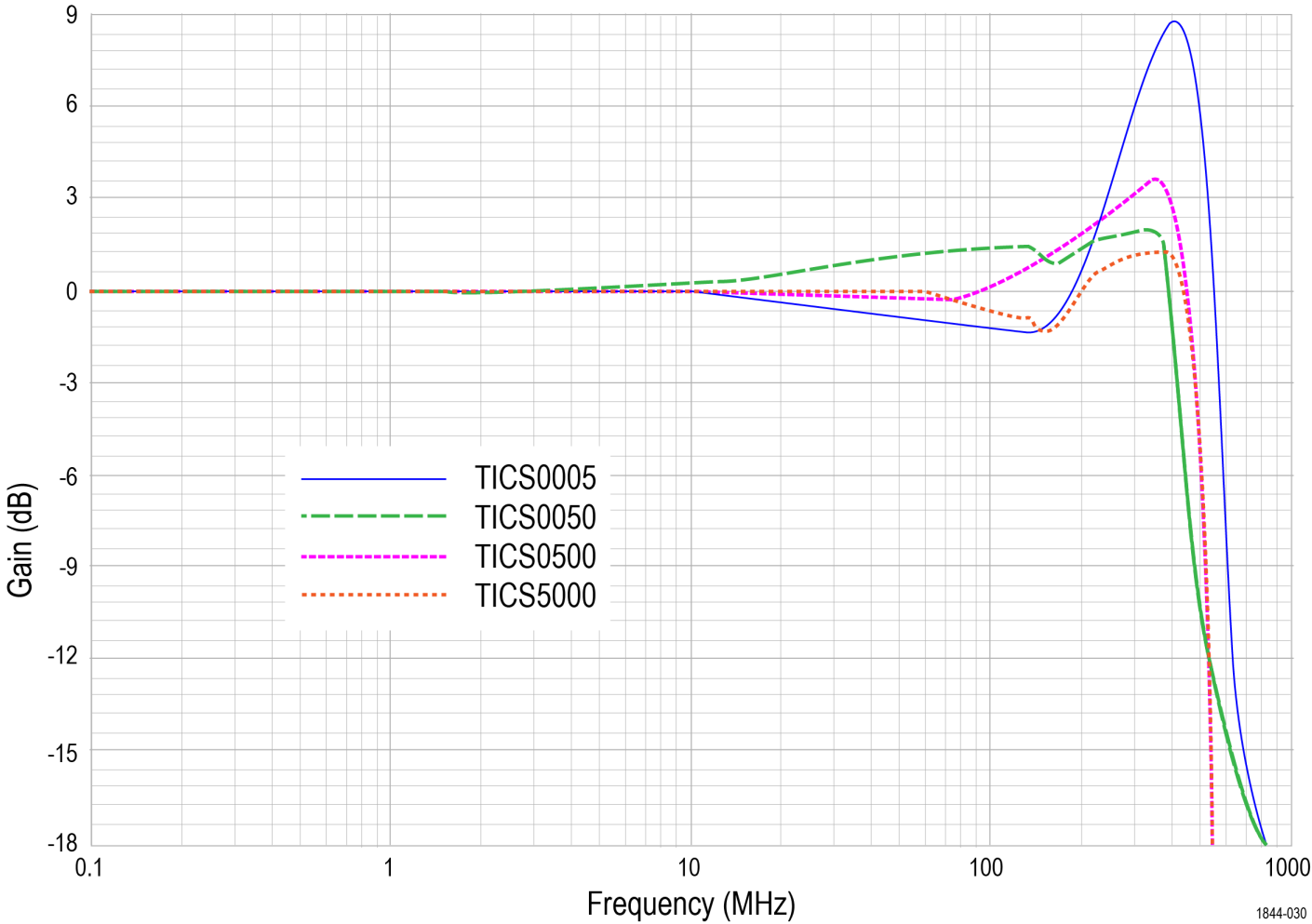
Courant maximal mesurable des shunts à large bande

Shunt sélectionné	20 μs	1 ms	100 ms	1 s	100 s
5 Ω (TICS5000)	0,2 A	0,2 A	0,2 A	0,2 A	0,2 A
500 mΩ (TICS0500)	2 A	2 A	2 A	2 A	1,4 A
50 mΩ (TICS0050)	20 A	19 A	8,8 A	6,4 A	4,5 A
5 mΩ (TICS0005)	200 A	70 A	28 A	20 A	14 A

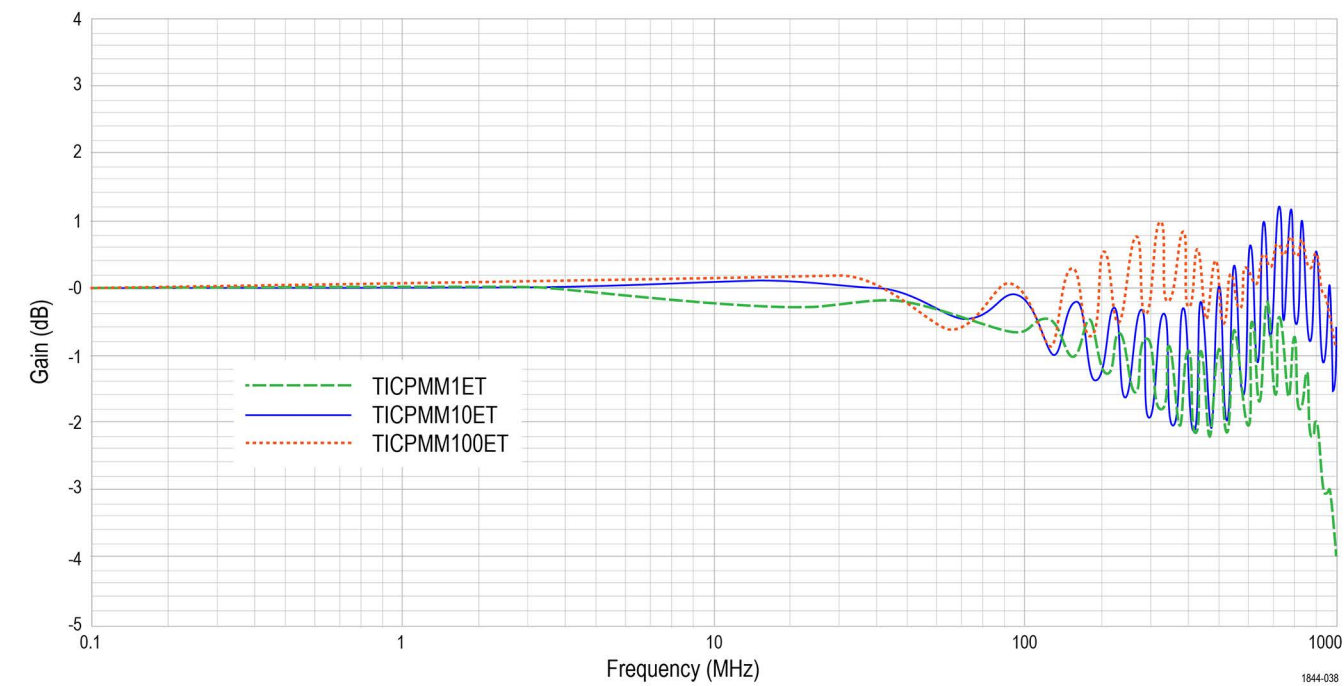
Ramené à la largeur d'impulsion du courant. Reportez-vous au graphique de courbe de courant pulsé. Les impulsions de rampe (par exemple, les tests d'impulsions double), peuvent prendre trois fois plus de temps que les signaux carrés au même courant de crête.



Wideband shunts pulse current curve



Wideband shunts frequency response

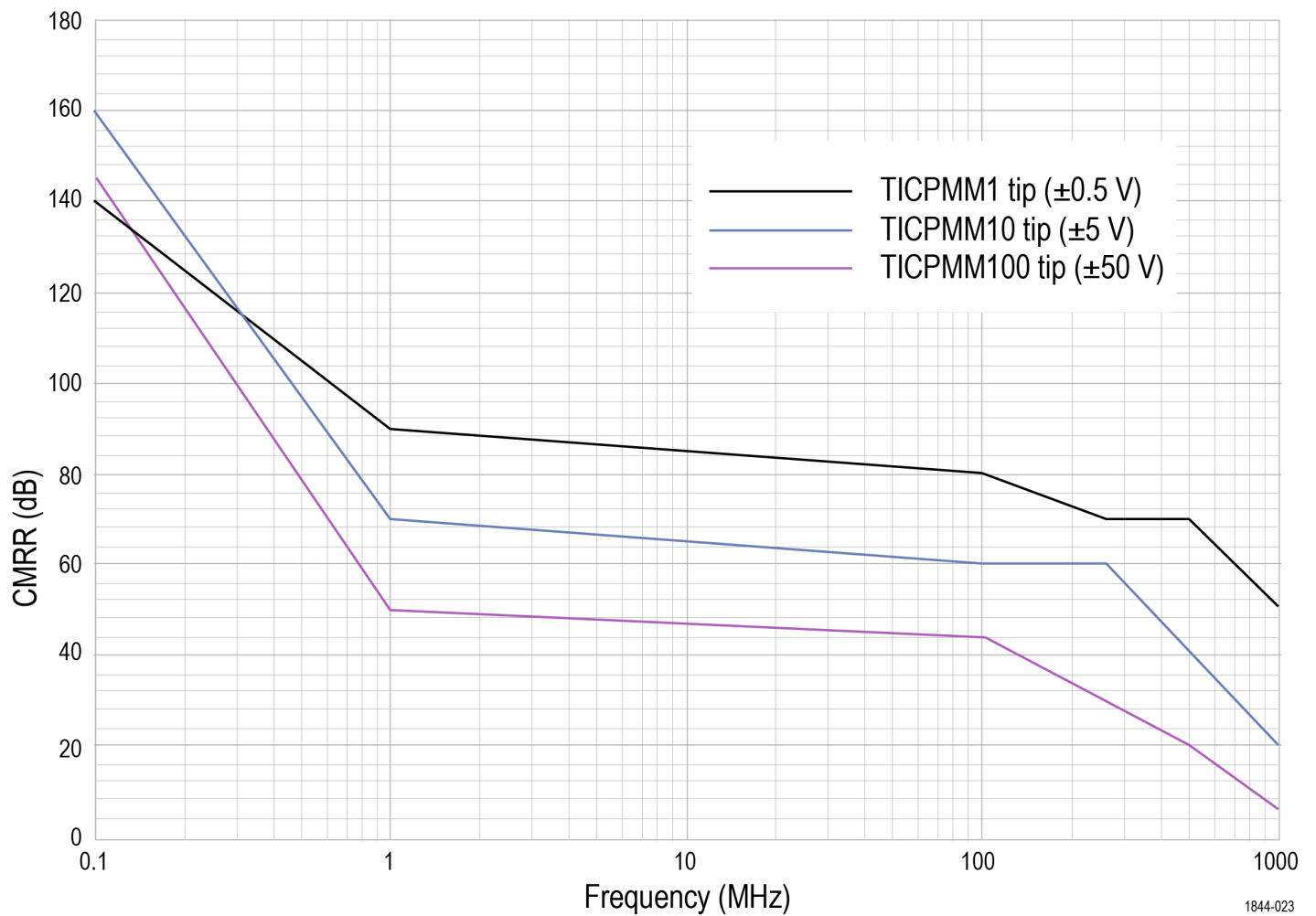


Extreme temperature tip frequency response

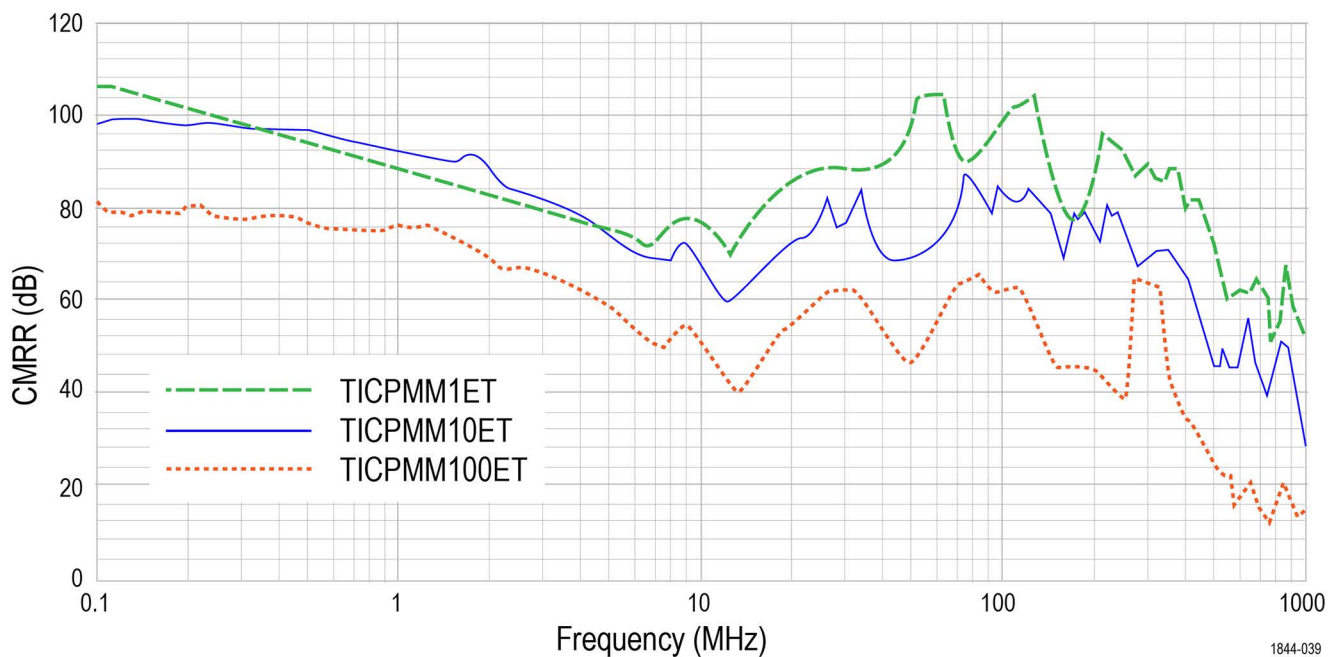
Plages des sondes

Les valeurs publiées correspondent aux extrémités TICPSMA et TICPMM1. Pour les extrémités 10X ou 100X, multiplier respectivement par 10 ou 100.

Plage d'entrée	Plage de décalages	Densité spectrale du bruit efficace (V_{RMS})	Niveau de bruit à 20 MHz (V_{RMS})
$\pm 0,5 \text{ V}$	$\pm 0,15 \text{ V}$	$22,9 \text{ nV} / \sqrt{\text{Hz}}$	$102,5 \mu V_{RMS}$
$\pm 0,35 \text{ V}$	$\pm 0,30 \text{ V}$	$17,4 \text{ nV} / \sqrt{\text{Hz}}$	$77,8 \mu V_{RMS}$
$\pm 0,25 \text{ V}$	$\pm 0,40 \text{ V}$	$15,0 \text{ nV} / \sqrt{\text{Hz}}$	$67,2 \mu V_{RMS}$
$\pm 0,175 \text{ V}$	$\pm 0,475 \text{ V}$	$9,5 \text{ nV} / \sqrt{\text{Hz}}$	$42,4 \mu V_{RMS}$
$\pm 0,125 \text{ V}$	$\pm 0,5 \text{ V}$	$8,7 \text{ nV} / \sqrt{\text{Hz}}$	$38,9 \mu V_{RMS}$
$\pm 0,09 \text{ V}$	$\pm 0,5 \text{ V}$	$6,3 \text{ nV} / \sqrt{\text{Hz}}$	$28,3 \mu V_{RMS}$
$\pm 0,065 \text{ V}$	$\pm 0,5 \text{ V}$	$5,5 \text{ nV} / \sqrt{\text{Hz}}$	$24,7 \mu V_{RMS}$
$\pm 0,045 \text{ V}$	$\pm 0,5 \text{ V}$	$4,7 \text{ nV} / \sqrt{\text{Hz}}$	$21,2 \mu V_{RMS}$
$\pm 0,03 \text{ V}$	$\pm 0,5 \text{ V}$	$4,7 \text{ nV} / \sqrt{\text{Hz}}$	$21,2 \mu V_{RMS}$
$\pm 0,02 \text{ V}$	$\pm 0,5 \text{ V}$	$4,7 \text{ nV} / \sqrt{\text{Hz}}$	$21,2 \mu V_{RMS}$



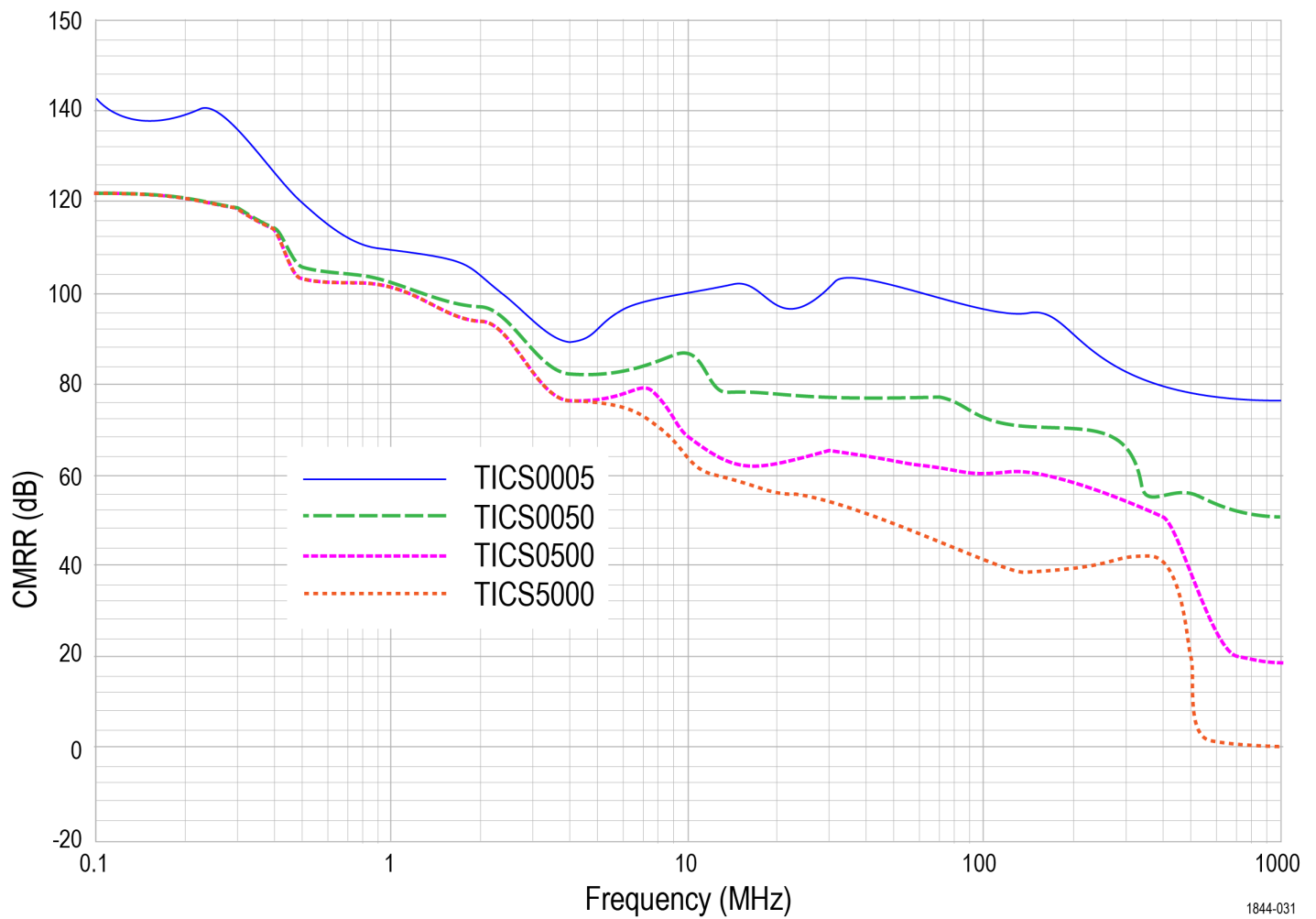
The IsoVu isolated current probes common mode rejection ratio (CMRR)



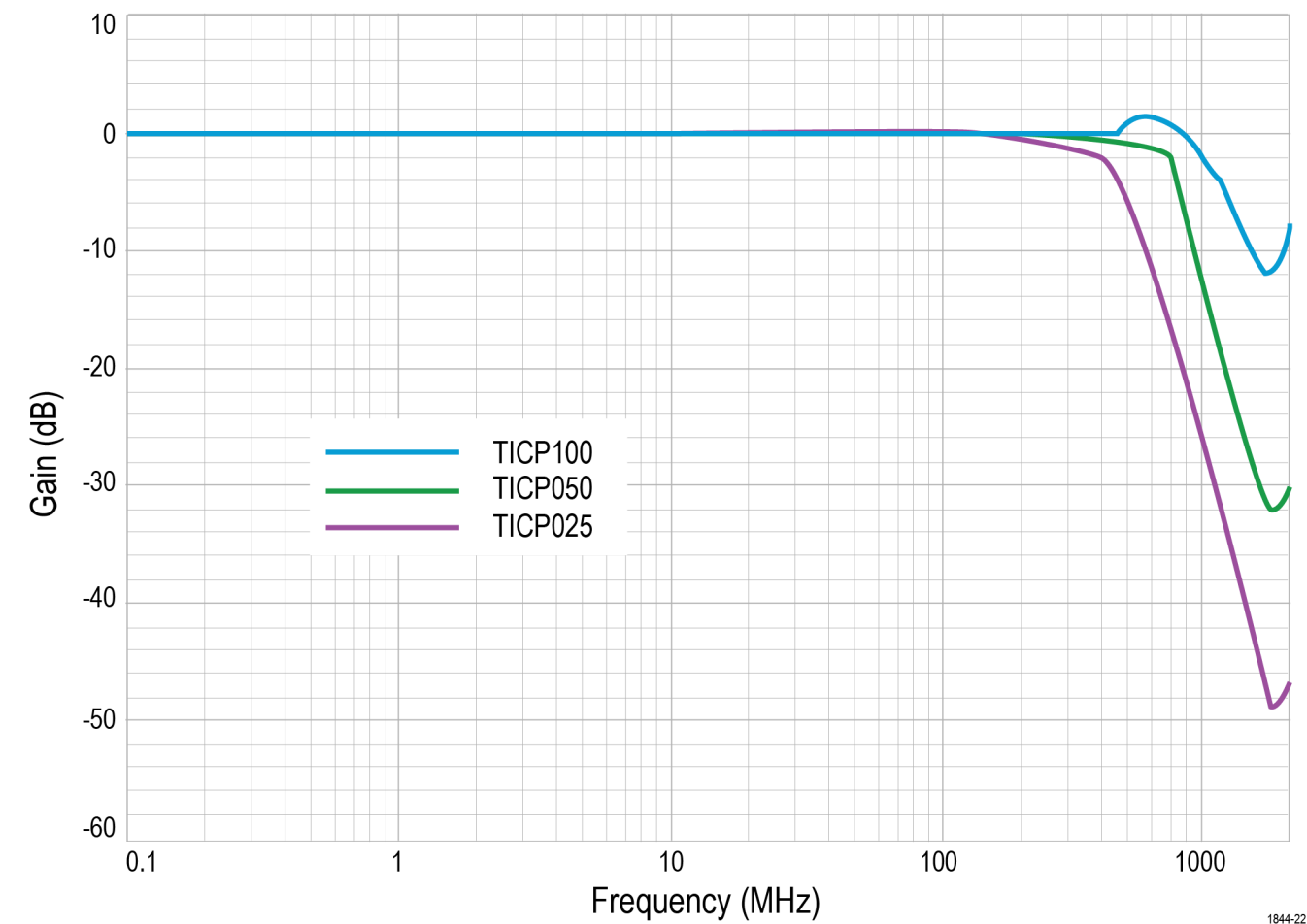
Extreme temperature CMRR

TRMC de shunts à large bande

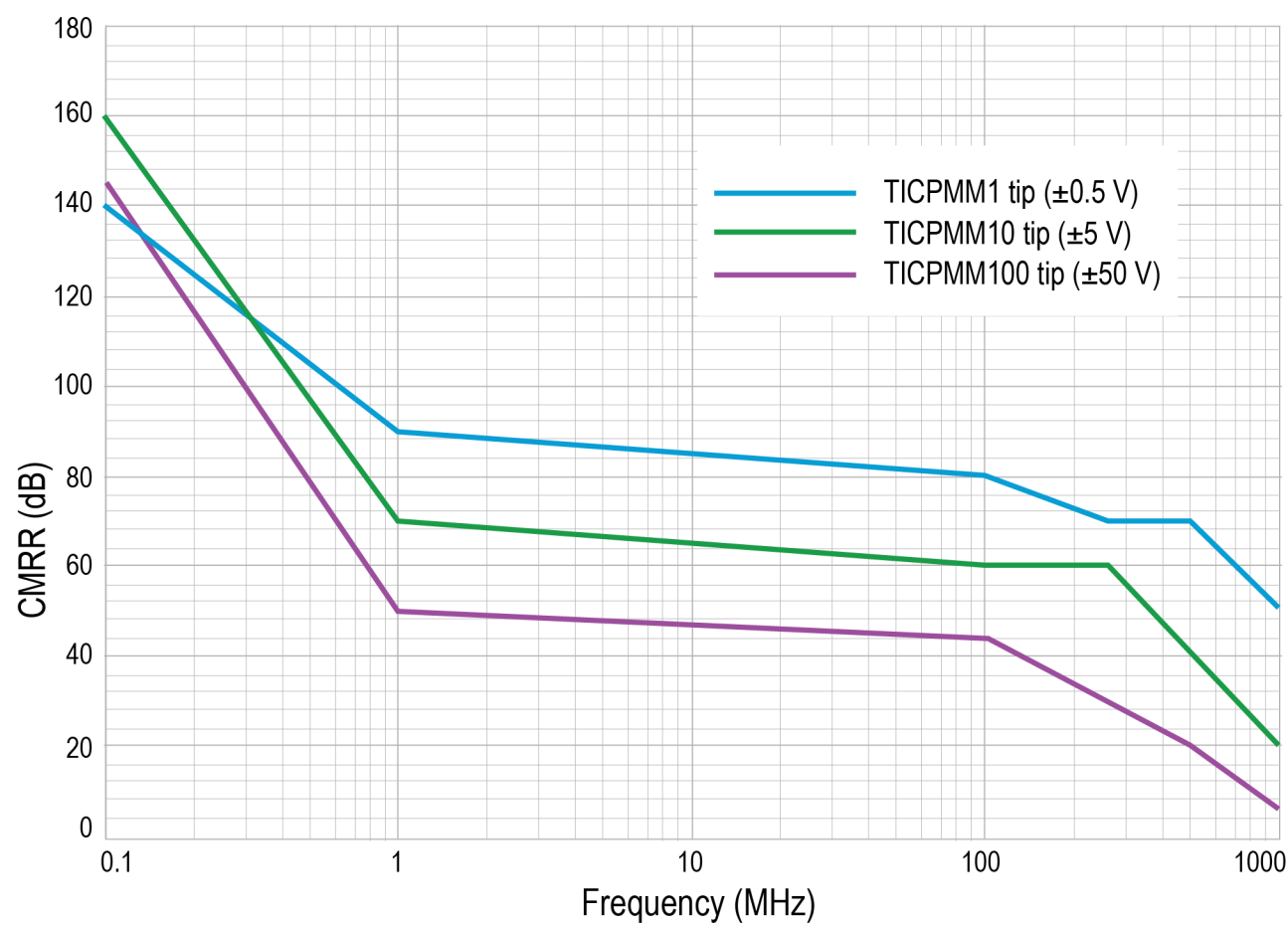
Câble d'extrémité du capteur	DC	1 MHz	100 MHz	250 MHz	500 MHz	1 GHz
5 Ω (TICS5000)	110 dB	89 dB	41 dB	41 dB	43 dB	12 dB
500 m Ω (TICS0500)	111 dB	89 dB	56 dB	56 dB	57 dB	32 dB
50 m Ω (TICS0050)	110 dB	90 dB	71 dB	71 dB	62 dB	50 dB
5 m Ω (TICS0005)	127 dB	99 dB	99 dB	99 dB	84 dB	70 dB



1844-031

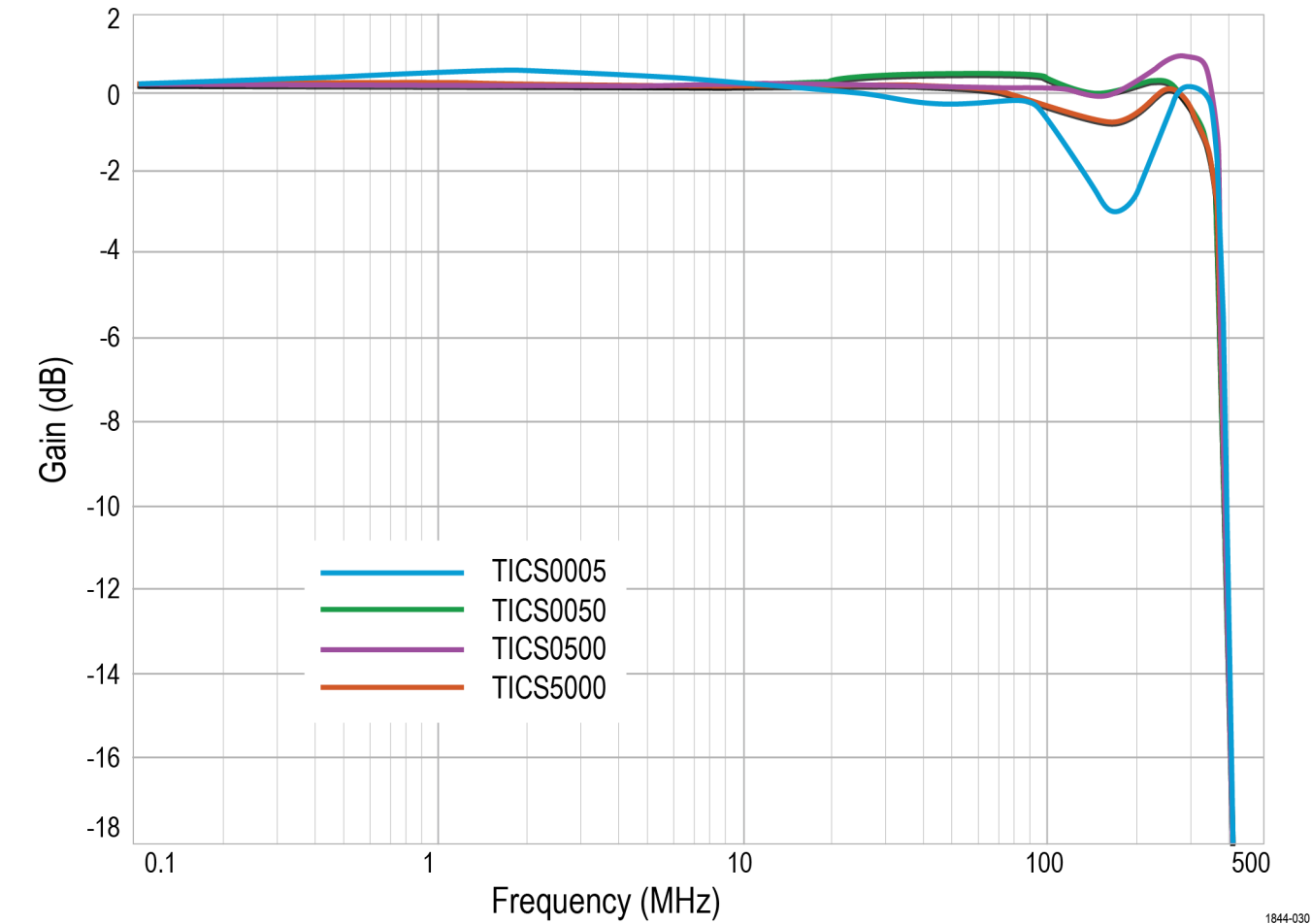


IsoVu isolated current probes frequency response

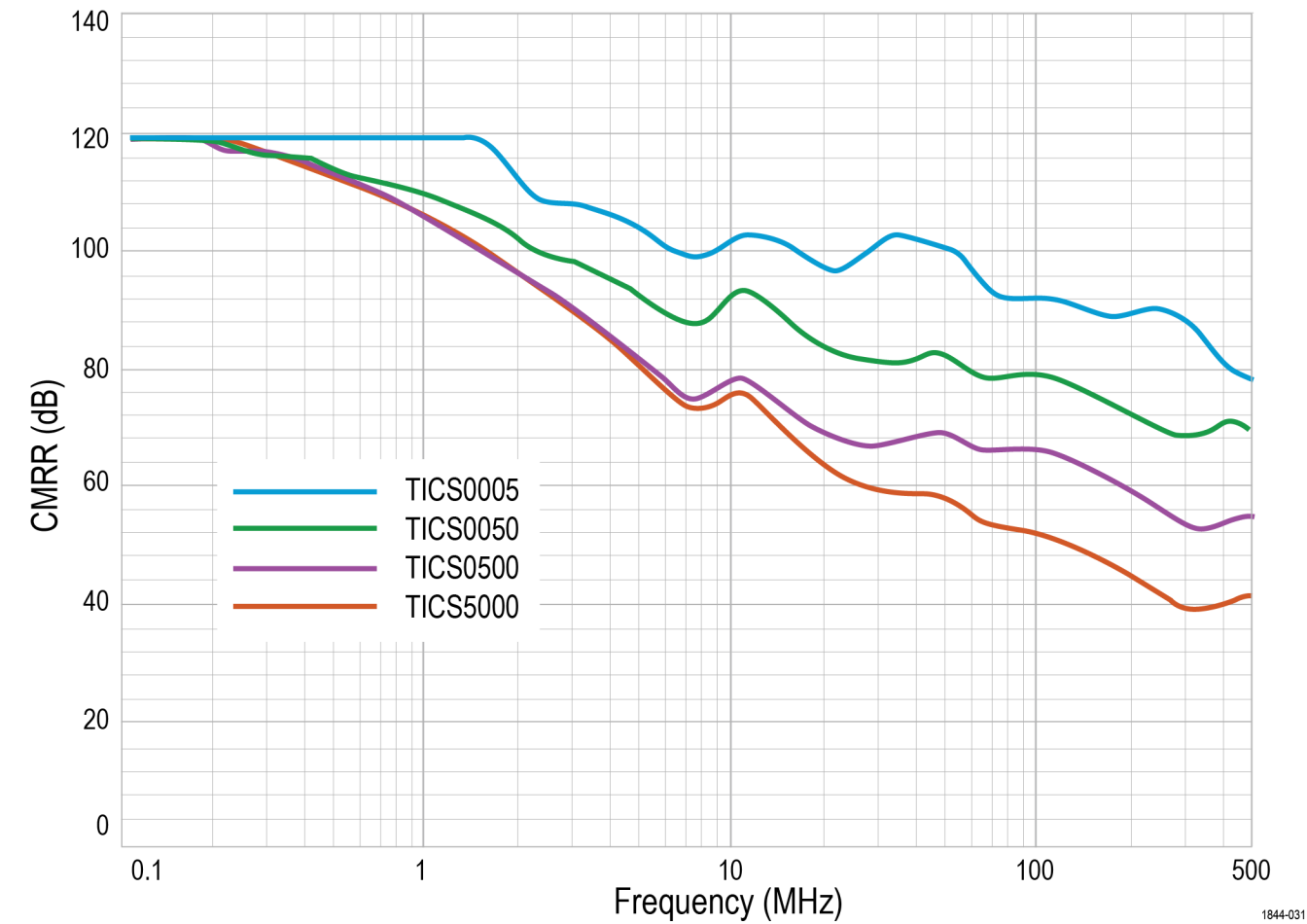


1844-023

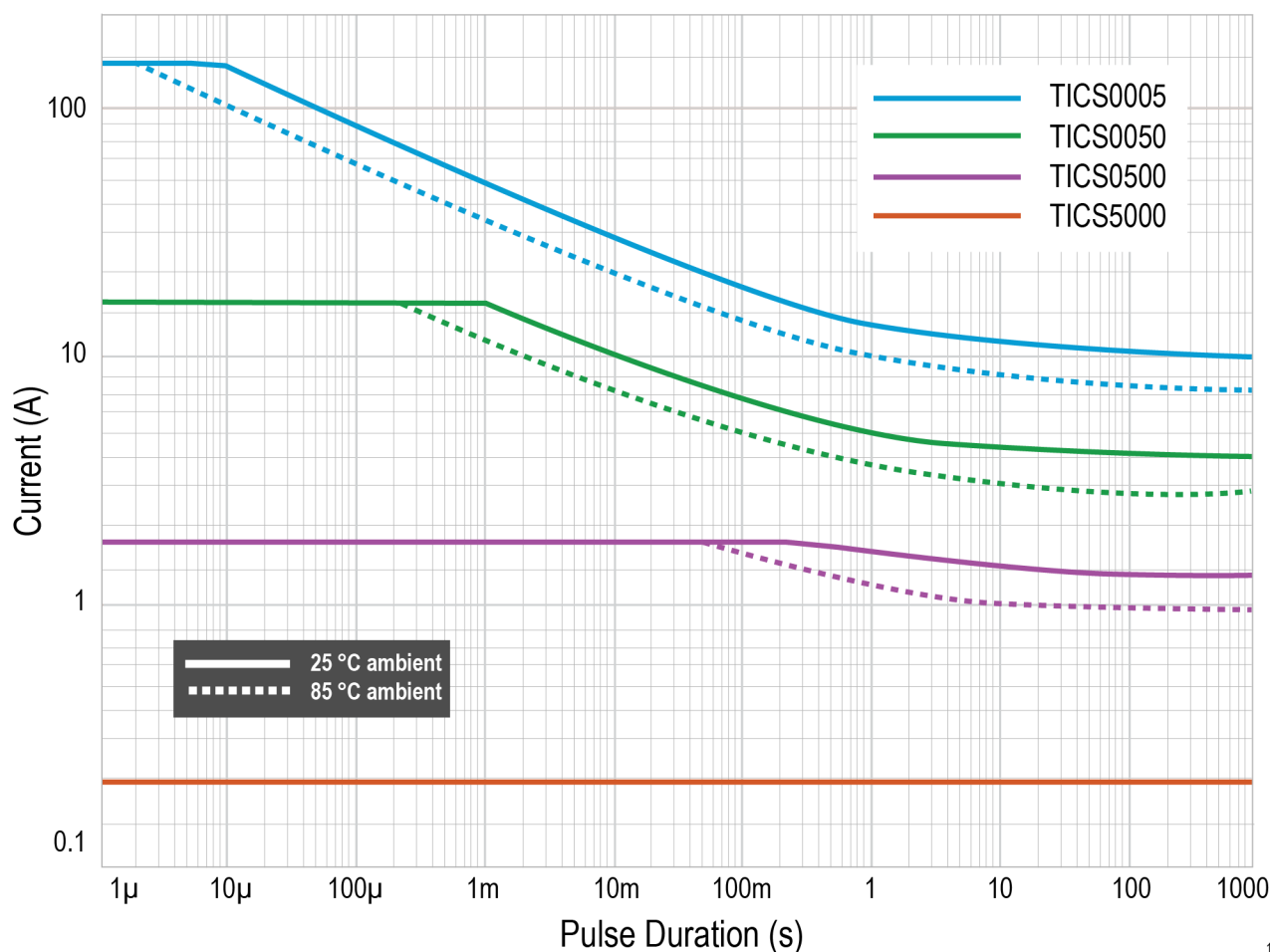
IsoVu isolated current probes common mode rejection ratio (CMRR)



Wideband shunts frequency response



Wideband shunts CMRR



1844-032

Wideband shunts square-wave pulse current derating curve

Pulse Width durations are based on a Square Wave input. For Triangle Wave input (as in Double Pulse Test), the Maximum Pulse Width can be multiplied by 3.5. For example, for a double-pulse test that peaks at 20 A, the 50 mΩ TICS can withstand a 3.5 ms ramp. A 20 A square wave impulse could only be held for 1 ms.

Wideband shunts pulse current derating calculations

Calculate max current for a square current pulse of width t using the following equation:

$$I_{max} = \min \left(\sqrt{\frac{P_{max}}{R_{shunt}}}, \frac{1V}{R_{shunt}} \right)$$

For an isolated pulse or ramp (effectively zero duty cycle):

$$P_{max} = P_d + \frac{C}{\sqrt{t}}$$

For repetitive operation with duty cycle $0 < D \leq 1$, P_{max} is further reduced according to the duty-cycle derating expression below:

$$P_{max} = \frac{P_d}{P_d + D \cdot \frac{C}{\sqrt{t}}} \cdot \left(P_d + \frac{C}{\sqrt{t}} \right)$$

The coefficients P_d and C are tabulated by ambient temperature and shunt model; refer to the following table for values.

Shunt	25°C		85°C	
	C	P_d	C	P_d
5 mΩ	0.6	0.69	0.31	0.36
50 mΩ	0.6	1.0	0.31	0.52
500 mΩ	0.6	1.0	0.31	0.52
5 Ω	0.6	1.0	0.31	0.52

Example

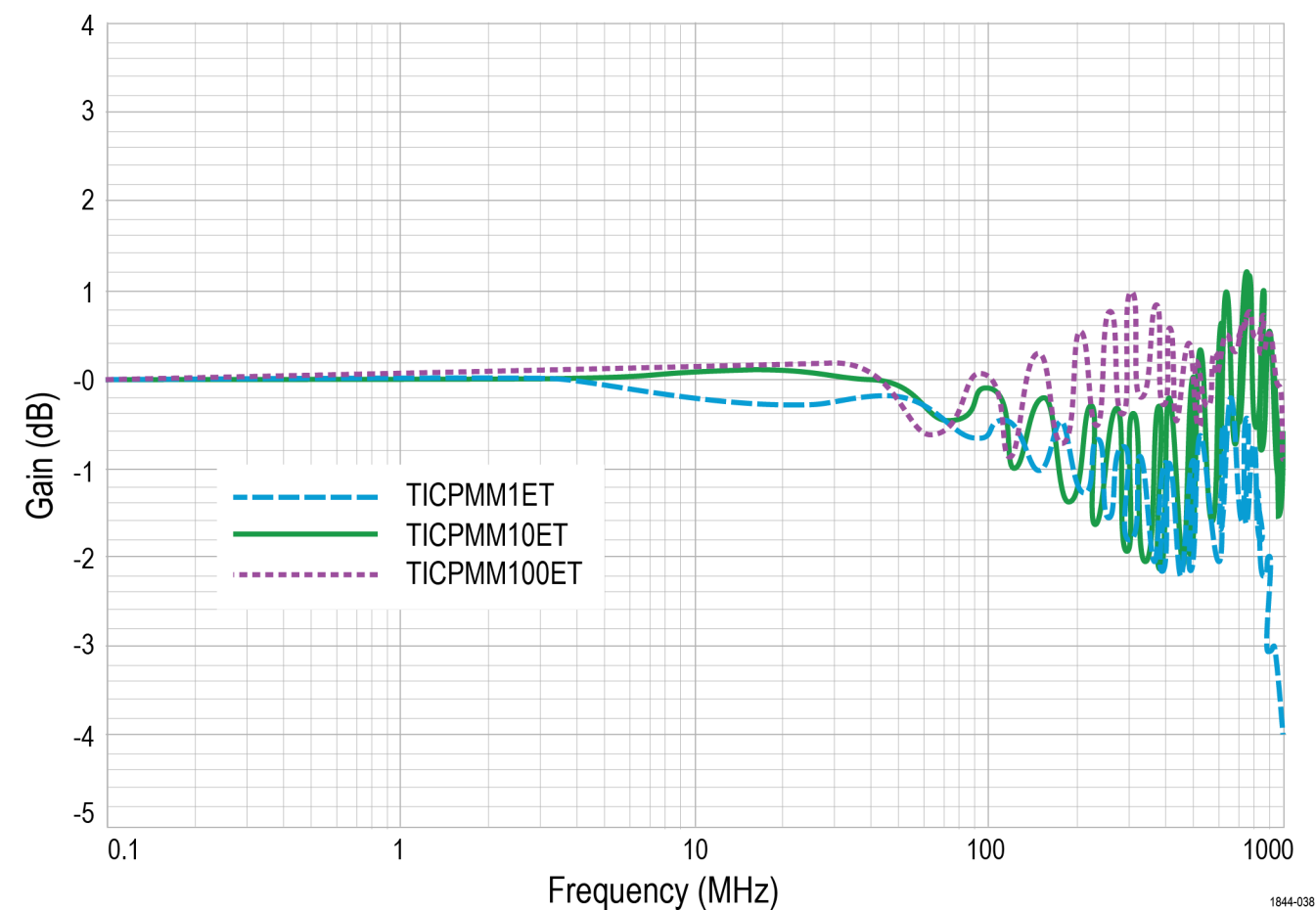
A pulse train double pulse test with 5 pulses starts at 0 A and ramps over a period of 100 μs. Though there are short OFF periods between the pulses, it is more conservative to calculate the pulse width assuming that those periods do not exist and model the ramp as a continuous signal. In addition, because the double pulse test is a ramp waveform, the 3.5X scaling factor is applied to t .

$$R_{shunt} = 5 \text{ m}\Omega, t = \frac{100 \mu s}{3.5} = 28.6 \mu s, P_d = 0.69, C = 0.6$$

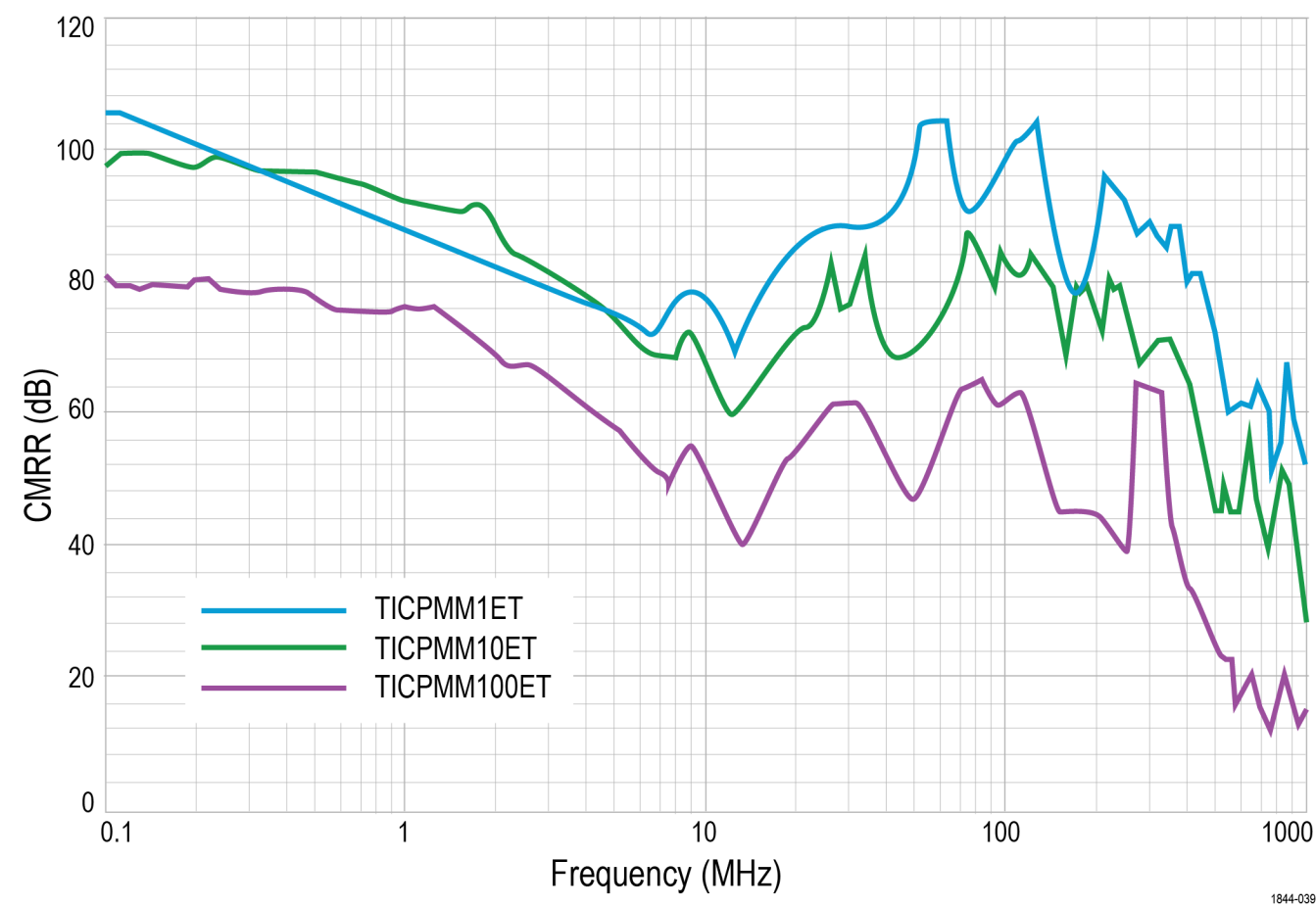
$$P_{max} = P_d + \frac{C}{\sqrt{t}} = 0.69 + \frac{0.6}{\sqrt{28.6 \cdot 10^{-6}}} = 113 \text{ W}$$

$$I_{max} = \sqrt{\frac{P_{max}}{R_{shunt}}} = \sqrt{\frac{113 \text{ W}}{5 \cdot 10^{-3} \Omega}} = 150 \text{ A}$$

The calculation above shows the 5 mΩ TICS0005 will survive a 150 A ramp that lasts less than 100 μs.



Extreme temperature tip frequency response



Extreme temperature tip CMRR

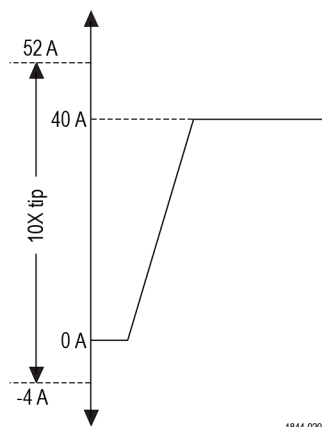
Exemples d'application

Exemple d'application pour larges bandes interdites (WBG) et intégrité de puissance PMIC.

Exemple de WBG (800 V, 40 A typique ; shunt de 0,125 Ω)

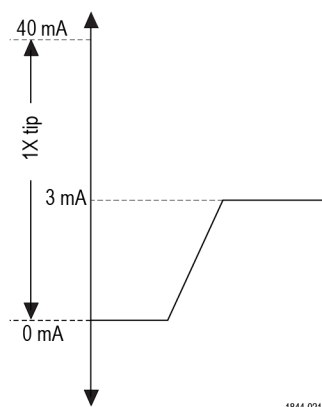
Dans un circuit SiC de 800 V au point de commutation de 40 A, un shunt de 125 m Ω produira un signal de 5 V. Pour le mesurer à l'aide du TICP, l'extrémité 10X doit être utilisée. Dans la plage $\pm 3,5$ V, appliquez un décalage de 24 A.

La plage de courant mesurable s'étend de 52 A à -4 A. Pour ces paramètres, le niveau de bruit efficace à une bande passante de 250 MHz est de 2,2 mA eff.



Intégrité de puissance du PMIC (48 V, 3 mA typique ; shunt 1 Ω)

Sur un bus PMIC de 48 V, le courant de veille de 3 mA produira un signal de 3 mV sur un shunt de 1 Ω . Utilisez l'extrémité 1X dans la gamme la plus sensible ± 20 mV, appliquez le décalage pour afficher le courant de 3 mA et enregistrez les transitoires de 0 A à 40 mA avec un niveau de bruit efficace de 21,2 μ A.



spécifications électriques

Bande passante analogique

Extrémité de sonde	Bande passante
TICPSMA	> 1 GHz
TICPMM1	> 1 GHz
TICMM10	> 1 GHz
TICPMM100	> 1 GHz
TICPMM1ET	> 700 MHz
TICPMM10ET	> 700 MHz
TICPMM100ET	> 700 MHz

Linéarité

L'écart par rapport à la meilleure ligne est $< \pm 2$ % du signal crête FS

Ecart maximum par rapport à la régression linéaire exprimé en pourcentage de la plage dynamique spécifiée.

Impédance d'entrée

Extrémité de sonde	Résistance d'entrée	Capacité d'entrée
TICPMM1/TICPMM1ET	$50 \pm 0,5$ %, entre 49,75 et 50,25	
TICMM10/TICPMM10ET	500 ± 2 %, entre 490 et 510	< 3 pF
TICPMM100/TICPMM100ET	$5\,000 \pm 2$ %, entre 4 900 et 5 100	< 3 pF

Impédance de ligne de protection isolée (à la prise de terre)

120 M Ω , ~17 pF

Précision du gain de décalage

$\pm 0,5$ %

Linéarité du décalage

$\pm 0,1$ %

Plage d'entrée de tension de fonctionnement

Différentiel maximum de $\pm 0,65$ V

Couplage d'entrée

DC

Equilibre DC

< 0,1 div/s

Vibrations aléatoires de fonctionnement

0,31 Geff, 5-500, 10 minutes par axe, 3 axes (30 minutes au total)

Conformité réglementaire

EMC

Conforme à la directive EMC de l'Union européenne (marquage CE)

Sécurité

Conforme à la directive basse tension de l'Union européenne (marquage CE)

Conforme à l'ANSI/UL61010-1 (marquage CSA)

Conforme à l'ANSI/UL61010-2-030 (marquage CSA)

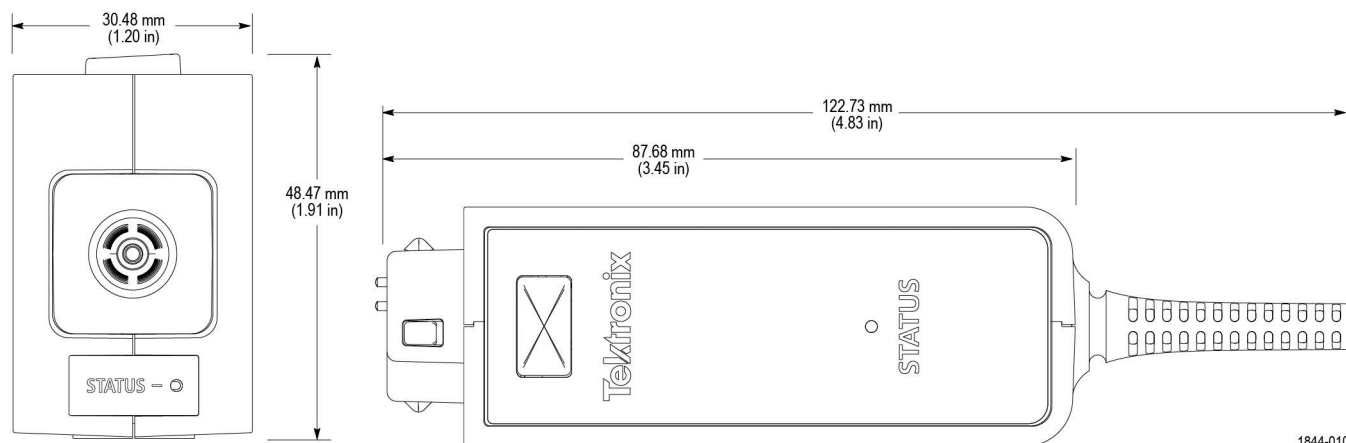
Certifiée conforme aux règles de sécurité CAN/CSA C22.2 N° 61010-1 (marquage CSA)

Certifiée conforme aux règles de sécurité CAN/CSA C22.2 N° 61010-2-030 (marquage CSA)

RoHS

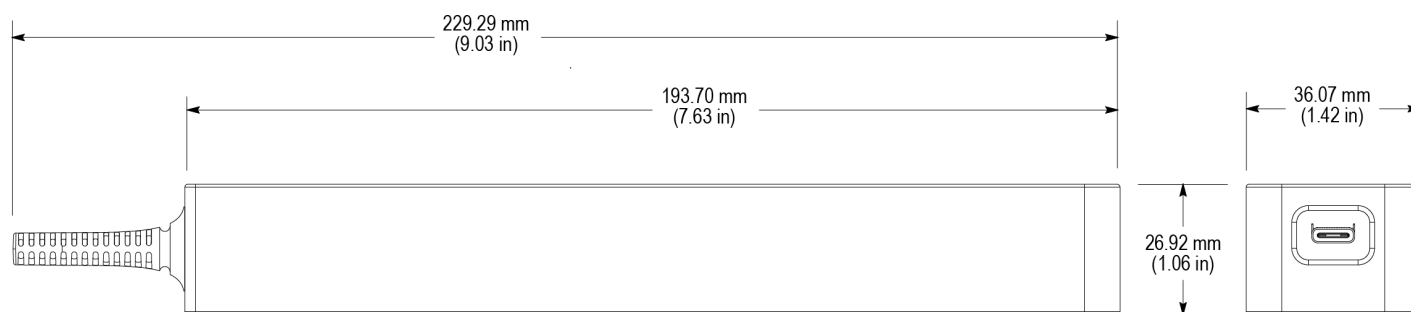
Conforme aux restrictions de l'Union européenne concernant les substances dangereuses (marquage CE)

Dimensions de la sonde

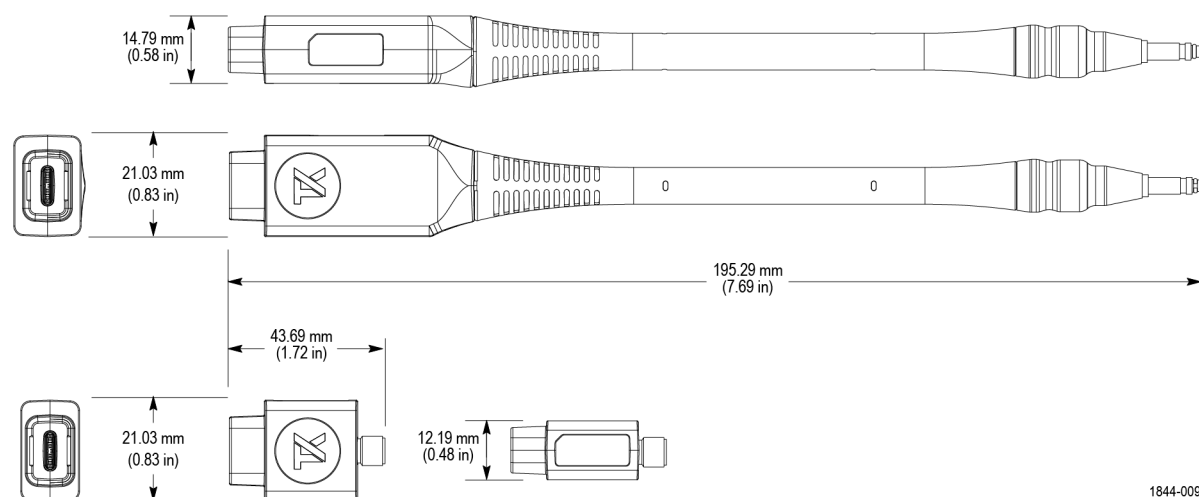


1844-010

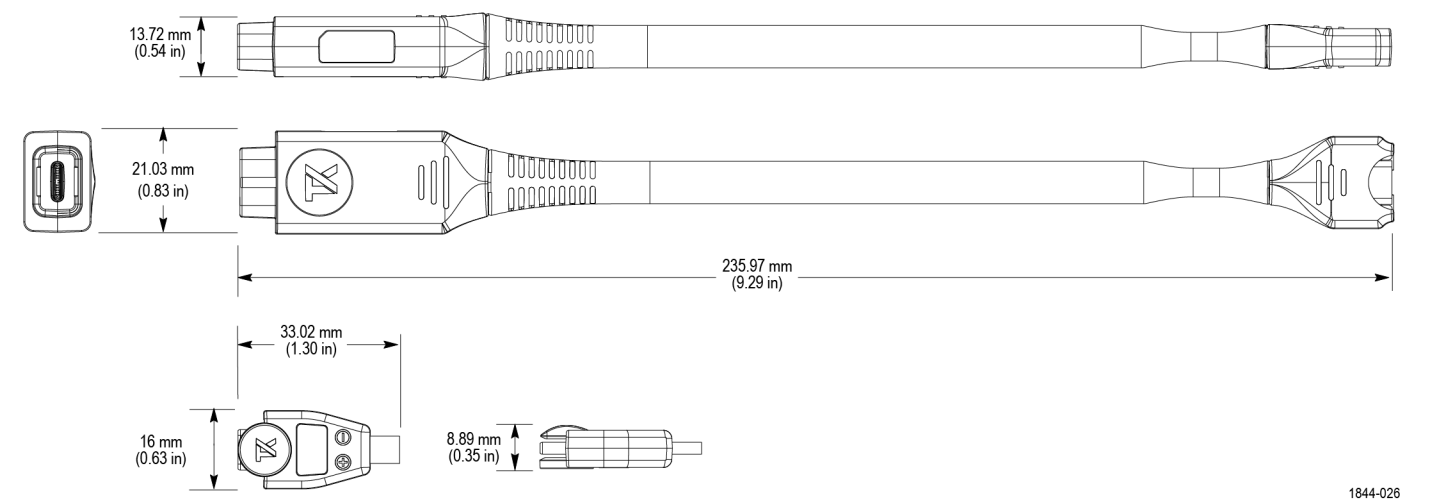
Compensation box



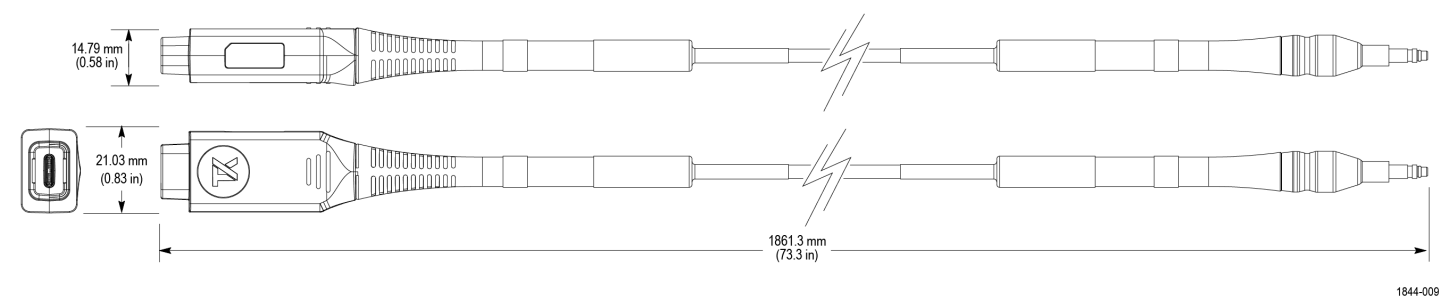
Probe head



Probe tips



Wideband shunts and Twin-ax cable



Extreme temperature tips

Procédures de vérification des performances

Observez les procédures suivantes pour vérifier les performances du système de mesure IsoVu. Avant d'entamer les procédures, imprimez un enregistrement du test et utilisez-le pour enregistrer les résultats en matière de performances.

Équipement nécessaire

L'équipement nécessaire pour effectuer les procédures de vérification des performances est listé dans le tableau suivant.

Description	Configuration minimum	Exemple de produit
Oscilloscope avec interface TekVPI pris en charge	Prise en charge d'entrée 50 Ω , entièrement compatible avec l'interface TekVPI	Tektronix MSO de Série 5 B
Source de tension DC	3 mV à 4 V, précision de $\pm 0,1$ %	Étalonneur d'oscilloscope Fluke 9500C avec tête active Fluke 9540
Bouchon de connecteur de court-circuit SMA mâle (en option)	Contact plaqué cuivre, à court-circuit interne	Fairview Microwave SC2135
Multimètre numérique (DMM)	Précision de 0,1 % ou supérieure	Tektronix DMM6500
Équipement de test pour terminaison de précision		Référence Tektronix 067-3281-XX
Équipement de vérification des performances pour étalonnage TekVPI		Référence Tektronix 067-1701-XX

Bruit efficace du système

Suivez cette procédure pour vérifier que les sondes série TICP fonctionnent correctement et couvrent les spécifications de bruit résiduel garanti. Le bruit résiduel sera mesuré sans signal d'entrée à la plage la plus sensible.

Avant de commencer

1. Mettez l'oscilloscope TekVPI sous tension.
2. Connectez la sonde TICP sur l'oscilloscope de la voie 1 et retirez l'extrémité de sonde TICP (si attachée).
3. Laissez l'équipement de test monter en température durant 30 minutes à une température ambiante d'environ 20 °C (68 °F).

Procédure

Cette procédure est valable pour toutes les versions de la sonde série TICP.

1. Appuyez sur **Fichier > Configuration par défaut**.
2. Exécutez **Compensation du chemin du signal**, si cela est recommandé dans **Utilitaire > Etalonnage...**
3. Exécutez l'étalonnage automatique ([Étalonnage automatique](#) (on page 41)).

4. Fixez l'extrémité de sonde du TICPSMA à la sonde TICP.
5. Connectez le capuchon du connecteur SMA court au TICPSMA.
6. Activez la voie TICP et utilisez les réglages de menu **Vertical** suivants :
 - a. Échelle verticale : **1 mV/div**
7. Modifiez les paramètres de menu **Déclenchement** comme suit :
 - a. Type : **Front**
 - b. Source : **Ligne secteur**
 - c. Pente : **Front montant**
 - d. Niveau : **0 V**
 - e. Couplage : **DC**
8. Modifiez les paramètres de menu **Horizontal** comme suit :
 - a. Echelle horizontale : **100 µs/div**
 - b. Longueur d'enregistrement : **6,25 M**
9. Modifiez le paramètre du menu Acquisition suivant :
 - a. Séquence unique/Arrêter après : **1 acquisition**
10. Ajoutez une mesure en utilisant les réglages suivants :
 - a. Mesure de l'amplitude : **VALEUR EFFICACE CA**
 - b. Source : **CH 1**
11. Appuyez sur le bouton **Séquence / unique** pour procéder à la mesure.
12. Enregistrez le résultat de la mesure AC efficace dans le tableau des données de test.

Données de test de bruit efficace du système

Utilisez le tableau de données de test pour consigner les résultats de la procédure de vérification des performances du bruit efficace du système.

Numéro du modèle :

Personne chargée de la procédure :

Numéro de série :

Date :

Sonde	Bruit maximum	Bruit mesuré
TICP025	75 µV _{RMS}	
TICP050	125 µV _{RMS}	
TICP100	155 µV _{RMS}	

Précision du gain DC

Cette procédure vérifie le fonctionnement correct des sondes série TICP et couvre le décalage résiduel garanti lorsque l'entrée est à zéro et le décalage est à zéro.

Avant de commencer

1. Mettez l'oscilloscope TekVPI sous tension.
2. Branchez une terminaison de précision de 50 Ω 067-3281-XX à la sortie de l'accessoire 067-1701-XX.
3. Branchez un multimètre numérique sur la sortie de précision 50 Ω grâce à un té BNC.
4. Branchez un câble BNC du té au niveau de la sortie de la terminaison de précision 50 Ω vers toute autre voie de l'oscilloscope. Vérifiez la voie en mode 1 M Ω et 200 mV/div. Ceci est utilisé uniquement pour une mise à la terre correcte.
5. Branchez l'accessoire 067-1701-XX sur la voie 1 de l'oscilloscope.
6. Branchez la sonde série TICP sur l'accessoire 067-1701-XX.
7. Mettez sous tension l'étalonneur d'oscilloscope Fluke 9500B.
8. Connectez la tête active du Fluke 9530 à l'étalonneur Fluke 9500B sur la voie 1.
9. Laissez l'équipement de test monter en température durant 30 minutes à une température ambiante d'environ 20 °C (68 °F).

Procédure

Cette procédure est valable pour toutes les versions de la sonde série TICP.

1. Appuyez sur **Fichier > Configuration par défaut**.
2. Exécutez **Compensation du chemin du signal**, si cela est recommandé dans **Utilitaire > Etalonnage...**
3. Exécutez l'étalonnage automatique ([Etalonnage automatique](#) (on page 41)).
4. Fixez l'extrémité de sonde du TICPSMA à la sonde TICP.
5. Connectez le TICPSMA à la tête active de l'étalonneur Fluke 9500B.
6. Activez la voie TICP et utilisez les réglages de menu **Vertical** suivants :
 - a. Mode de la plage : **Manuel**
 - b. Plage : **500 mV**
 - c. Décalage : **0 V**
7. Sur le Fluke 9500B, sélectionnez **Mode : Signal manuel** avec les caractéristiques suivantes :
 - a. Sélectionnez **Signal : CC**
 - b. Sélectionnez **400 mV/div**
 - c. Mettez la sortie **sous tension (ON)**
8. Appuyez sur le bouton **Séquence / unique** pour procéder à la mesure.
9. Consignez la tension DC au niveau de la résistance de précision de 50 Ω dans le tableau.
10. Appuyez sur le bouton **invert voltage (+/-)** (inverser la tension (+/-)) sur le Fluke 9500B pour appliquer -400 mV à la sonde et consignez la tension de sortie dans le tableau.
11. Réitérez la procédure complète pour toutes les plages restantes et consignez les valeurs dans le tableau de données de test.

Données de test pour précision du gain DC

Utilisez le tableau de données de test pour consigner les résultats de la procédure de vérification des performances de précision du gain DC.

Numéro du modèle : Personne chargée de la procédure :

Numéro de série : Date :

Le gain de la sonde se calcule en divisant la modification de la sortie par la modification de l'entrée.

$$\text{Gain} = (\text{Mesure 1} - \text{Mesure 2}) / (\text{Entrée 1} - \text{Sortie 2})$$

Plage	Entrée 1	Entrée 2	Sortie mesurée 1	Sortie mesurée 2	Gain calculé	Limite supérieure de gain	Gain idéal	Limite inférieure de gain
500 m	+0,400 V	-0,400 V				1,010	1,000	0,990
350 m	+0,280 V	-0,280 V				1,443	1,429	1,415
250 m	+0,200 V	-0,200 V				2,020	2,000	1,980
175 m	+0,140 V	-0,140 V				2,886	2,857	2,828
125 m	+0,100 V	-0,100 V				4,040	4,000	3,960
90 m	+0,072 V	-0,072 V				5,612	5,556	5,500
65 m	+0,052 V	-0,052 V				7,769	7,692	7,615
45 m	+0,036 V	-0,036 V				11,222	11,111	11,000
30 m	+0,024 V	-0,024 V				16,834	16,667	16,500
20 m	+0,016 V	-0,016 V				25,250	25,000	24,750

Equilibre CC

Cette procédure vérifie le fonctionnement correct des sondes série TICP et couvre le décalage résiduel garanti lorsque l'entrée est à zéro et le décalage est à zéro.

Avant de commencer

1. Mettez l'oscilloscope TekVPI sous tension.
2. Branchez une terminaison de précision de 50 Ω 067-3281-XX à la sortie de l'accessoire 067-1701-XX.
3. Branchez un multimètre numérique sur la sortie de précision 50 Ω grâce à un té BNC.
4. Branchez un câble BNC du té au niveau de la sortie de la terminaison de précision 50 Ω vers toute autre voie de l'oscilloscope. Vérifiez la voie en mode 1 M Ω et 200 mV/div. Ceci est utilisé uniquement pour une mise à la terre correcte.
5. Branchez l'accessoire 067-1701-XX sur la voie 1 de l'oscilloscope.
6. Branchez la sonde série TICP sur l'accessoire 067-1701-XX.
7. Laissez l'équipement de test monter en température durant 30 minutes à une température ambiante d'environ 20 °C (68 °F).

Procédure

Cette procédure est valable pour toutes les versions de la sonde série TICP.

1. Appuyez sur **Fichier > Configuration par défaut**.
2. Exécutez **Compensation du chemin du signal**, si cela est recommandé dans **Utilitaire > Etalonnage...**
3. Exécutez l'étalonnage automatique ([Etalonnage automatique](#) (on page 41)).
4. Fixez l'extrémité de sonde du TICPSMA à la sonde TICP.
5. Activez la voie TICP et utilisez le réglage de menu **Vertical** suivant :
 - a. Mode de la plage : **Manuel**
 - b. Plage de sonde : **500 mV**
6. Appuyez sur le bouton **Séquence / unique** pour procéder à la mesure.
 - a. Mesurez la tension côté sortie de la terminaison de précision 50 Ω avec le multimètre numérique.
7. Réitérez la procédure complète pour toutes les plages restantes et consignez les valeurs dans le tableau de données de test.

Données de test pour l'équilibre DC

Utilisez le tableau de données de test pour consigner les résultats de la procédure de vérification des performances d'équilibre DC.

Numéro du modèle : Personne chargée de la procédure :

Numéro de série : Date :

La sortie résiduelle de n'importe quelle plage doit être inférieure à ± 10 mV.

Plage	Limite	Mesuré
500 mV	± 10 mV	
350 mV	± 10 mV	
250 mV	± 10 mV	
175 mV	± 10 mV	
125 mV	± 10 mV	
90 mV	± 10 mV	
65 mV	± 10 mV	
45 mV	± 10 mV	
30 mV	± 10 mV	
20 mV	± 10 mV	

Précision du gain de décalage

Cette procédure vérifie le fonctionnement correct des sondes série T1CP et couvre la précision du gain de décalage garanti.

Avant de commencer

1. Mettez l'oscilloscope TekVPI sous tension.
2. Branchez une terminaison de précision de 50 Ω 067-3281-XX à la sortie de l'accessoire 067-1701-XX.
3. Branchez un multimètre numérique sur la sortie de précision 50 Ω grâce à un té BNC.
4. Branchez un câble BNC du té au niveau de la sortie de la terminaison de précision 50 Ω vers toute autre voie de l'oscilloscope. Vérifiez la voie en mode 1 M Ω et 200 mV/div. Ceci est utilisé uniquement pour une mise à la terre correcte.
5. Branchez l'accessoire 067-1701-XX sur la voie 1 de l'oscilloscope.
6. Branchez la sonde série T1CP sur l'accessoire 067-1701-XX.
7. Laissez l'équipement de test monter en température durant 30 minutes à une température ambiante d'environ 20 °C (68 °F).

Procédure

Cette procédure est valable pour toutes les versions de la sonde série T1CP.

1. Appuyez sur **Fichier > Configuration par défaut**.
2. Exécutez **Compensation du chemin du signal**, si cela est recommandé dans **Utilitaire > Etalonnage...**
3. Exécutez l'étalonnage automatique ([Etalonnage automatique](#) (on page 41)).
4. Fixez l'extrémité de sonde du TICPSMA à la sonde T1CP.
5. Branchez le TICPSMA à la tête active de l'étalonneur Fluke 9500B.
6. Activez la voie T1CP et utilisez les réglages de menu **Vertical** suivants :
 - a. Plage : **20 mV**
 - b. Décalage : **20 mV/div**
7. Sur le Fluke 9500B, sélectionnez **Mode : Signal manuel** avec les caractéristiques suivantes :
 - a. Sélectionnez **Signal : CC**
 - b. Sélectionnez **20 mV/div**
 - c. Mettez la sortie **sous tension (ON)**
8. Appuyez sur le bouton **Séquence / unique** pour procéder à la mesure.
 - a. Ajoutez le décalage à la valeur mesurée sur le multimètre numérique.
9. Réitérez la procédure complète avec les décalages d'oscilloscope et les paramétrages de tension d'entrée Fluke suivants : **0,25 V**, **0 V**, **-0,25 V** et **-0,5 V**.

Données de test pour précision du gain de décalage

Utilisez le tableau de données de test pour consigner les résultats de la procédure de vérification des performances de précision du gain de décalage.

Numéro du modèle : Personne chargée de la procédure :

Numéro de série : Date :

1. Entrez les tensions de décalage et la moyenne des mesures correspondantes dans Excel.
2. Créez un graphique en nuage de points avec les données des tensions de décalage en ordonnée et les tensions moyennes en abscisse.
3. Ajoutez une ligne de tendance et sélectionnez-la pour afficher l'équation.

Les données les plus adaptées devraient montrer une pente entre 0,995 et 1,005 afin de répondre à une précision de 1 %.

Plage	Mesure à 500 mV	Mesure à 250 mV	Mesure à 0 V	Mesure à -250 mV	Mesure à -500 mV	Limites	Calculé
20 mV						$0,995 < x < 1,005$	

Maintenance

Informations vous permettant d'isoler les défaillances possibles, et procédures pour entretenir votre sonde.

Offre de services

Tektronix prend en charge les réparations sous garantie et propose d'autres services pour répondre à vos besoins spécifiques.

Les techniciens de service sont parfaitement équipés pour entretenir votre sonde. Selon votre localisation, la maintenance est effectuée dans les centres de réparation Tektronix ou sur site, dans vos installations. Consultez tek.com/service pour découvrir tous nos services. Vérifiez l'état de votre garantie à l'adresse tek.com/warranty-status-search.

Nettoyage

CAUTION: Pour éviter d'endommager le système de mesure, protégez-le des vaporisations, des liquides et des solvants. Evitez d'humidifier l'intérieur du boîtier de compensation ou de la tête du capteur lorsque vous nettoyez l'extérieur.

Préservez l'intégrité des connecteurs en évitant toute contamination. Retirez tout corps étranger des connecteurs à l'aide d'air comprimé propre et sec à basse pression.

Dépannage et conditions d'erreur

Le tableau suivant décrit l'état de chaque LED et les problèmes éventuels que vous pourrez rencontrer lors de mesures avec la sonde. Utilisez-le comme un guide de dépannage rapide avant de contacter Tektronix pour procéder à une maintenance.

Descriptions des états des LED

Voyant LED		Etat	Action
	Vert (fixe)	Fonctionnement normal	-
	Vert (clignotant)	Défaut de l'énergie en bloc	Essayez de débrancher et de rebrancher. Inspectez la sonde/l'interface de l'oscilloscope. Il peut être nécessaire de procéder à une maintenance de la sonde.
	Rouge (fixe)	Défaut de l'application de la sonde	Essayez de débrancher et de rebrancher. Il peut être nécessaire de procéder à une maintenance de la sonde.
	Rouge (clignotant)	Défaut de l'application de la sonde et défaut de l'énergie en bloc	Essayez de débrancher et de rebrancher. Inspectez la sonde/l'interface de l'oscilloscope. Il peut être nécessaire de procéder à une maintenance de la sonde et/ou de l'oscilloscope.
	Rouge (clignotant • • –)	Aucune alimentation sur le côté isolé de la sonde	Essayez de débrancher et de rebrancher. Il peut être nécessaire de procéder à une maintenance de la sonde.

Problèmes de mesure et solutions possibles

Problème	Solution
Le signal présente un décalage DC	Lancez l'étalonnage automatique
	Assurez-vous que le signal d'entrée se situe dans la plage dynamique choisie de l'extrémité sélectionnée
Le front d'onde carrée apparaît « lissé », arrondi ou non compensé	Lancez l'étalonnage automatique
	Assurez-vous que le filtre de bande passante de l'oscilloscope est paramétré sur la bande passante complète.
	Assurez-vous que le signal d'entrée ne sature pas l'entrée de la sonde
L'amplitude mesurée est plus faible qu'attendu	Le signal d'entrée est peut-être hors limites (« railed »)
	Assurez-vous que le signal d'entrée se situe dans la plage dynamique de l'extrémité de sonde sélectionnée
	Appliquez un décalage pour ramener le signal d'entrée dans la plage dynamique de l'extrémité de sonde sélectionnée
Imprécision de la mesure DC	Lancez l'étalonnage automatique
	Définissez la longueur d'enregistrement sur 200 µs au minimum (ou plus, si possible)
Le bruit résiduel est trop important, ce qui empêche de mesurer les signaux faibles avec précision	Choisissez une extrémité à l'atténuation moins élevée
	Réglez l'échelle verticale de l'oscilloscope sur une valeur inférieure
	Sélectionnez manuellement une plage inférieure pour réduire le bruit
Aucun signal n'est détecté, le signal est plat	Retirez l'extrémité et vérifiez sa continuité en vous reportant au tableau d'impédance d'entrée.
La tête de sonde cesse d'être alimentée par intermittence	Assurez-vous que la tête de sonde se situe dans sa plage de température de fonctionnement
	Ajoutez un refroidissement externe, par exemple un petit ventilateur de bureau
Il y a trop de bruit résiduel en mode commun	Essayez de retirer les accessoires, fils volants ou câbles exposés entre le point de test et l'extrémité de sonde
	Utilisez une extrémité MMCX avec un point de test MMCX soit intégré au circuit soit comme point de test non planifié
Avertissement de non-détection d'extrémité	Détachez et réattachez l'extrémité

Réemballez le système de mesure pour l'envoyer.

Si vous devez retourner le système de mesure à Tektronix pour réparation, utilisez l'emballage d'origine. Si vous ne l'avez plus ou si ce dernier est inutilisable, contactez votre représentant Tektronix local pour obtenir un nouvel emballage.

Lorsque vous retournez le système de mesure à Tektronix, attachez une étiquette portant les informations suivantes :

- Nom du propriétaire du produit.
- Adresse du propriétaire.
- Numéro de série de l'instrument
- Une description des problèmes rencontrés et/ou de la réparation nécessaire.

Programmation à distance

Cette section décrit les commandes et les requêtes qui peuvent être envoyées à la tête du capteur lorsqu'elle est connectée à un oscilloscope Tektronix. Les mots-clés longs et courts respectent la casse. Les commandes et les requêtes sont prises en charge par la plupart des oscilloscopes. Les différences de prise en charge entre les oscilloscopes, s'il y en a, sont décrites avec les commandes.

Pour plus d'informations, reportez-vous à la documentation dédiée au programmeur de votre oscilloscope.

CH<x>:PRObe? (Requête uniquement)

Cette commande de requête uniquement retourne toutes les informations concernant la sonde correspondant à la voie spécifiée. La voie est spécifiée par x.

Syntaxe

CH<x>:PRObe?

Exemples

CH2:PROBE? est susceptible de retourner **1.0000E-01; RESISTANCE 1.0000E+07;UNITS "V";ID:TYPE "10X"SERNUMBER "N/A"** pour une sonde 10X, indiquant (entre autres paramètres) que le facteur d'atténuation de la sonde correspondant à la Voie 2 est de 100,0 mV (si les unités de la sonde sont des volts).

CH<x>:PRObe:AUTOZero (Forme sans requête)

Cette commande exécute la fonction AutoZero. L'oscilloscope effectue l'intégralité de l'opération. La voie est spécifiée par x.

Reportez-vous à la procédure d'étalonnage automatique pour obtenir des informations sur l'exécution de l'étalonnage automatique. Etalonnage automatique

Syntaxe

CH<x>:PRObe:AUTOZero EXECute

Arguments

EXECute lance AutoZero sur la sonde correspondant à la voie spécifiée.

Exemples

CH1:PROBE:AUTOZERO EXECUTE lance AutoZero sur la sonde correspondant à la Voie 1.

CH<x>:PRObe:FORCEDRange

La commande sélectionne la plage dynamique de la sonde (1 sur 9) en +/-V. Elle varie selon l'extrémité de sonde reliée. La voie est spécifiée par x. Cette commande doit être utilisée uniquement lorsque **CH<x>:PROBECONTROL** a pour valeur **MANUAL**.

Câbles et plages dynamiques d'extrémité de sonde

Câble d'extrémité de sonde	Plage dynamique +/-V
Aucune extrémité ou extrémité 1X	0,02 0,03 0,045 0,065 0,09 0,125 0,175 0,25 0,35 0,5
10X	0,2 0,3 0,45 0,65 0,9 1,25 1,75 2,5 3,5 5,0
100X	2 3 4,5 6,5 9 12,5 17,5 25 35 50

La requête retourne la plage dynamique de l'extrémité de sonde en +/-V.

Syntaxe

CH2:PRObe:FORCEDRange <NR3>

CH2:PRObe:FORCEDRange?

Arguments

<NR3> spécifie la plage dynamique de la sonde

Exemples

Si une sonde de courant est reliée à l'entrée de la voie 1, **CH1:PROBE:FORCEDRANGE 5.0** règle la sonde reliée sur sa plage de 5 V.

CH3:PROBE:FORCEDRANGE? est susceptible de retourner **5.0000**, indiquant que la plage de la sonde reliée à la voie 3 a pour valeur 5 V.

CH<x>:PRObe:GAIN? (Requête uniquement)

La commande retourne le facteur de gain de la plage actuellement sélectionnée (inverse de l'atténuation). La voie est spécifiée par x.

Syntaxe

CH<x>:PRObe:GAIN?

Exemples

CH2:PROBE:GAIN? est susceptible de retourner **100.0000E-3**, indiquant que la sonde 10X associée délivre 0,1 V à la voie 2 BNC pour chaque échelon de 1,0 V appliqué à l'entrée de la sonde.

CH<x>:PRObe:ID? (Requête uniquement)

Cette commande de requête uniquement retourne le type et le numéro de série de la sonde correspondant à la voie spécifiée. La voie est spécifiée par x.

Syntaxe

CH<x>:PRObe:ID?

Exemples

CH2:PROBE:ID? est susceptible de retourner **"B010289";"T1CP100"**, indiquant qu'une sonde T1CP100 ayant pour numéro de série B010289 est reliée à la voie 2.

CH<x>:PRObe:ID:SERnumber? (Requête uniquement)

Cette commande de requête uniquement retourne le numéro de série de la sonde correspondant à la voie spécifiée. La voie est spécifiée par x. Pour les sondes de Niveau 0 et 1, le numéro de série sera « N/A ».

Syntaxe

CH<x>:PRObe:ID:SERnumber?

Exemples

CH1:PROBE:ID:SERNUMBER? est susceptible de retourner **"B010289"**, indiquant que le numéro de série de la sonde reliée à la voie 1 est B010289.

CH<x>:PRObe:ID:TYPE? (Requête uniquement)

Cette commande de requête uniquement retourne le type de sonde correspondant à la voie spécifiée. La voie est spécifiée par x.

Syntaxe

CH<x>:PRObe:ID:TYPE?

Exemples

CH1:PROBE:ID:TYPE? est susceptible de retourner **"T1CP100"**, indiquant qu'une sonde de courant T1CP100 est reliée à la voie 1.

CH<x>:PRObe:SELFCal:State? (Requête uniquement)

Cette commande de requête uniquement retourne l'état d'étalonnage automatique RECOMMENDED, RUNNING, ou PASSED. La voie est spécifiée par x.

Syntaxe

CH<x>:PRObe:SELFCal:State?

Exemples

CH1:PRObe:SELFCal:State? est susceptible de retourner **RUNNING**, indiquant que l'étalonnage automatique est actuellement en cours pour la sonde correspondant à la voie 1.

CH<x>:PRObe:SELFCal

Cette commande de requête uniquement démarre l'étalonnage automatique sur la sonde. La voie est spécifiée par x.

Syntaxe

CH<x>:PRObe:SELFCal EXECUTE

Exemples

CH1:PRObe:SELFCal EXECUTE exécute l'étalonnage automatique sur la sonde de la voie 1.

CH<x>:PRObe:STATus? (Requête uniquement)

Cette commande demande la valeur d'erreur de la sonde sous forme d'entier non signé. La voie est spécifiée par x.

Conditions

Nécessite une sonde qui prend en charge les messages d'erreur appropriés.

Syntaxe

CH<x>:PRObe:STATus?

Renvoie

Renvoie un nombre entier qui représente la somme totale des bits d'erreur binaires B0 – B15. Les bits d'erreur ne sont pas affichés, mais concaténés pour donner la valeur du nombre entier. Voici la liste des erreurs pour chaque bit :

- B0 – Sonde désactivée
- B1 – Mâchoires ouvertes
- B2 – Hors plage
- B3 – Température de la sonde hors limites
- B4 – Dégaussage nécessaire
- B5 – Extrémité de sonde manquante
- B6 – Défaillance de l'extrémité de sonde
- B7 – Extrémité de sonde non prise en charge
- B8 – Etalonnage automatique nécessaire ou recommandé (la requête retourne 256 au format décimal)
- B9 à B15 – Réserve

Exemples

CH4:PRObe:STATus? est susceptible de retourner **2**, indiquant que la sonde signale une erreur de mâchoires ouvertes.

CH<x>:PRObe:UNIts? (Requête uniquement)

Cette commande de requête uniquement renvoie une chaîne décrivant les unités de mesure de la sonde correspondant à la voie spécifiée. La voie est spécifiée par x.

Syntaxe

CH<x>:PRObe:UNIts?

Exemples

CH4:PROBE:UNITS? est susceptible de retourner "**V**", indiquant que l'unité de mesure de la sonde correspondant à la voie 4 est Volts.

CH<x>:PROBECOntrol

La commande règle ou demande les préférences de politique de contrôle de la plage pour une sonde multiplage reliée à la voie <x>. Le numéro de voie est spécifié par x.

Syntaxe

CH<x>:PROBECOntrol {AUTO|MANual}

CH<x>:PROBECOntrol?

Arguments

AUTO définit lui-même les valeurs. La plage de la sonde est calculée automatiquement.

MANual vous permet de choisir plusieurs valeurs valides pour la sonde connectée à une voie spécifique.

Exemples

CH2:PROBECONTROL AUTO configure les valeurs et la plage de sonde est automatiquement calculée.

CH2:PROBECONTROL? est susceptible de retourner **MANUAL**, indiquant que vous pouvez sélectionner plusieurs valeurs valides pour la sonde correspondant à la voie 2.

CH<x>:PROBEFunc:EXTAtten

Cette commande sert à définir la valeur d'atténuation sous forme de multiplicateur du facteur d'échelle donné pour la voie spécifiée. La voie est spécifiée par x.

Sous forme de requête, cette commande retourne l'atténuation spécifiée par l'utilisateur.

Syntaxe

CH<x>:PROBEFunc:EXTAtten <NR3>

CHn:PROBEFunc:EXTAtten?

Arguments

<NR3> correspond à la valeur d'atténuation, définie comme étant un multiplicateur dans une plage allant de 1.00E-10 à 1.00E+10.

Exemples

CH1:PROBEFUNC:EXTATTEN 167.00E-3 définit une atténuation externe connectée entre le signal d'entrée et le signal de la sonde reliée à la voie 1.

CH2:PROBEFUNC:EXTATTEN? est susceptible de retourner **1.0000E+00**, indiquant que la sonde reliée à la voie 2 est directement connectée au signal de l'utilisateur.

CH<x>:PROBEFunc:EXTDBatten

Cette commande définit ou demande le ratio entrée/sortie (exprimé en décibels) de l'atténuation externe ou du gain entre les voies d'entrée du signal et de l'instrument. La voie est spécifiée par x.

Sous forme de requête, cette commande retourne l'atténuation spécifiée par l'utilisateur en décibels.

Syntaxe

CH<x>:PROBEFunc:EXTDBatten <NR3>

CH<x>:PROBEFunc:EXTDBatten?

Arguments

<NR3> correspond à la valeur d'atténuation, spécifiée dans une plage allant de -200,00 dB à 200,00 dB.

Exemples

CH3:PROBEFunc:EXTDBATTEN 2.5 spécifie un facteur d'atténuation externe de 2,5 dB sur la voie 3.

CH1:PROBEFunc:EXTDBATTEN? est susceptible de retourner **2.5000E+00**, indiquant que l'atténuation pour la voie 1 est de 2,5 dB.

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits

Cette commande définit l'unité de mesure de l'atténuateur externe pour la voie spécifiée. La voie est spécifiée par x. Les unités alternées sont utilisées si elles sont activées. Utilisez la commande **CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits:STATE** pour activer ou désactiver les unités alternées.

Syntaxe

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits <QString>

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits?

Arguments

<QString> indique l'unité de mesure d'atténuation pour la voie spécifiée.

Exemples

CH4:PROBEFunc:EXTUNITS "Pascals" configure l'unité de mesure pour l'atténuateur externe de la voie 4.

CH2:PROBEFunc:EXTUNITS? est susceptible de retourner **"Pascals"**, indiquant que l'unité de mesure de l'atténuateur externe de la voie 2 est Pascals.

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits:STATE

Cette commande définit ou demande l'état d'activation des unités personnalisées pour la voie spécifiée. La voie est spécifiée par x.

Syntaxe

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits:STATE {ON|OFF|<NR1>}

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits:STATE?

Arguments

L'argument **OFF** désactive les unités externes.

L'argument **ON** active les unités externes.

<NR1> = 0 désactive les unités externes ; toute autre valeur active les unités externes.

Exemples

CH2:PROBEFunc:EXTUnits:STATE ON active les unités externes.

CH2:PROBEFunc:EXTUnits:STATE? est susceptible de retourner **0**, indiquant que les unités externes sont désactivées pour la voie spécifiée.

CH<x>:PROBE:DYNAMICRANGE? (Requête uniquement)

Cette commande de requête uniquement retourne la plage dynamique de la sonde correspondant à la voie spécifiée. La voie est spécifiée par x.

Syntaxe

CH<x>:PROBE:DYNAMICRANGE?

Renvoie

La valeur retournée est le delta entre la gamme de courant minimale et maximale avec une certaine tolérance. Elle représente également le delta entre les indicateurs de plage de sonde (s'ils sont actuellement affichés).

Exemples

CH1:PROBE:DYNAMICRANGE? est susceptible de retourner **1.3056**, indiquant que la plage dynamique de la sonde reliée à la voie 1 a pour valeur 1,3056 V.

Serie TICP

Sonde di corrente isolate IsoVu™

Manuale dell'utente

Registrati subito!

Fai clic sul link per proteggere il prodotto.

www.tek.com/register



Copyright © 2026, Tektronix, Inc. Tutti i diritti riservati. I prodotti in licenza software sono di proprietà Tektronix, delle sue consociate o dei suoi fornitori e sono protetti dalle leggi nazionali sul copyright e dalle disposizioni dei trattati internazionali. I prodotti Tektronix sono coperti dai brevetti statunitensi ed esteri già concessi e in corso di concessione. Le informazioni contenute in questa pubblicazione sostituiscono quelle contenute nel materiale pubblicato in precedenza. L'azienda si riserva il diritto di modificare le specifiche e i prezzi.

TEKTRONIX e TEK sono marchi registrati di Tektronix, Inc.

Il presente manuale è una traduzione delle istruzioni originali in inglese.

Consultare [tek.com/eula](https://www.tek.com/eula) per leggere il Contratto di licenza dell'utente di Tektronix.



Come contattare Tektronix

Tektronix, Inc.
13725 SW Karl Braun Drive
P.O. Box 500
Beaverton, OR 97077
USA

Per ottenere informazioni commerciali, sui prodotti, sui servizi e sull'assistenza tecnica:

Nel Nord America chiamare il numero 1-800-833-9200.

In tutto il mondo visitare il sito www.tek.com per individuare i contatti nella propria regione.

Contents

Licenze software di terze parti	6
Importanti informazioni sulla sicurezza	7
Norme di sicurezza generali	7
Prevenzione di incendi o lesioni personali	8
Sonde e cavi di prova	9
Termini utilizzati in questo manuale e nel prodotto	9
Simboli sul prodotto	11
Requisiti di spazio	12
Informazioni sulla conformità	14
Conformità di sicurezza	14
Valori elettrici	15
Conformità ambientale	16
Prefazione	17
Specifiche delle prestazioni principali e funzionalità	18
Panoramica dei modelli	18
Accessori standard	18
Accessori consigliati	20
Informazioni sul funzionamento	23
Schema a blocchi della sonda TICP	23
Pratiche ottimali per maneggiare il sistema di misura	25
Requisiti ambientali	25
Comandi e indicatori	26
Contrassegni sul cavo	26
Puntali della sonda	27
Installazione del morsetto in ferrite	28
Connessione a un circuito	29
Installazione dell'adattatore per treppiede	31
Installazione del bipiede	32
Collegamento dell'adattatore SMA	33
Collegamento degli shunt a banda larga	33
Installazione dello shunt a banda larga su un pin quadrato	34
Installazione dello shunt a banda larga tramite saldatura a coppie intrecciate	35
Collegamento dei puntali per temperatura estrema	36
Installazione degli adattatori per i puntali della sonda	37
Installazione dei pin quadrati sul circuito stampato	39
Menu Probe Setup (configurazione sonda)	41

Taratura automatica.	42
AutoZero.	42
Intervallo automatico.	42
Intervalli.	43
Selezione di un puntale per la sonda.	44
Riallineamento.	44
Offset di ingresso.	44
Intervallo di tensione.	45
Intervallo di tensione in modalità comune.	45
Intervallo tensione di offset.	45
Intervallo di tensione differenziale massima non distruttiva.	45
Specifiche.	47
Panoramica di sonde e puntali.	47
Esempi applicativi.	61
Specifiche elettriche.	62
Conformità alle norme.	63
Dimensioni della sonda.	64
Procedure di verifica delle prestazioni.	66
Apparecchiature necessarie.	66
Rumore RMS del sistema.	66
Registrazione del test sul rumore RMS del sistema.	67
Accuratezza guadagno CC.	68
Registrazione del test sulla precisione del guadagno CC.	69
Bilanciamento coefficiente CC.	70
Registrazione del test di bilanciamento CC.	71
Precisione di guadagno dell'offset.	72
Registrazione del test sulla precisione di guadagno dell'offset.	73
Manutenzione.	75
Servizi di assistenza.	75
Pulizia.	75
Ricerca guasti e condizioni di errore.	75
Reimballare il sistema di misura per la spedizione.	77
Programmazione a distanza.	78
CH<x>:PRObe? (solo query).	78
CH<x>:PRObe:AUTOZero (non in formato query).	78
CH<x>:PRObe:FORCEDRange.	79
CH<x>:PRObe:GAIN? (solo query).	79
CH<x>:PRObe:ID? (solo query).	80
CH<x>:PRObe:ID:SERnumber? (solo query).	80
CH<x>:PRObe:ID:TYPE? (solo query).	80
CH<x>:PRObe:SELFCal:State? (solo query).	80
CH<x>:PRObe:SELFCal.	81
CH<x>:PRObe:STATus? (solo query).	81

CH<x>:PROBe:UNIts? (solo query). 81

CH<x>:PROBEControl. 82

CH<x>:PROBEFunc:EXTAtten. 82

CH<x>:PROBEFunc:EXTDBatten. 83

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits. 83

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits:STATE. 84

CH<x>:PROBE:DYNAMICRANGE? (solo query). 84

Licenze software di terze parti

Freescal Kinetis Design Studio

Questo modulo componente è generato da Processor Expert. Non modificarlo.

Copyright: 1997-2015 Freescale Semiconductor, Inc.

Tutti i diritti riservati.

Si autorizza la redistribuzione e l'utilizzo nei formati sorgente e binario, con o senza modifiche, purché vengano rispettate le seguenti condizioni:

- Le redistribuzioni del codice sorgente devono contenere la nota sul copyright riportata sopra, il presente elenco di condizioni e le limitazioni riportate di seguito.
- Le redistribuzioni in formato binario devono contenere la nota sul copyright riportata sopra, il presente elenco di condizioni e le limitazioni riportate di seguito nella documentazione e/o negli altri materiali forniti con la distribuzione.
- Non è consentito utilizzare il nome di Freescale Semiconductor o dei collaboratori per la promozione e diffusione dei prodotti derivati dal presente software senza una specifica autorizzazione scritta.

IL SOFTWARE VIENE FORNITO DAI TITOLARI DEL COPYRIGHT "COSÌ COM'È" E SONO ESCLUSE TUTTE LE GARANZIE ESPRESSE O IMPLICITE, COMPRESSE, TRA LE ALTRE, LE GARANZIE IMPLICITE DI COMMERCIALIZZABILITÀ E ADATTABILITÀ A UNO SCOPO SPECIFICO. TITOLARI DEL COPYRIGHT E COLLABORATORI NON POTRANNO ESSERE CONSIDERATI IN ALCUN CASO RESPONSABILI PER DANNI INDIRETTI, SPECIALI, ACCIDENTALI O CONSEGUENZIALI (COMPRESI, TRA GLI ALTRI, L'APPROVVIGIONAMENTO DI MERCI O SERVIZI SOSTITUTIVI; L'IMPOSSIBILITÀ DI IMPIEGO, LA PERDITA DI DATI O PROFITTI O L'INTERRUZIONE DELLE ATTIVITÀ) COMUNQUE CAUSATI E IN QUALSIASI MODO RICONDUCIBILI ALLA RESPONSABILITÀ, SIA PER CONTRATTO CHE PER RESPONSABILITÀ DIRETTA O TORTO (COMPRESA NEGLIGENZA O SIMILI) DERIVANTI IN QUALSIASI MODO DALL'UTILIZZO DEL SOFTWARE, ANCHE SE A SEGUITO DI UN AVVISO DEL POSSIBILE VERIFICARSI DI TALI DANNI.

[http: www.freescale.com](http://www.freescale.com)

e-mail: support@freescale.com

IAR Embedded Workbench for ARM

IARSourceLicense.txt versione 1.0

Il seguente contratto di licenza si applica ai file di comando del linker, ai progetti di esempio a meno che non sia indicata esplicitamente un'altra licenza, al codice di cstartup, al low_level_init.c e ad alcuni altri file della libreria di runtime a basso livello.

Copyright 2012, IAR Systems AB.

Questo codice di sorgente è di proprietà di IAR Systems. Il codice sorgente può essere utilizzato solo insieme a IAR Embedded Workbench. Si autorizza la redistribuzione e l'utilizzo nei formati sorgente e binario, con o senza modifiche, purché vengano rispettate le seguenti condizioni:

- Le redistribuzioni del codice sorgente devono contenere, interamente o in parte, la nota sul copyright riportata sopra, il presente elenco di condizioni e le limitazioni riportate di seguito.
- Il nome IAR Systems non può essere utilizzato per sostenere o promuovere prodotti derivati da questo software senza una previa specifica autorizzazione scritta.

IL SOFTWARE È FORNITO "COSÌ COM'È" E L'AUTORE NON FORNISCE ALCUNA GARANZIA IN RELAZIONE A ESSO, COMPRESE TUTTE LE GARANZIE IMPLICITE DI COMMERCIALIZZABILITÀ E ADATTABILITÀ. IN NESSUN CASO L'AUTORE POTRÀ ESSERE CONSIDERATO RESPONSABILE PER EVENTUALI DANNI SPECIALI, DIRETTI, INDIRETTI O CONSEGUENZIALI O PER QUALSIASI DANNO DERIVANTE DA PERDITA DI DATI O PROFITTI, SIA IN UN'AZIONE CONTRATTUALE, PER NEGLIGENZA O ALTRA AZIONE ILLECITA, DERIVANTI DA O IN CONNESSIONE CON L'USO O LE PRESTAZIONI DI QUESTO SOFTWARE.

Importanti informazioni sulla sicurezza

Il presente manuale contiene informazioni e avvertimenti a cui attenersi per eseguire operazioni e per conservare il prodotto in condizioni di sicurezza.

Per eseguire in sicurezza operazioni di manutenzione su questo prodotto, fare riferimento al *riepilogo sicurezza di servizio* che segue il *riepilogo generale sulla sicurezza*.

Norme di sicurezza generali

Utilizzare il prodotto esclusivamente nel modo indicato. Leggere le seguenti norme di sicurezza generali per evitare lesioni personali e prevenire danni al prodotto o ad eventuali altri prodotti ad esso connessi. Leggere attentamente tutte le istruzioni. Conservare queste istruzioni per future consultazioni.

Questo prodotto dovrà essere utilizzato in conformità con le norme locali e nazionali.

Per il funzionamento corretto e sicuro di questo prodotto, è essenziale seguire le procedure di sicurezza comunemente accettate oltre alle norme di sicurezza specificate in questo manuale.

Il prodotto è destinato a essere utilizzato solo da personale formato.

Solo il personale qualificato consapevole dei rischi è autorizzato a rimuovere il coperchio per operazioni di riparazione, manutenzione o regolazione.

Prima dell'utilizzo, controllare sempre il prodotto con una fonte attendibile per verificarne il funzionamento corretto.

Il prodotto non è indicato per il rilevamento di tensioni pericolose.

In presenza di conduttori attivi pericolosi, utilizzare un equipaggiamento protettivo personale per prevenire lesioni da scossa elettrica ed esplosione.

Questo prodotto può essere utilizzato solo in aree non residenziali. L'utilizzo in aree residenziali potrebbe causare interferenze elettromagnetiche.

Quando si utilizza il prodotto, può essere necessario accedere ad altre parti di un sistema più ampio. Leggere le sezioni relative alla sicurezza nei manuali degli altri componenti per conoscere gli avvertimenti e le precauzioni per l'uso del sistema.

Quando l'apparecchio viene integrato in un sistema, la sicurezza del sistema è responsabilità dell'assemblatore di tale sistema.

Prevenzione di incendi o lesioni personali

Attenersi ai valori del terminale

Per evitare incendi o scosse elettriche, rispettare i valori nominali e i contrassegni apposti sul prodotto. Prima di effettuare i collegamenti al prodotto, consultare il manuale del prodotto per ulteriori informazioni sui valori.

Non superare le frequenze della categoria di misurazione CAT del componente individuale con la frequenza più bassa di un prodotto, una sonda o un accessorio.

Non applicare ai terminali, incluso il terminale comune, un potenziale superiore al valore massimo previsto per il terminale stesso.

I contatti di misurazione di questo prodotto non sono predisposti per la connessione a circuiti di Categoria IV.

Non connettere una sonda di corrente a fili attraverso i quali passa una tensione superiore al valore di tensione della sonda stessa.

Non mettere in funzione il prodotto in assenza dei coperchi

Non utilizzare il prodotto se i coperchi o i pannelli sono stati rimossi o la custodia è aperta. È possibile l'esposizione a tensione pericolosa.

Evitare di toccare i circuiti esposti

Non toccare le connessioni e i componenti esposti in presenza di corrente.

Non mettere in funzione il prodotto se si sospetta la presenza di malfunzionamenti

Se si sospetta la presenza di un malfunzionamento, richiedere l'intervento di personale di assistenza qualificato.

Spegnere il prodotto se danneggiato. Non utilizzare il prodotto se danneggiato o se non funziona propriamente. In caso di dubbi sulla sicurezza del prodotto, spegnerlo. Contrassegnare chiaramente il prodotto per impedirne utilizzi futuri.

Prima dell'uso, controllare le sonde di tensione, i cavi di prova e gli accessori e sostituirli in caso di danni. Non utilizzare sonde o cavi di prova se danneggiati, in caso di parti metalliche esposte o nel caso sia accesa la spia di usura.

Esaminare l'esterno del prodotto prima di utilizzarlo. Verificare la presenza di crepe o elementi mancanti.

Utilizzare solamente ricambi specificati.

Non mettere in funzione il prodotto in presenza di acqua o umidità

Prestare attenzione alla condensa che può formarsi quando si sposta un'unità da un ambiente freddo a uno caldo.

Non mettere in funzione il prodotto in un'atmosfera esplosiva

Mantenere le superfici del prodotto asciutte e pulite

Rimuovere i segnali di ingresso prima di pulire il prodotto.

Evitare di usare detergenti chimici a contatto sulla sonda e sui puntali della sonda, poiché possono causare danni temporanei o permanenti e compromettere la funzionalità della sonda. Si consiglia di eseguire la pulizia con aria compressa.

Creare un ambiente di lavoro sicuro

Posizionare sempre il prodotto in un punto comodo per visualizzare display e indicatori.

Evitare l'utilizzo improprio o prolungato di tastiere, puntatori e pulsanti. L'utilizzo improprio o prolungato di tastiera e puntatore può causare seri danni.

Assicurarsi che l'area di lavoro rispetti gli standard ergonomici applicabili. Consultare un esperto in ergonomia per evitare lesioni da stress.

Sonde e cavi di prova

WARNING: Per evitare scosse elettriche, tenere il filo della sonda il più lontano possibile dal puntale e dai circuiti ad alta tensione. Il valore di tensione del filo della sonda è inferiore a quello del puntale della sonda. Pertanto, il filo della sonda potrebbe non fornire una protezione adeguata.

Per evitare scosse elettriche, non utilizzare la sonda se l'indicatore di usura sul cavo diventa visibile. Contattare Tektronix all'indirizzo tek.com per la sostituzione.

Prestare attenzione all'alta tensione

È necessario conoscere le frequenze di tensione per la sonda utilizzata e non superarle. È importante conoscere e capire due frequenze:

- La tensione di misurazione massima dal puntale della sonda al conduttore di riferimento della sonda.
- La tensione flottante massima dal conduttore di riferimento della sonda alla presa di terra.

Queste due frequenze di tensione dipendono dalla sonda e dall'applicazione utilizzata. Per ulteriori informazioni, fare riferimento alla sezione Specifiche del manuale dell'utente.

WARNING: Per evitare scosse elettriche, non superare la misurazione o la frequenza di tensione flottante massime per il connettore BNC di ingresso, il puntale della sonda o il conduttore di riferimento della sonda.

Effettuare collegamenti e scollegamenti in modo appropriato.

Non collegare o scollegare sonde e cavi di test mentre sono collegati a una sorgente di tensione.

Utilizzare solamente sonde di tensione isolate, cavi di prova e adattatori in dotazione con il prodotto o indicati come adatti per il prodotto da Tektronix.

Diseccitare il circuito che si intende verificare prima di connettere o disconnettere la sonda di corrente.

Non connettere uno shunt di corrente a fili attraverso i quali passano tensioni o frequenze superiori al valore di tensione dello shunt di corrente.

Controllare la sonda e gli accessori

Prima di ogni utilizzo, controllare la sonda e gli accessori per rilevare eventuali danni (tagli, lacerazioni o difetti nel corpo della sonda, accessori, guaina del cavo e così via). Non utilizzare componenti danneggiati.

Utilizzo delle misurazioni flottanti

Non utilizzare il conduttore di riferimento della sonda per effettuare misure flottanti oltre la tensione flottante nominale.

Manutenzione della sonda e degli accessori

Visitare il sito tek.com/support per informazioni su come contattare il Servizio di assistenza Tektronix.

Termini utilizzati in questo manuale e nel prodotto

Nel manuale possono essere utilizzati i termini di seguito elencati:

WARNING: I messaggi di avvertimento (Attenzione) identificano condizioni o operazioni che possono provocare lesioni gravi o letali.

CAUTION: I messaggi di avvertenza identificano condizioni o operazioni che possono provocare danni al prodotto o ad altre apparecchiature.

Sul prodotto possono essere riportati i seguenti termini:

- **PERICOLO** indica un rischio di lesioni imminente nel momento in cui si legge tale messaggio.
- **ATTENZIONE** indica un rischio di lesioni non imminente nel momento in cui si legge tale messaggio.
- **AVVERTENZA** indica un rischio per la proprietà, incluso il prodotto.

Simboli sul prodotto



Quando sul prodotto è presente questo simbolo, consultare il manuale per scoprire la natura dei possibili rischi e delle azioni da intraprendere per evitarli (il simbolo potrebbe inoltre essere utilizzato per indirizzare l'utente ai valori nel manuale).

Sul prodotto possono essere presenti i simboli elencati di seguito.



ATTENZIONE: Consultare il manuale



Terminale protezione messa a terra



Terminale di messa a terra



ATTENZIONE: alta tensione



Collegamento a e scollegamento da filo scoperto consentito.



Non collegare a o rimuovere da un conduttore non isolato IN TENSIONE PERICOLOSO.



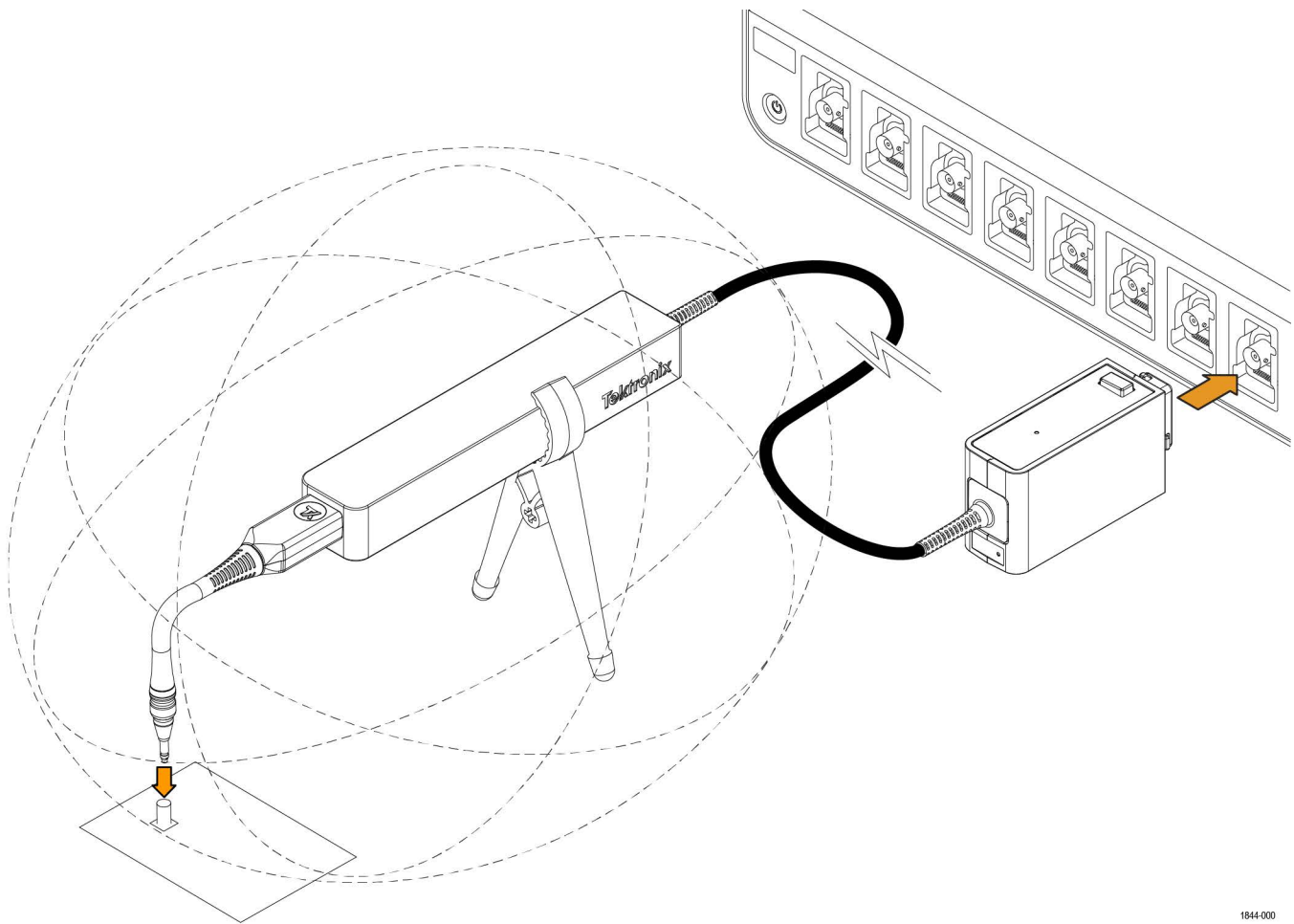
ATTENZIONE: superficie calda

Requisiti di spazio

L'intervallo di tensione esclusivo in modo comune del sistema di misura ne permette l'utilizzo in presenza di segnali di alta frequenza/alta tensione in modo comune. È importante osservare tutte le precauzioni necessarie nell'utilizzo di questo prodotto.

WARNING: Utilizzando questo sistema di misura possono verificarsi scosse elettriche. Il sistema è concepito per isolare l'operatore da tensioni in ingresso pericolose (tensioni in modo comune); la custodia in plastica del puntale e la schermatura sul puntale della sonda non forniscono un isolamento sicuro. Mantenere uno spazio di sicurezza dal puntale e dal puntale della sonda quando il sistema di misura è collegato al circuito alimentato, come consigliato in questo documento. Non accedere alla zona a rischio ustioni RF mentre si eseguono misurazioni su un circuito aperto.

La seguente figura mostra i componenti del sistema di misura e la potenziale area ustioni RF quando si opera con tensioni pericolose. L'area ustioni RF di 1 m (40 pollici) è indicata dalle linee tratteggiate intorno al puntale.

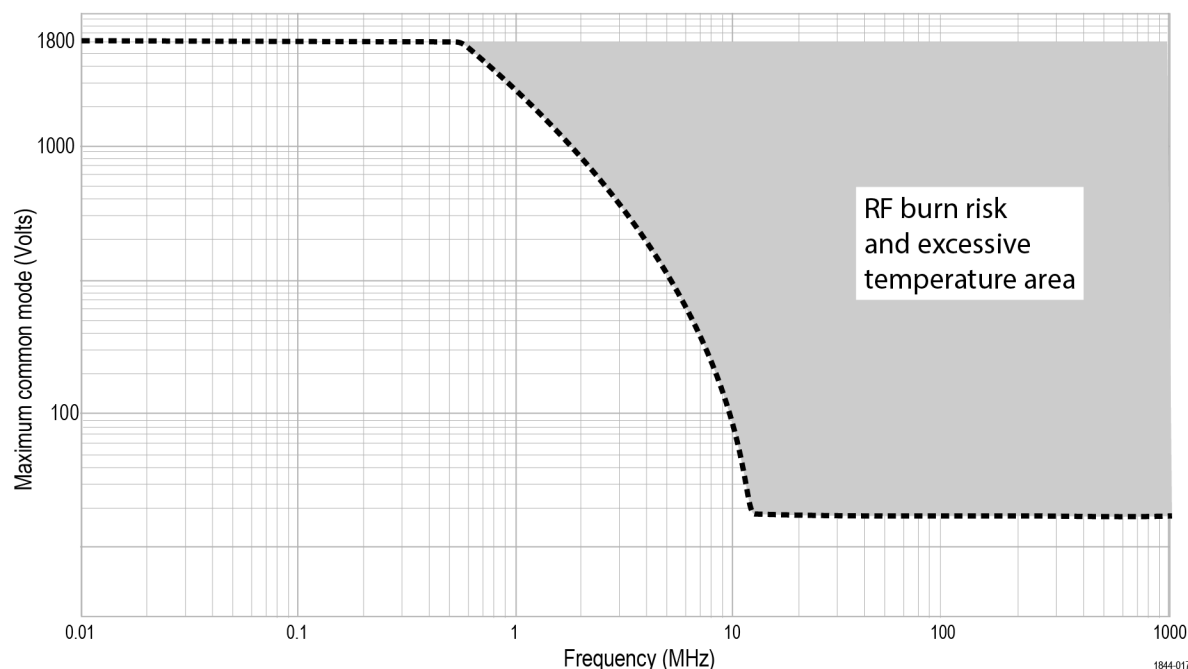


1844-000

RF burn hazard zone around the probe head

WARNING: Rischio di ustioni RF. Fare riferimento alla seguente curva di riduzione per identificare le aree pericolose. Per evitare ustioni RF, non utilizzare la sonda entro i limiti dell'area grigia nel grafico.

WARNING: C'è un rischio di ustione a causa delle temperature elevate sulla punta quando i segnali in modalità comune a onda continua o a ciclo di lavoro elevato sono compresi tra circa 10 MHz e 50 MHz. Ciò provoca la dissipazione di una quantità significativa di potenza da parte delle ferriti sulla punta a tensioni inferiori a quelle riportate nel grafico seguente. Per evitare il rischio di ustione, mantenere la temperatura della punta a 85 °C (185 °F) o inferiore limitando la tensione in modalità comune applicata e/o il ciclo di lavoro, abbassando la temperatura ambiente e/o applicando un flusso d'aria a convezione forzata.



Maximum safe handling limits for common mode voltages

Informazioni sulla conformità

In questa sezione vengono elencati gli standard di sicurezza e ambientali a cui è conforme lo strumento. Questo prodotto deve essere utilizzato solamente da professionisti e personale qualificato; non è progettato per essere utilizzato in ambiente domestico o dai bambini.

Eventuali domande relative alla conformità possono essere inviate al seguente indirizzo:

Tektronix, Inc. · PO Box 500, MS 19-045 · Beaverton, OR 97077, USA

tek.com

Conformità di sicurezza

In questa sezione sono elencati gli standard di sicurezza a cui è conforme lo strumento e ulteriori informazioni sulla conformità di sicurezza.

Dichiarazione di conformità UE – Bassa tensione

È stata dimostrata la conformità alla seguente specifica come riportato nella Gazzetta ufficiale dell'Unione europea:

Direttiva 2014/35/EU sulla bassa tensione.

- EN 61010-1. Requisiti di sicurezza per apparecchiature elettriche per misurazione, controllo e applicazioni di laboratorio – Parte 1: requisiti generali
- EN 61010-2-030. Requisiti di sicurezza per apparecchiature elettriche per misurazione, controllo e applicazioni di laboratorio – Parte 2-030: requisiti specifici per test e misurazione circuiti

Elenco dei laboratori di test nazionali riconosciuti negli Stati Uniti

- UL 61010-1. Requisiti di sicurezza per apparecchiature elettriche per misurazione, controllo e applicazioni di laboratorio – Parte 1: requisiti generali
- UL 61010-2-030. Requisiti di sicurezza per apparecchiature elettriche per misurazione, controllo e applicazioni di laboratorio – Parte 2-030: requisiti specifici per test e misurazione circuiti

Certificazione canadese

- CAN/CSA-C22.2 N. 61010-1. Requisiti di sicurezza per apparecchiature elettriche per misurazione, controllo e applicazioni di laboratorio – Parte 1: requisiti generali
- CAN/CSA-C22.2 N. 61010-2-030. Requisiti di sicurezza per apparecchiature elettriche per misurazione, controllo e applicazioni di laboratorio – Parte 2-030: requisiti specifici per test e misurazione circuiti

Ulteriori conformità

- IEC 61010-1. Requisiti di sicurezza per apparecchiature elettriche per misurazione, controllo e applicazioni di laboratorio – Parte 1: requisiti generali
- IEC 61010-2-030. Requisiti di sicurezza per apparecchiature elettriche per misurazione, controllo e applicazioni di laboratorio – Parte 2-030: requisiti specifici per test e misurazione circuiti

Tipo di apparecchiatura

Apparecchiatura di test e misurazione.

Descrizione livello di inquinamento

Misura della contaminazione che potrebbe verificarsi nell'ambiente all'esterno o all'interno di un prodotto. L'ambiente all'interno del prodotto viene in genere considerato uguale a quello esterno. I prodotti devono essere utilizzati solo negli ambienti per cui sono stati progettati e testati.

- Livello di inquinamento 1. Nessun inquinamento o inquinamento esclusivamente secco e non conduttivo. I prodotti di questa categoria sono in genere chiusi, sigillati ermeticamente o collocati in camere sterili.
- Livello di inquinamento 2. In genere, inquinamento esclusivamente secco e non conduttivo. È possibile che di tanto in tanto si verifichi una conduttività temporanea causata dalla condensa. Questa posizione è un tipico ambiente lavorativo e domestico. La condensa temporanea si verifica solo quando il prodotto non è utilizzato.
- Livello di inquinamento 3. Inquinamento conduttivo o inquinamento secco e non conduttivo che diventa conduttivo a causa della condensa. Si tratta di posizioni protette in cui non viene controllata la temperatura o l'umidità. L'area è protetta dalla luce diretta del sole, dalla pioggia o dal vento.
- Livello di inquinamento 4. Inquinamento che si propaga in modo persistente tramite polvere, pioggia o neve conduttiva. Tipiche posizioni esterne.

Valore IP

IPx0 (come da definizione in IEC 60529).

Valori elettrici

Valori elettrici

TACP025: corrente a 20 mA, 250 MHz

TACP050: corrente a 20 mA, 500 MHz

TACP100: corrente a 20 mA, 1 GHz

Tensione massima a terra

1300 V; livello di inquinamento 2; valore massimo con livello transitorio non superiore a 5 kV_{picco}

1800 V; per l'uso in un ambiente con livello di inquinamento 1; valore massimo con livello transitorio non superiore a 5 kV_{picco}

600 V per CAT III; livello di inquinamento 2

1000 V per CAT II; livello di inquinamento 2

Conformità ambientale

In questa sezione vengono fornite informazioni sull'impatto ambientale del prodotto.

Smaltimento prodotto

Per riciclare uno strumento o un componente, attenersi alle linee guida riportate di seguito:

Riciclaggio dell'apparecchiatura

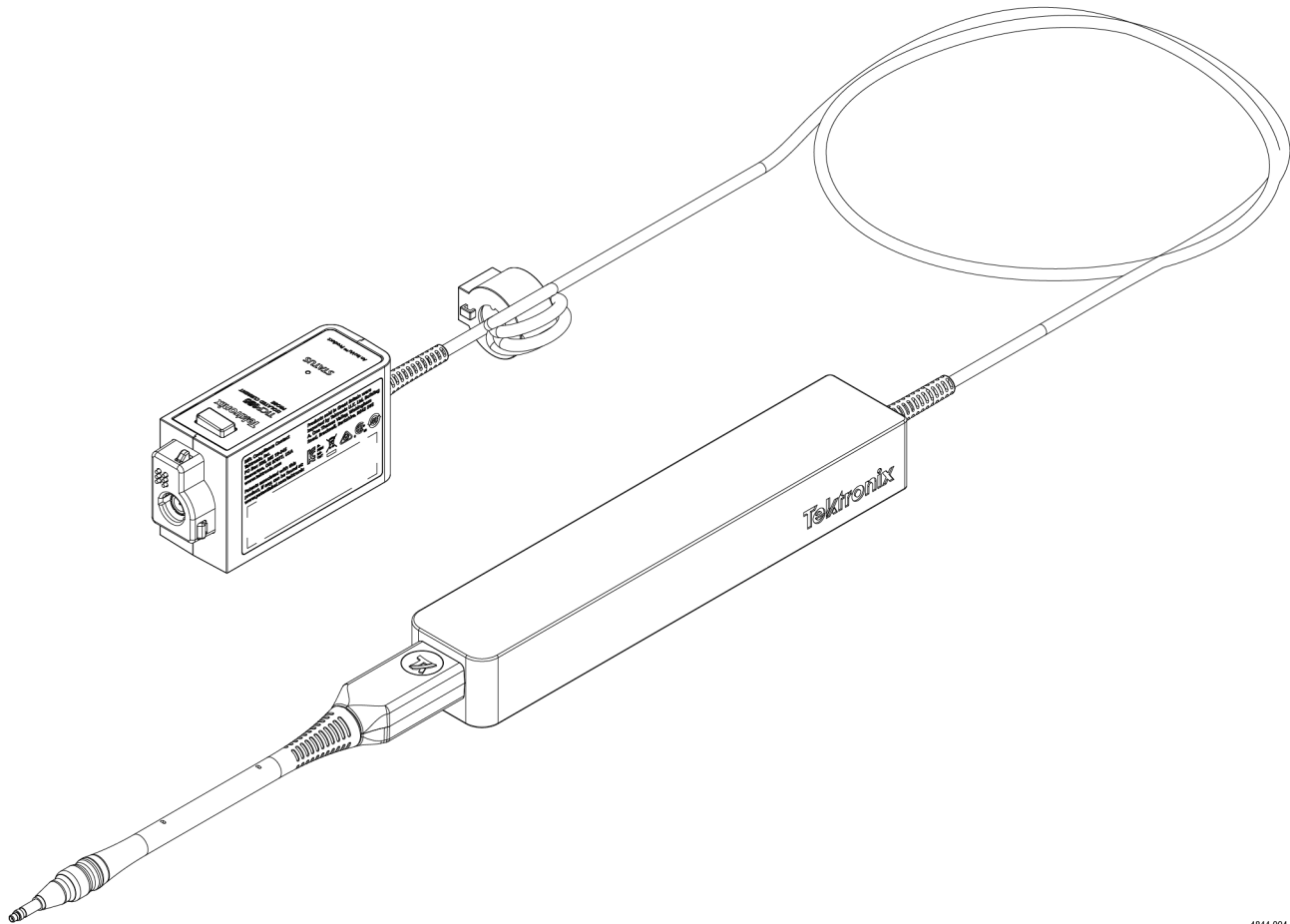
La produzione di questo apparato ha richiesto l'estrazione e l'utilizzo di risorse naturali. L'apparecchiatura può contenere sostanze che potrebbero essere dannose per l'ambiente e per la salute delle persone se il prodotto viene smaltito in modo inappropriato. Per evitare il rilascio di queste sostanze nell'ambiente e ridurre l'utilizzo di risorse naturali, si consiglia di riciclare il prodotto seguendo le procedure corrette, per garantire che la maggior parte dei materiali venga riutilizzata o riciclata in modo appropriato.



Questo simbolo indica che il prodotto è conforme ai requisiti applicabili dell'Unione europea secondo quanto sancito dalle Direttive 2012/19/UE e 2006/66/CE sullo smaltimento delle apparecchiature elettriche ed elettroniche (WEEE) e delle batterie. Per informazioni sulle possibili modalità di riciclo, consultare il sito web Tektronix (<https://www.tek.com/productrecycle>).

Prefazione

Questo documento fornisce informazioni sull'installazione e sull'utilizzo delle sonde di shunt di corrente isolata attive Tektronix serie TACP. La sonda fornisce una larghezza di banda, una precisione, una facilità d'uso e un isolamento nelle misurazioni di shunt di corrente senza pari.



1844-004

Scatola di compensazione

La scatola di compensazione TekVPI collega il sistema di misura a uno dei canali di ingresso dell'oscilloscopio. L'alimentazione viene fornita al sistema di misura tramite l'interfaccia TekVPI dell'oscilloscopio. I LED sulla scatola di compensazione forniscono un'indicazione sullo stato generale della sonda.

Testina della sonda

La testina della sonda costituisce un'interfaccia tra il dispositivo in prova (device under test, DUT) e la scatola di compensazione. La testina della sonda contiene la barriera isolante che separa il DUT dalla presa di terra.

Puntali della sonda

Sono disponibili vari opzioni di puntali per collegare la testina della sonda al DUT.

Specifiche delle prestazioni principali e funzionalità

- Isolamento galvanico tra il puntale della sonda e l'oscilloscopio
- Disponibile in tre larghezze di banda 1 GHz, 500 MHz e 250 MHz
- Ampio intervallo di misurazione della corrente determinato dallo shunt utilizzato con puntali per sonde 1X, 10X o 100X
- Rumore $<4,70 \text{ nV} / \sqrt{\text{Hz}}$ ($<21 \mu\text{V}_{\text{RMS}}$ a 20 MHz)
- Fino a 90 dB CMRR a 1 MHz
- Tensione massima in modalità comune: 1.800 V; per l'uso in un ambiente con livello di inquinamento 1; valore massimo con livello transitorio non superiore a $5 \text{ kV}_{\text{picco}}$
- Precisione di guadagno CC dell'1,5%
- Compatibile con gli strumenti MSO delle serie 4, 5 e 6, compresi i più recenti modelli B
- L'interfaccia TekVPI™ supporta il controllo e la configurazione della sonda dal pannello anteriore o dall'interfaccia di programmazione dell'oscilloscopio
- Consigli opzionali per misurare le correnti in camere ambientali da $-40 \text{ }^{\circ}\text{C}$ a $+125 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Panoramica dei modelli

Modello	Descrizione
TICP025	Sonda di corrente isolata Tektronix da 250 MHz
TICP050	Sonda di corrente isolata Tektronix da 500 MHz
TICP100	Sonda di corrente isolata Tektronix da 1 GHz

Accessori standard

Nella tabella che segue vengono elencati gli accessori spediti con la sonda.

Accessorio	Descrizione	Codice
	Cavo per puntale sonda 1X con connettore MMCX	TICPMM1
	Cavo per puntale sonda 10X con connettore MMCX	TICPMM10
	Adattatore per puntale SMA	TICPSMA
	Choke di modalità comune in ferrite con morsetto	276-0905-XX

Accessorio	Descrizione	Codice
	Il bipiede viene utilizzato come supporto per la sonda.	020-3210-XX
	Adattatore per treppiede per accessori con filettatura UNC 1/4-20.	103-0508-XX
	Adattatore per puntale sonda. Adattatore da puntale MMCX IsoVu a pin quadrati standard da 0,635 mm, con spaziatura di 2,54 mm.	131-9717-XX
	Custodia di trasporto morbida con inserto in schiuma.	016-2147-XX

Accessori consigliati

Nella tabella che segue vengono elencati gli accessori opzionali.

Accessorio	Descrizione	Codice
	Puntale sonda 100X con connettore MMCX	TICPMM100
	Shunt a bassa potenza da 5 mΩ TICIP	TICS0005 (Q.tà 1)
		TICS0005PK (Q.tà. 10)
	Shunt a bassa potenza da 50 mΩ TICIP	TICS0050 (Q.tà 1)
		TICS0050PK (Q.tà 10)
	Shunt a bassa potenza da 500 mΩ TICIP	TICS0500 (Q.tà 1)
		TICS0500PK (Q.tà 10)
	Shunt a bassa potenza da 5000 mΩ (5 Ω) TICIP	TICS5000 (Q.tà 1)
		TICS5000PK (Q.tà 10)
	Cavo per shunt TICIP	TICPTWCBL (Q.tà 1)
		TICPTWCBLPK (Q.tà 5)
	Puntale per temperatura estrema 1X con connettore MMCX	TICPMM1ET
	Puntale per temperatura estrema 10X con connettore MMCX	TICPMM10ET
	Puntale per temperatura estrema 100X con connettore MMCX	TICPMM100ET
	Accessorio saldabile a coppie intrecciate	174-7492-XX
	Adattatore da pin quadrato a MMCX, spaziatura di 1,57 mm	131-9677-XX
	Conduttore da MMCX a pinza IC	196-3546-XX

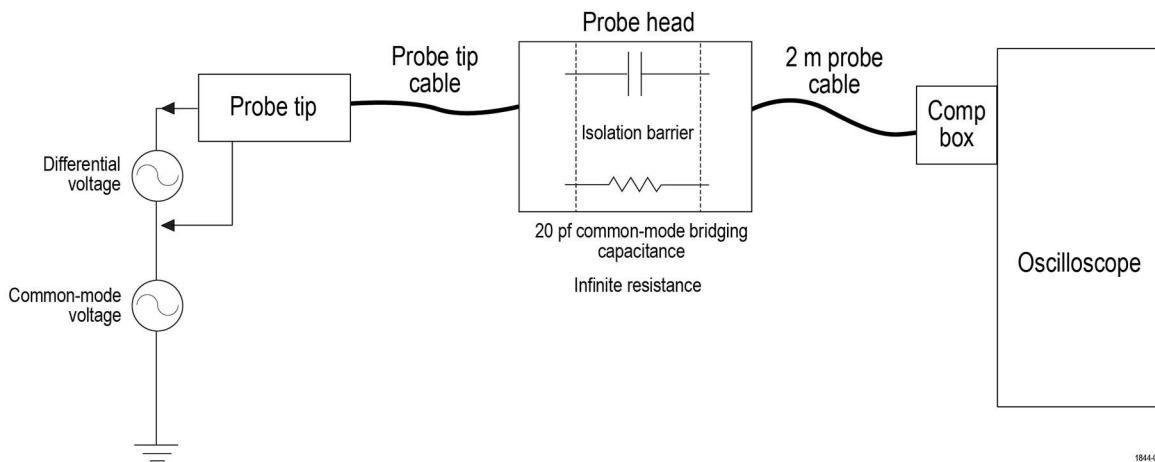
	Conduttore da pin quadrato a pinza IC	196-3547-XX
	Pinze MicroCKT	206-0569-XX

Informazioni sul funzionamento

Fare riferimento a questa sezione come ausilio per utilizzare la sonda in modo sicuro ed efficace. Prima di installare il sistema di misura, leggere tutte le informazioni sulla sicurezza per essere al corrente dei requisiti operativi e di spaziatura, compresa l'eventuale presenza di zone pericolose quando il sistema è collegato al dispositivo in fase di test (DUT).

Schema a blocchi della sonda TICP

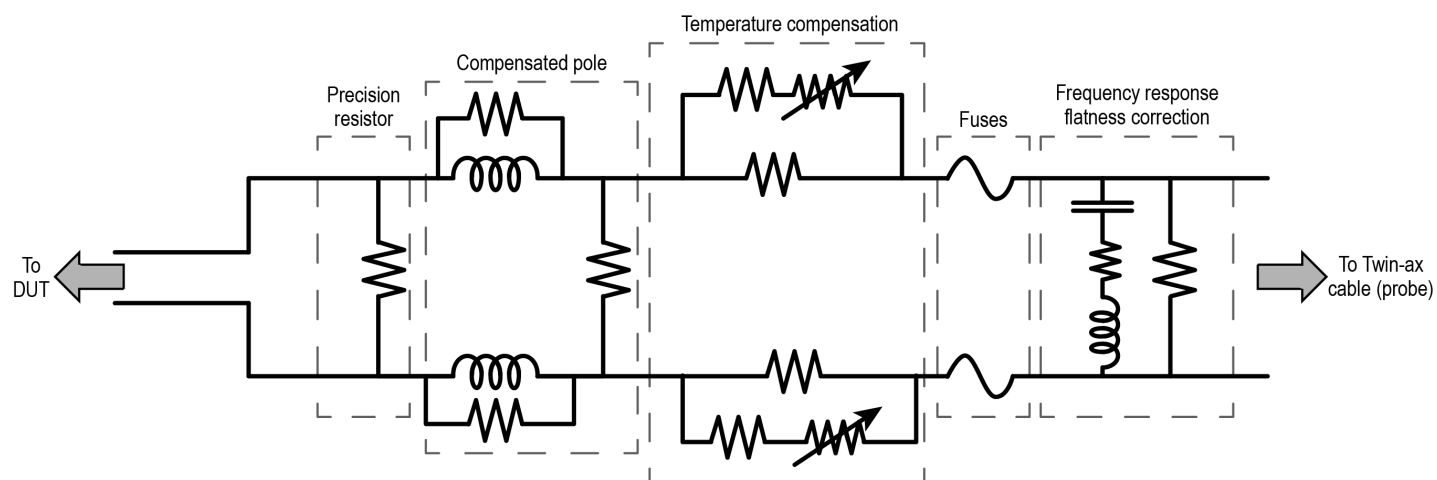
La figura che segue mostra uno schema a blocchi della sonda di corrente isolata IsoVu serie TICP.



Nella figura sono indicate resistenza e capacità in modalità comune rispetto alla presa di terra. La resistenza in modalità comune viene mostrata come infinita con la sonda poiché quest'ultima è isolata galvanicamente, e può essere ignorata. La capacità di accoppiamento in modalità comune alla presa di terra e al circuito circostante è indicata come capacità di bridge. Questa capacità sarà di circa 20 pF quando la testina della sonda si trova a 15,25 cm dal piano di massa.

Per minimizzare gli effetti del carico capacitivo in modalità comune, considerare quanto segue:

- Quando è possibile, selezionare un punto di riferimento nel dispositivo in prova (DUT) che abbia un potenziale statico rispetto alla presa di terra.
- Collegare lo schermo coassiale (comune) del puntale della sonda al punto del circuito con impedenza più bassa.
- Aumentando la distanza fisica tra la testina della sonda ed eventuali superfici conduttive si ridurrà la capacità.
- Quando si utilizzano sonde TICP per misurare diversi punti nel circuito che non hanno le stesse tensioni in modalità comune, tenere separate le testine delle sonde per limitare al massimo l'accoppiamento capacitivo.



1844-037

Wideband shunt block diagram

Pratiche ottimali per maneggiare il sistema di misura

Il sistema di misura è composto da componenti di qualità e deve essere trattato con cura per evitare danni o compromettere le prestazioni a seguito di operazioni errate. Quando si maneggiano la sonda e i puntali, tenere in considerazione le seguenti precauzioni:

- Non schiacciare, crimpare o piegare eccessivamente il cavo della sonda.
- Non torcere il cavo.
- Non lasciare che si formino piegature o nodi nel cavo della sonda.
- Evitare di applicare tensione al cavo della sonda.
- Non tirare o sfilare il cavo, specialmente quando sono presenti curvature o nodi.
- Non lasciar cadere la testina della sonda o il gruppo scatola di compensazione. Ciò potrebbe causare danni o disallineamenti dei componenti interni.
- Evitare di piegare eccessivamente i puntali della sonda; non superare il raggio minimo di curvatura di 51 mm. Non superare il raggio minimo di curvatura di 39 mm per i puntali per temperatura estrema (ET).
- Evitare di comprimere i cavi passandovi sopra con ruote di sedie o lasciandovi cadere oggetti pesanti.
- Conservare il sistema di misura nell'apposita custodia di trasporto, quando non viene utilizzato.

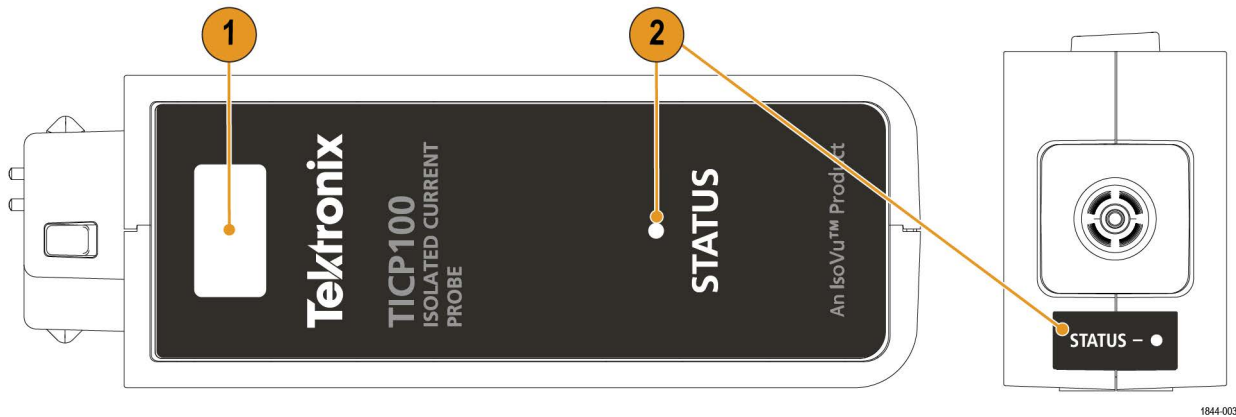
Requisiti ambientali

Caratteristica	Componente	Operativa	Non operativa
Temperatura della scatola di compensazione, del puntale e dell'adattatore per puntale SMA		da 0 °C a +50 °C	da -20 °C a +70 °C
Temperatura dei puntali standard	TICPMM1, TICPMM10, TICPMM100, TICS0005, TICS0050, TICS0500, TICS5000, TICPTWCBL	da -40 °C a +85 °C	da -40 °C a +85 °C
Temperatura dei puntali per temperatura estrema (ET)	TICPMM1ET, TICPMM10ET, TICPMM100ET	da -40 °C a +125 °C	da -40 °C a +125 °C; temperatura di immagazzinamento: da -40 °C a +85 °C
Umidità	Tutti i componenti	da 5% a 85% di umidità relativa con una temperatura fino a +40 °C, da 5% a 45% di umidità relativa con una temperatura fino a +50 °C, senza condensa	da 5% a 85% di umidità relativa con una temperatura fino a +40 °C, da 5% a 45% di umidità relativa con una temperatura fino a +70 °C, senza condensa
Altitudine	Tutti i componenti	Fino a 3.000 metri	Fino a 12.000 metri

I puntali per temperatura estrema (ET) Tektronix consentono una misurazione accurata della corrente in applicazioni di test ambientali in un intervallo operativo esteso da -40 °C a +125 °C.

Comandi e indicatori

Una descrizione dei comandi e degli indicatori presenti sulla scatola di compensazione.



1. Pulsante di rilascio del gancio. Per scollegare la scatola di compensazione dall'oscilloscopio, premere il pulsante di rilascio del gancio e rimuovere lo strumento.
2. Indicatori di STATO. Spie LED che indicano lo stato della sonda. È presente un indicatore di stato sia sulla parte superiore che sul retro della scatola di compensazione. Per ulteriori informazioni sullo stato del LED, consultare [Ricerca guasti e condizioni di errore](#) (on page 75)

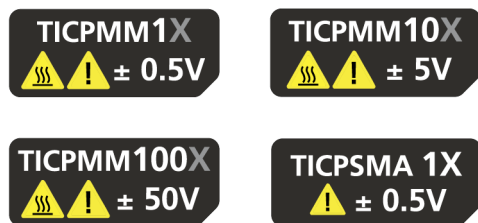
Contrassegni sul cavo

Il contrassegno sul cavo fornisce un avviso relativo ai potenziali rischi di ustioni RF.



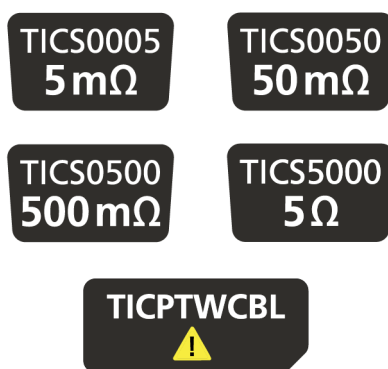
Puntali della sonda

Ogni puntale è munito di un'etichetta su cui sono indicati la gamma dinamica massima e il fattore di attenuazione.



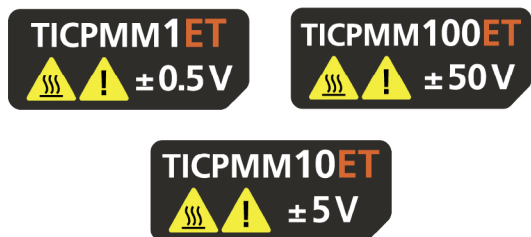
1844-001

TICPMM tip labels



1844-024

Wideband shunt labels

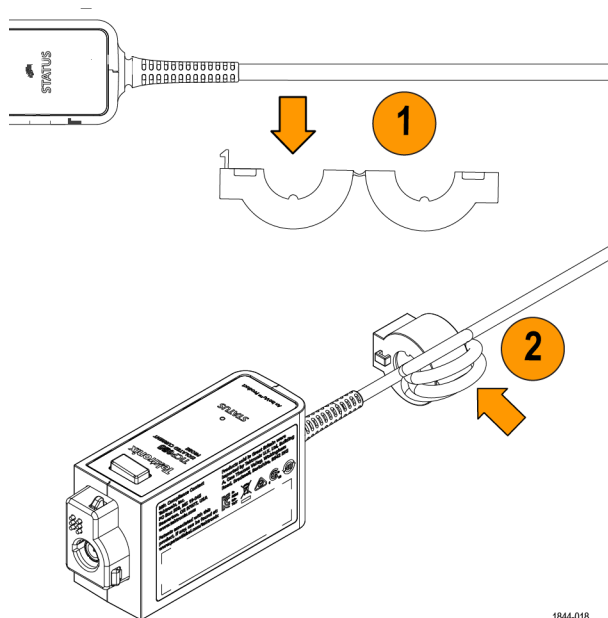


1844-027

Extreme temperature tip labels

Installazione del morsetto in ferrite

I seguenti passaggi descrivono l'installazione del morsetto in ferrite di modalità comune sul cavo della sonda.



1844-018

1. Posizionare il morsetto in ferrite di modalità comune entro 6,35 mm dalla fascetta della scatola di compensazione.
2. Avvolgere il cavo intorno al morsetto in ferrite aperto per cinque volte, quindi chiudere il morsetto.

Assicurarsi che gli anelli siano quanto più piccoli possibile per massimizzare l'efficacia della ferrite.

Per rimuovere il morsetto in ferrite dal cavo della sonda, inserire un cacciavite a testa piatta tra i ganci del morsetto e sollevarli.

Connessione a un circuito

I seguenti passaggi descrivono il processo per collegare la sonda della serie TICP a un oscilloscopio e al dispositivo in prova (DUT).

WARNING: Per evitare il rischio di scosse, non collegare il sistema di misura a un circuito alimentato. Togliere sempre l'alimentazione al circuito sotto test prima di installare o rimuovere il cavo del puntale dal circuito sotto test. La custodia in plastica della testina della sonda e il puntale del cavo della sonda non forniscono un isolamento.

WARNING: Per evitare il rischio di scosse elettriche e ustioni RF mentre il DUT è alimentato, non toccare la testina della sonda né il puntale della sonda mentre si rilevano misure. Lasciare sempre uno spazio di 1 m dalla testina della sonda durante la misura. Consultare [Requisiti di spazio](#) (on page 12)

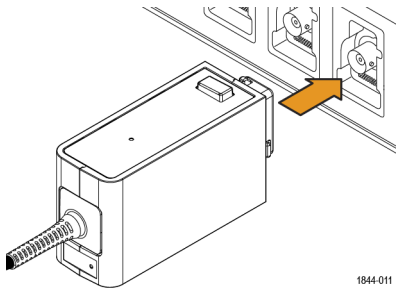
WARNING: Per evitare l'arco voltaico provocato da un potenziale differente, non posizionare la testina o il puntale della sonda sul circuito con una tensione diversa.

CAUTION: Per evitare il rischio di danni all'apparecchiatura, non collegare la schermatura coassiale (comune) del puntale della sonda o dell'ingresso SMA alla sezione ad alta impedenza di un circuito. La capacità aggiuntiva potrebbe causare danni al circuito. Collegare la schermatura coassiale (comune) alla sezione a bassa impedenza del circuito.

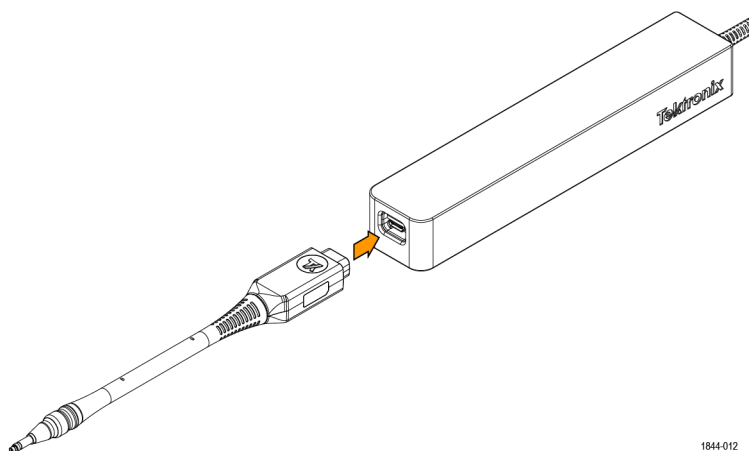
Toccando la testina della sonda o il cavo del puntale durante la misura di un segnale in modalità comune ad alta frequenza si aumenta l'accoppiamento capacitivo e si può degradare il carico in modalità comune sul circuito sotto test. Per evitare misure imprecise, non impilare le singole testine della sonda e tenere i telefoni cellulari a una distanza di almeno 91 cm mentre si rilevano misure.

Verificare che il DUT non sia collegato a un circuito alimentato. Per ottenere la massima precisione nella misura, lasciare riscaldare la sonda per 5 minuti.

1. Collegare la scatola di compensazione a un canale disponibile dell'oscilloscopio.



2. Allineare i connettori IsoConnect™ del puntale e della testina della sonda.
Evitare con cura pieghe o torsioni al gruppo del puntale della sonda durante questa operazione.
3. Collegare il puntale della sonda alla testina della sonda.



Collegare la testina della sonda a un bippiede, un treppiede (con adattatore) o un supporto analogo. L'utilizzo di un supporto mantiene stabile la testina della sonda, limitando le potenziali sollecitazioni meccaniche sul punto di collegamento elettrico del DUT. Inoltre, il supporto mantiene la testina della sonda a distanza dai circuiti circostanti e dagli oggetti conduttivi, per limitare l'accoppiamento capacitivo parassita con questi elementi. L'adattatore per treppiede fornito è obbligatorio per fissare la sonda della serie TICP a un treppiede.

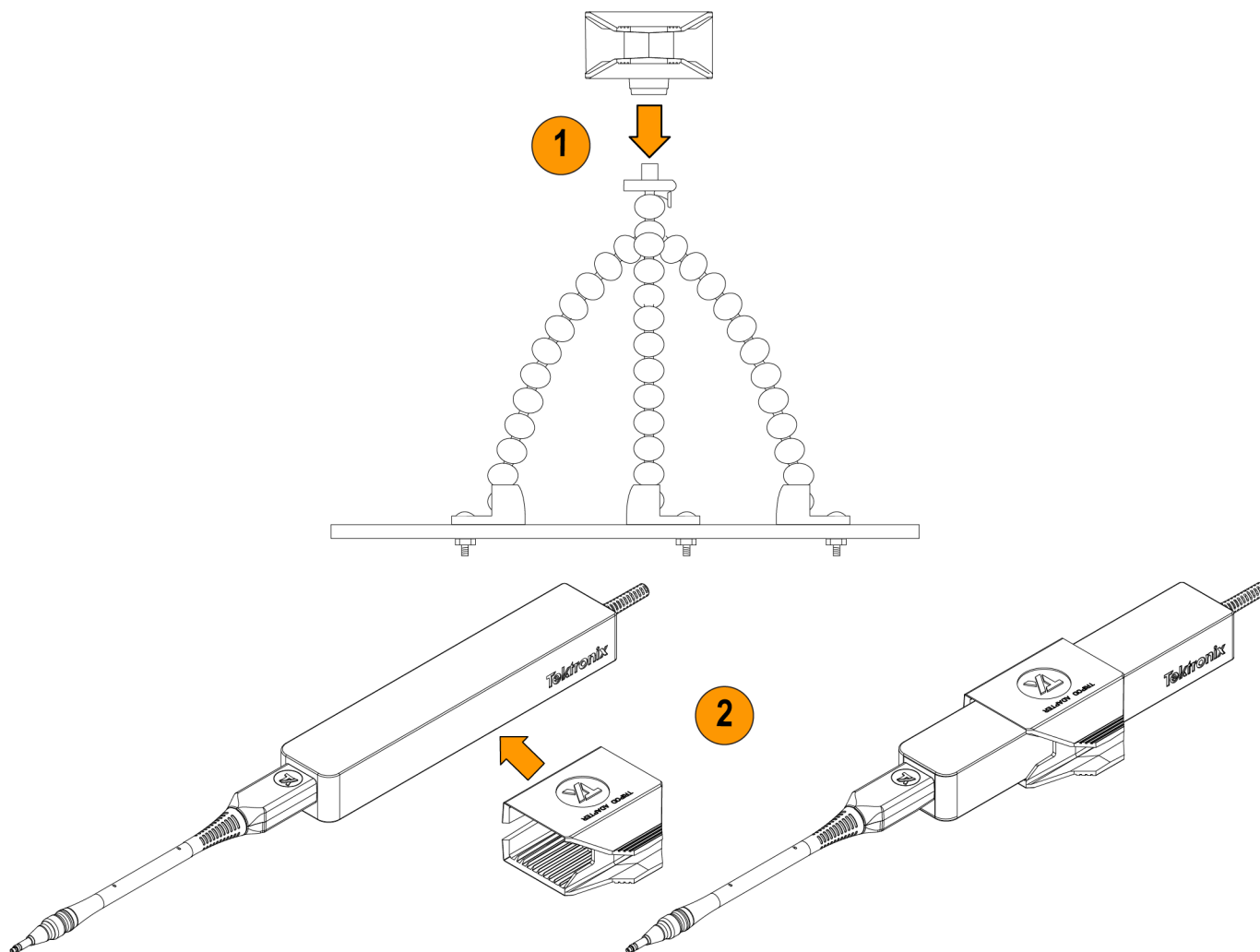
4. Collegare l'estremità del puntale della sonda al DUT.

In caso di utilizzo di un puntale MMCX, collegare il puntale a un connettore MMCX oppure a un adattatore per pin quadrati prima di collegarlo al DUT. Gli adattatori si collegano a pin quadrati con spaziature di 2,54 mm o 1,57 mm.

5. Predisporre i comandi sull'oscilloscopio.
6. Applicare l'alimentazione al DUT per eseguire la misura.

Installazione dell'adattatore per treppiede

I seguenti passaggi descrivono la procedura per installare l'adattatore per treppiede sulla testina della sonda e fissare quest'ultima al treppiede.



1844-015

1. Fissare l'adattatore su un treppiede compatibile.

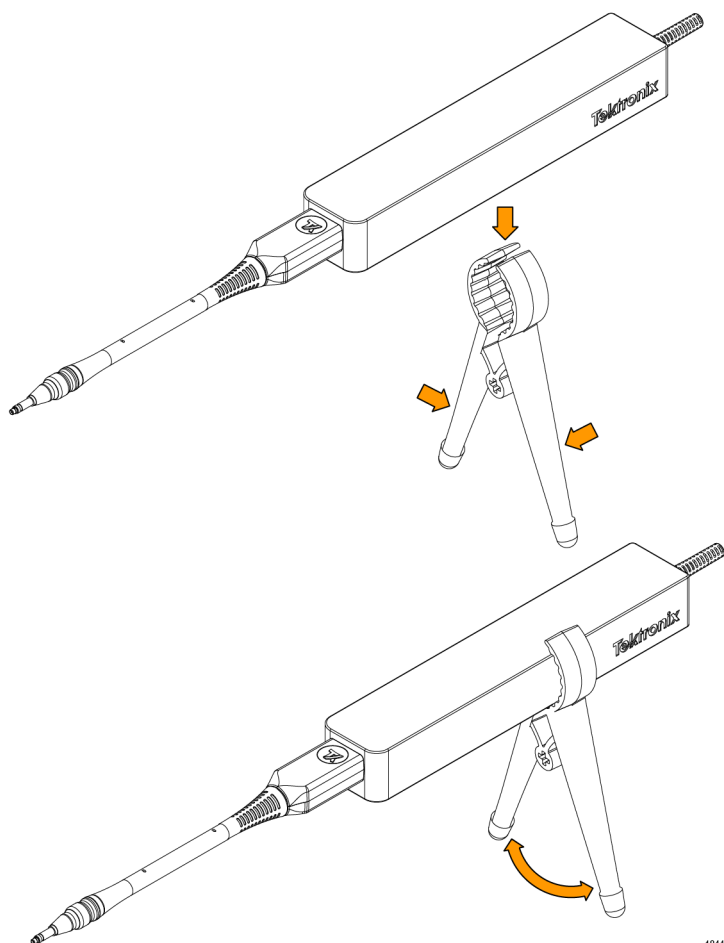
L'adattatore presenta una filettatura UNC1/4-20. Assicurarsi che anche la filettatura del treppiede sia UNC1/4-20.

2. Aprire il morsetto sull'adattatore per treppiede e fissarlo sulla testina della sonda.

Installazione del bipiede

I seguenti passaggi descrivono l'installazione del bipiede sulla testina della sonda.

È consigliato il treppiede quando si utilizzano shunt a banda larga (TICS) o i puntali per temperatura estrema (ET) con la sonda della serie TICP. Il bipiede potrebbe non supportare completamente il corpo della sonda a causa della flessibilità del TWCBL o dei puntali ET.

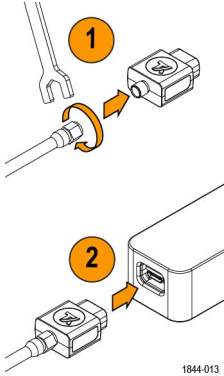


1844-014

1. Premere le impugnature del bipiede per aprire il morsetto.
2. Posizionare la testina della sonda all'interno del morsetto e lasciare andare l'impugnatura in modo che la sonda sia inclinata come richiesto per collegarsi al DUT.

Collegamento dell'adattatore SMA

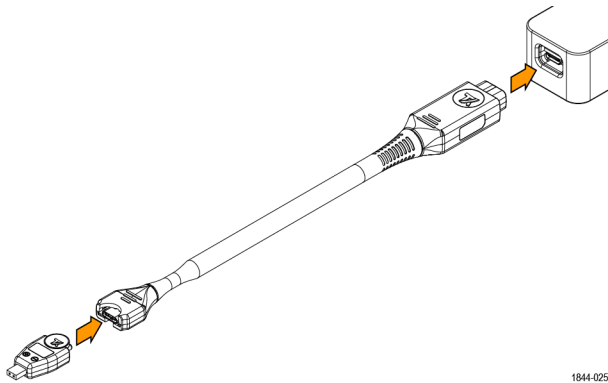
I seguenti passaggi descrivono la procedura per collegare l'adattatore per puntali SMA TICPSMA alla testina della sonda e al cavo SMA. È consigliabile collegare innanzitutto il cavo SMA all'adattatore SMA, quindi collegare l'adattatore SMA alla testina della sonda.



1. Collegare un cavo SMA all'adattatore SMA.
Utilizzare una chiave SMA per serrare il cavo SMA con una forza di 0,90 N/m.
2. Collegare l'adattatore SMA alla testina della sonda.

Collegamento degli shunt a banda larga

I seguenti passaggi descrivono la procedura da seguire per collegare gli shunt a banda larga e il cavo Twinax alla sonda TICP. Si consiglia l'utilizzo dell'adattatore per treppiede quando il cavo Twinax e gli shunt vengono utilizzati in combinazione con la sonda TICP. Il cavo Twinax flessibile non supporta la testina della sonda quando viene installato il bipiede.

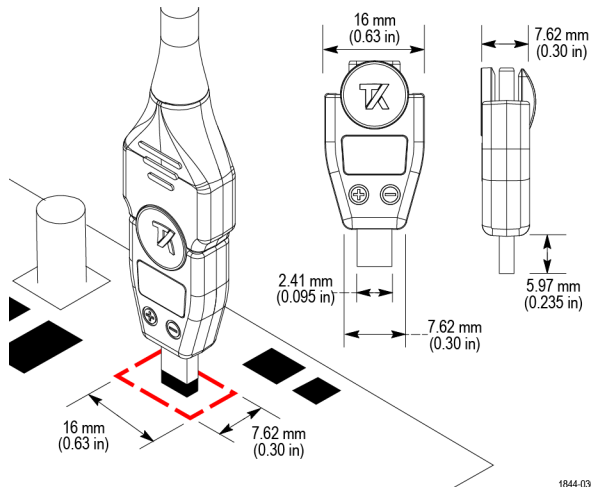


1. Collegare uno shunt al cavo Twinax.
2. Collegare il cavo alla testina della sonda.

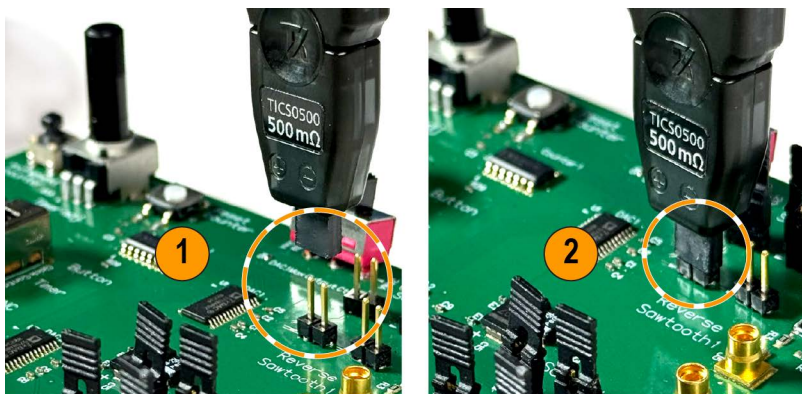
Installazione dello shunt a banda larga su un pin quadrato

I seguenti passaggi descrivono la procedura da seguire per installare lo shunt a banda larga su un pin quadrato da 2,54 mm. I pin quadrati, forniti insieme agli shunt a banda larga, devono essere saldati con il lato placcato oro collegato agli shunt. Le alternative consigliate devono avere una placcatura minima di oro di 30 µm.

L'illustrazione di seguito mostra i requisiti di spazio consigliati per il collegamento di uno shunt a banda larga a un pin quadrato da 2,54 mm sul circuito stampato.



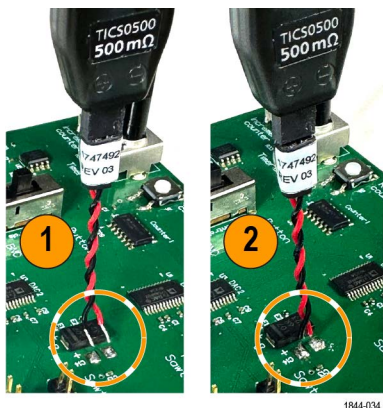
Collegare lo shunt a banda larga al cavo Twinax prima o dopo aver collegato lo shunt a un pin quadrato sul circuito stampato. Per la massima affidabilità, è consigliabile utilizzare i puntali quadrati da 2,54 mm forniti in dotazione nel kit degli shunt oppure un pin quadrato equivalente con una placcatura di oro di 30 µm.



1. Per installare lo shunt a banda larga su un pin quadrato, allineare il connettore dello shunt al pin quadrato.
2. Premere delicatamente lo shunt verso il basso per inserirlo in posizione sul pin quadrato.

Installazione dello shunt a banda larga tramite saldatura a coppie intrecciate

I seguenti passaggi descrivono la procedura da seguire per installare lo shunt a banda larga su un circuito stampato tramite saldatura a coppie intrecciate. Saldare l'accessorio a coppie intrecciate al circuito stampato prima di collegare lo shunt.



1. Allineare l'accessorio a coppie intrecciate sul circuito stampato sopra una via, pad o tracce tagliate. L'immagine sopra mostra la saldatura della coppia intrecciata su pad.
2. Saldare le estremità esposte dei cavi a coppie intrecciate tramite una via, pad o tracce tagliate. Se necessario, applicare un po' di adesivo per rafforzare la connessione al circuito stampato.

Collegamento dei puntali per temperatura estrema

I puntali per temperatura estrema (ET) consentono di effettuare misurazioni in un intervallo di temperatura da -40 °C a +125 °C.

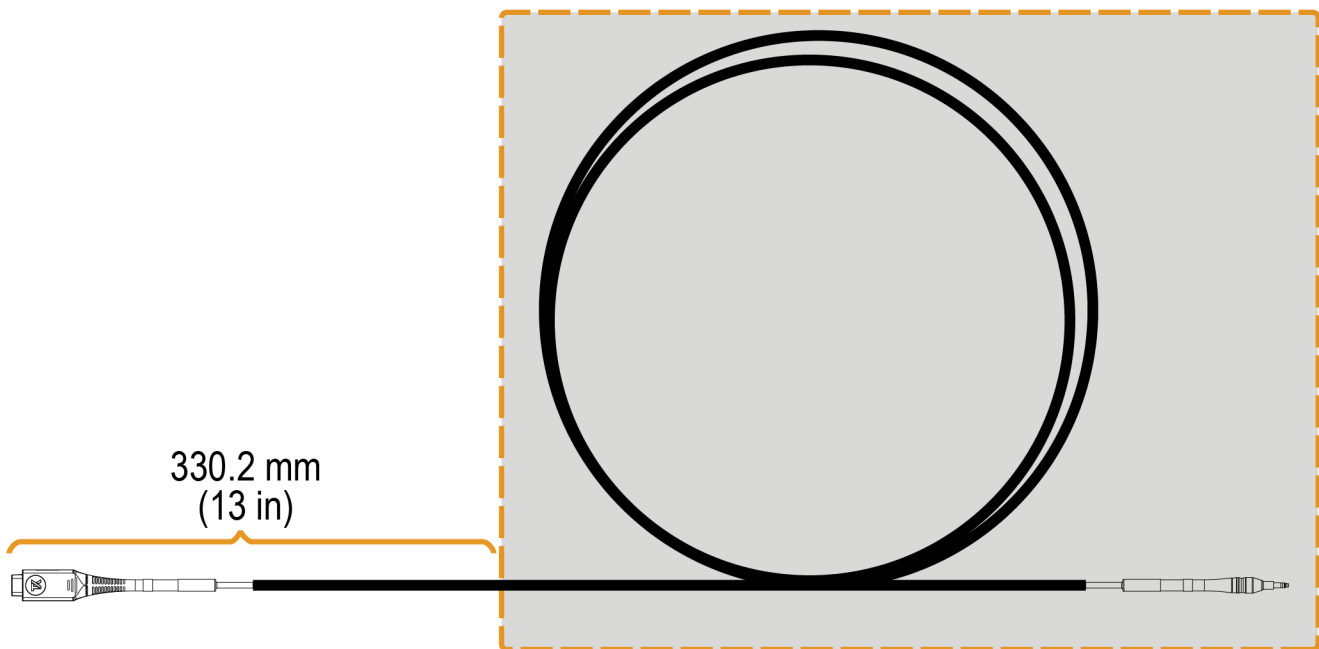
I cavi con puntale per temperatura estrema si connettono alla testina della sonda T1CP come i puntali standard tramite il connettore MMCX. Consultare [Connessione a un circuito](#) (on page 29). Questi cavi con puntale da 1,8 m connettono un dispositivo in fase di test (DUT) posizionato all'interno di una camera a temperatura controllata con un oscilloscopio Tektronix e una sonda di corrente T1CP collocati all'esterno della camera.

CAUTION: Per evitare possibili danni al puntale per temperatura estrema, non scollegare il puntale dalla sonda o dal DUT tirando il cavo. Per scollegare il puntale dalla sonda, afferrare la parte in plastica del connettore. Per scollegare il puntale dal DUT, afferrare la parte in plastica del puntale.

Il puntale ET è pensato per essere utilizzato in camere ambientali. Questo puntale non è progettato per l'uso con teste di riscaldamento localizzato.

CAUTION: Per evitare possibili danni al cavo con puntale per temperatura estrema, non superare il raggio minimo di curvatura di 39 mm.

Nell'illustrazione di seguito, la zona grigia con i contorni tratteggiati indica l'area di lavoro consigliata per il funzionamento a temperature estreme. Per evitare che la dispersione dal passaggio di accesso della camera ambientale influisca sulla testina della sonda, l'area di lavoro deve iniziare ad almeno 330,2 mm dalla testina della sonda.



1844-033

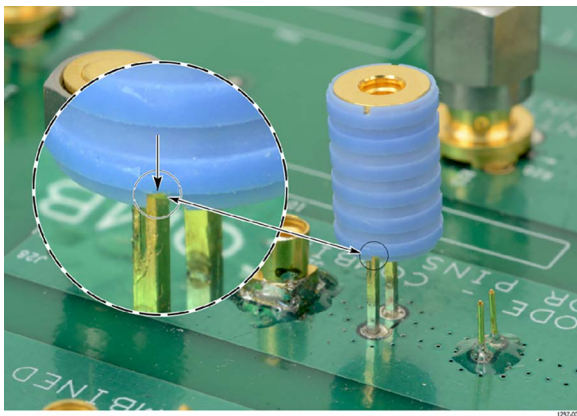
Installazione degli adattatori per i puntali della sonda

Sono disponibili due adattatori per puntale sonda Tektronix per collegare i puntali MMCX ai pin del circuito stampato: L'adattatore di passo da MMCX a 2,54 mm e l'adattatore di passo da MMCX a 1,57 mm.

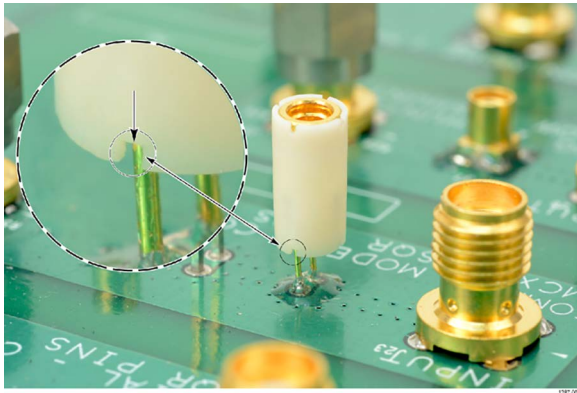
Un'estremità di ogni adattatore ha una presa MMCX per il collegamento a un cavo del puntale MMCX IsoVu. L'altra estremità dell'adattatore ha una presa con pin centrale e quattro prese comuni (schermo) attorno all'esterno dell'adattatore. Le tacche sugli adattatori possono essere utilizzate per individuare le prese di schermo. La procedura per l'installazione di questi adattatori è la stessa, la differenza principale consiste nella spaziatura dei pin sul circuito stampato.

Per installare gli adattatori sui pin quadrati, allineare il centro dell'adattatore con il pin della sorgente di segnale sul circuito stampato. Utilizzare la tacca sull'adattatore per allineare una delle prese di schermo al pin comune sul circuito stampato. Le seguenti figure mostrano degli esempi di allineamento degli adattatori sul circuito stampato.

Per ottenere le migliori prestazioni elettriche, specialmente in termini CMRR e di suscettibilità EMI, posizionare l'adattatore del puntale sonda quanto più vicino possibile al circuito stampato.

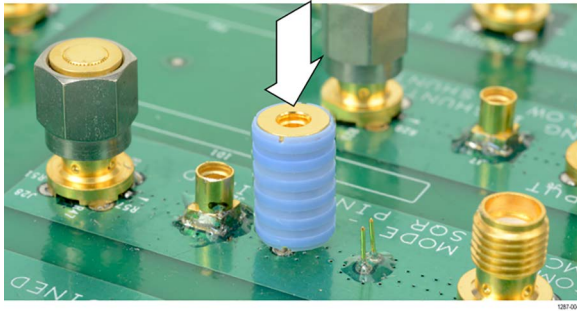


Lining up the MMCX-to-0.1-inch (2.54 mm) adapter on the circuit board

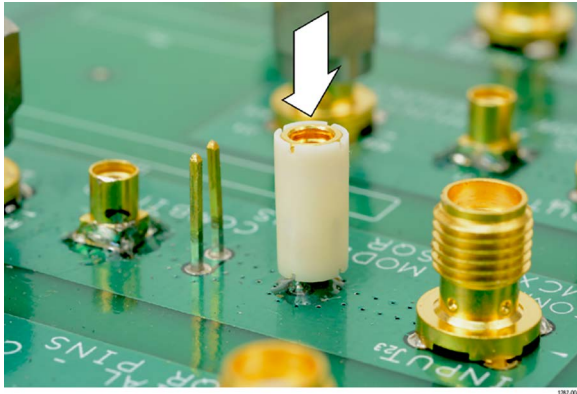


Lining up the MMCX-to-0.062-inch (1.57 mm) adapter on the circuit board

Dopo avere allineato gli adattatori, premere delicatamente l'adattatore verso il basso per posizionarlo sul circuito stampato.



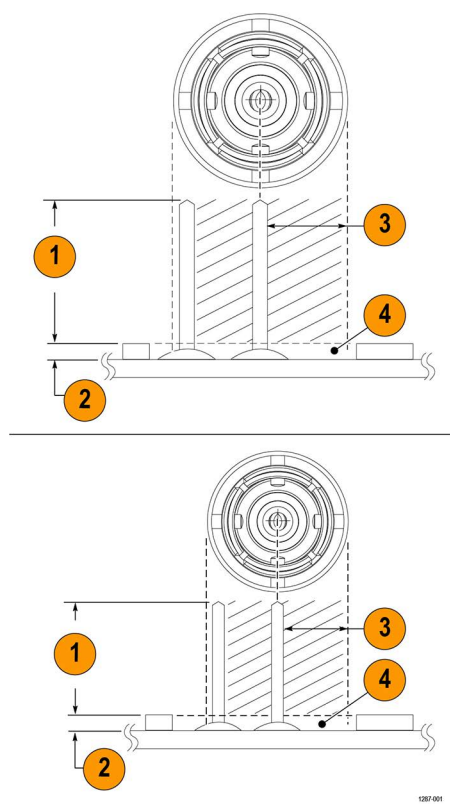
Pushing the MMCX-to-0.1-inch (2.54 mm) adapter in place



Pushing the MMCX-to-0.062-inch (1.57 mm) adapter in place

Installazione dei pin quadrati sul circuito stampato

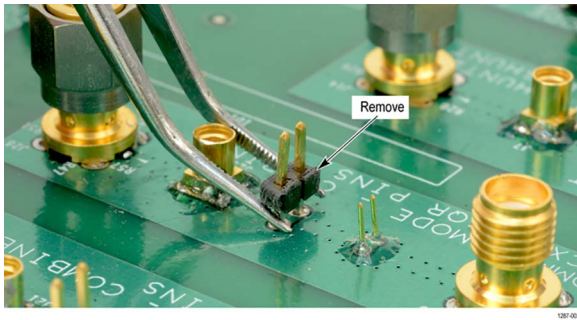
La figura e la tabella di seguito mostrano i requisiti di spazio consigliati per la connessione degli adattatori ai pin quadrati sul circuito stampato. I fondi degli adattatori sono mostrati in alto.



Adapter clearance requirements

Riferimento figura	Adattatore puntale sonda, per passo da MMCX a pin quadrato da 2,54 mm, pin quadrati da 0,635 mm	Adattatore puntale sonda, per passo da MMCX a pin quadrato da 1,57 mm, pin quadrati da 0,406 mm
1	Lunghezza massima consigliata per i pin 6,00 mm	Lunghezza massima consigliata per i pin 4,40 mm
2	Ridurre al minimo l'area tra l'adattatore e il circuito stampato	
3	Area da escludere (diametro dei singoli adattatori)	
4	Evitare o ridurre al minimo eventuali componenti nell'area da escludere	

I pin quadrati da 0,635 mm dovrebbero già trovarsi sul circuito stampato. Alcuni pin quadrati potrebbero avere delle testate installate sul circuito stampato. Tektronix consiglia di rimuovere i distanziali in plastica dai pin quadrati per ottenere un accesso più ravvicinato al circuito stampato, come illustrato nella figura seguente, per ottenere prestazioni elettriche migliori, specialmente in termini di CMRR. Potrebbe essere necessario utilizzare delle pinzette per togliere i distanziali, come illustrato in figura.



Removing the header from square pins on the circuit board

Tektronix fornisce un set di pin a saldare (0,46 mm di diametro) da installare sul circuito stampato per l'utilizzo con l'adattatore da MMCX a 1,57 mm. Utilizzare l'accessorio di supporto alla saldatura (codice Tektronix 003-1946-xx) per installare questi pin sul circuito stampato.

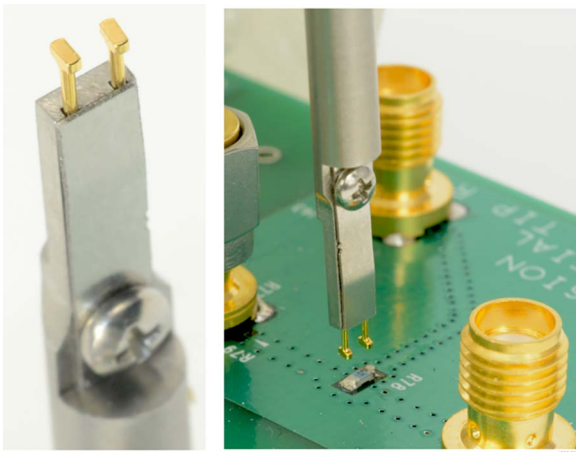
I pin a saldare sono estremamente piccoli e possono essere difficili da maneggiare. Tektronix consiglia di utilizzare delle pinzette e una lente di ingrandimento nell'installare i pin sul circuito stampato.

I piedini a saldare possono essere installati attorno a un componente a montaggio superficiale sul circuito stampato, è comunque necessario lasciare uno spazio adeguato per una buona connessione elettrica con l'adattatore. Vedere la figura della distanza per l'adattatore.

La schermatura coassiale (comune) del puntale della sonda e degli adattatori deve sempre essere collegata al punto di minore impedenza (in genere un binario di alimentazione o il comune del circuito) del circuito sotto test (relativamente al conduttore centrale/cavo del puntale sonda) per ottenere la forma d'onda più precisa possibile.

Eseguire le seguenti operazioni per installare i pin a saldare sul circuito stampato utilizzando il supporto alla saldatura:

1. Inserire con cautela i pin a saldare nel supporto alla saldatura, come illustrato nell'immagine seguente.



Using the soldering aide to install the square pins on the circuit board

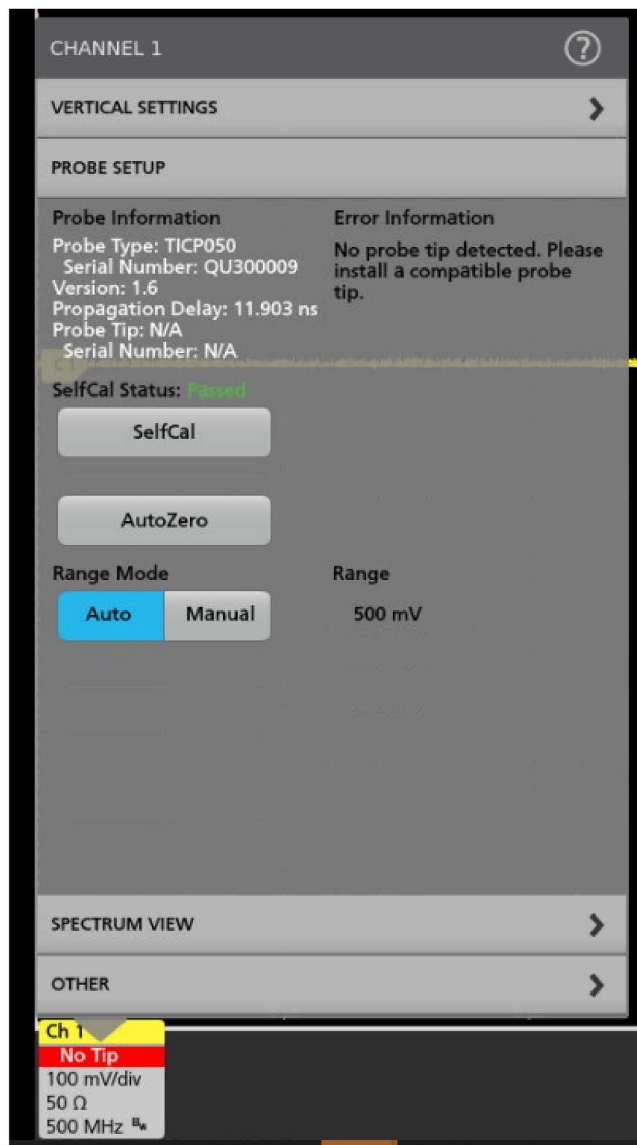
2. Utilizzare il supporto alla saldatura per tenere in posizione i pin quadrati mentre vengono saldati sul circuito stampato.
3. Se necessario, applicare un po' di adesivo per rafforzare la connessione al circuito stampato. Mantenere comunque l'altezza dell'adesivo a un livello minimo, per avere un buon contatto elettrico per l'adattatore. Vedere la figura della distanza per l'adattatore.

Menu Probe Setup (configurazione sonda)

Utilizzare il menu di configurazione della sonda per visualizzare le informazioni sulla sonda, eseguire la taratura automatica (SelfCal), eseguire AutoZero, modificare la modalità intervallo e configurare l'intervallo.

Per accedere al menu Configurazione sonda sull'oscilloscopio, toccare due volte il corrispondente simbolo del canale analogico nella barra delle impostazioni, quindi toccare **Configurazione sonda**.

Se la sonda è stata collegata all'oscilloscopio senza un puntale, verrà visualizzato un messaggio di avvertimento. Le immagini di seguito mostrano il menu con e senza l'avvertimento relativo al puntale.



Taratura automatica

La funzione di taratura automatica (SelfCal) corregge la precisione del guadagno e l'offset CC. Questi parametri cambiano mentre la sonda si riscalda fino alla temperatura operativa, per poi rimanere costanti nel momento in cui la temperatura si stabilizza.

Controllare lo **Stato taratura aut.** nel menu **Configurazione sonda**. Lo stato indica se l'esito della taratura automatica è **Riuscita**, **Non riuscita** oppure se la taratura automatica è **Consigliata**.

Per controllare lo stato della taratura automatica da remoto, utilizzare il comando `SELF CAL: STATE? PI` per stabilire se è **RECOMMENDED** (Consigliata), **RUNNING** (In esecuzione) o **PASSED** (Riuscita).

Si consiglia di ripetere la taratura automatica ogni volta che si verifica un cambiamento di 10 °C nella temperatura ambiente o che viene visualizzato lo stato **Consigliata**. Per eseguire la taratura automatica, attenersi alla seguente procedura:

1. Toccare il simbolo corrispondente al canale a cui è stata collegata la sonda.
2. Nel menu del canale, espandere la scheda **Configurazione sonda**.
3. Toccare il pulsante **Taratura aut.**.

Per eseguire la taratura automatica da remoto, utilizzare il comando `CH<x>: PROBE: SELF CAL EXECUTE PI`. Il canale collegato viene indicato tramite la "x".

NOTE: Per ottenere risultati ottimali, eseguire la taratura automatica mentre la sonda è collegata al DUT spento.

Quando si utilizzano scale verticali pari o inferiori a 10 mV/div, la taratura automatica della sonda deve essere eseguita con il puntale ancora attaccato e senza che sia applicato alcun segnale al puntale. In aggiunta, per i puntali TICPSMA e TICPMX1X, è consigliabile lasciare un'impedenza di azionamento rappresentativa (un DUT spento) collegata al puntale della sonda durante la taratura automatica.

Con scale verticali più elevate, o nel caso d'uso specifico di un puntale TICPSMA o TICPMX1X azionato da un'impedenza molto bassa (resistore shunt $\leq 5 \Omega$), è possibile in alternativa scollegare il puntale dalla testina della sonda per assicurare che non venga applicato alcun segnale durante la taratura automatica.

La sonda della serie T1CP impiega cinque minuti per riscaldarsi, mentre per il completamento della taratura automatica sono sufficienti meno di due minuti. Lo **Stato taratura aut.** cambierà in **Riuscita** o **Non riuscita**.

AutoZero

Le funzioni AutoZero e taratura automatica operano su parti diverse del sistema di misura. La taratura automatica ottimizza le misurazioni tramite la regolazione dei parametri della sonda. AutoZero, invece, è una funzione dell'oscilloscopio e viene utilizzata quando una forma d'onda visualizzata non è centrata correttamente (ad esempio a causa di un piccolo errore di offset CC). AutoZero si avvia automaticamente al termine della taratura automatica.

È importante spegnere il dispositivo in prova o scollegare la sonda dal dispositivo in questione prima di eseguire AutoZero.

Intervallo automatico

Per la **Modalità intervallo** è possibile scegliere tra le due opzioni **Automatico** e **Manuale**. Quando la Modalità intervallo è impostata su **Automatico**, l'intervallo della sonda viene selezionato automaticamente quando si gira la manopola V/div sull'oscilloscopio. Il rapporto tra l'intervallo della sonda e il valore impostato per V/div è quello mostrato nella tabella Intervalli e impostazioni Volt/div di MSO serie 4/5/6.

Intervalli

Nel sistema di misura è possibile selezionare vari intervalli, indipendentemente dall'utilizzo della sonda con o senza puntale. Ciò consente di raggiungere un compromesso tra il rumore e la gamma dinamica secondo le esigenze della misurazione da effettuare.

CAUTION: Per evitare danni alla sonda, non superare il valore di tensione di picco per un determinato puntale o per la testina della sonda. Il limite di tensione massima non distruttiva (tensione di picco) non aumenta quando si modificano gli intervalli della sonda.

Negli strumenti MSO della serie 4, 5 e 6, è possibile selezionare gli intervalli quando la **Modalità intervallo** è impostata su **Manuale**. Nella tabella che segue sono riportate le impostazioni V/div consigliate. Gli intervalli mostrati si riferiscono all'ingresso SMA della sonda e al puntale 1X. Per ottenere i valori per un determinato puntale, moltiplicare l'intervallo e l'impostazione V/div per l'attenuazione del puntale.

Intervalli e impostazioni Volt/div di MSO serie 4/5/6

Intervalli della sonda per MSO serie 4/5/6	Impostazione V/div consigliata
20 mV	2 mV/div
30 mV	5 mV/div
45 mV	5 mV/div
65 mV	10 mV/div
90 mV	10 mV/div
125 mV	20 mV/div
175 mV	20 mV/div
250 mV	20 mV/div
350 mV	50 mV/div
500 mV	100 mV/div

Quando si utilizza un puntale, sull'etichetta di ciascun puntale della sonda sono indicati la gamma dinamica massima e il fattore di attenuazione. La gamma dinamica è limitata quando si selezionano intervalli più sensibili. Fare riferimento all'intervallo di tensione differenziale lineare in ingresso nella tabella delle specifiche per ulteriori informazioni.

Selezione di un puntale per la sonda

CAUTION: Selezionare il puntale corretto per evitare situazioni di sovratensione che possono danneggiare la terminazione di ingresso della testina della sonda o comprometterne le prestazioni. La selezione del fattore di attenuazione corretto per il puntale della sonda è fondamentale per garantire il corretto funzionamento della terminazione di ingresso della testina della sonda ed evitare di danneggiarla con tensioni eccessive. Selezionare il puntale della sonda che fornisce l'attenuazione più bassa possibile per il segnale misurato.

Quando si seleziona un puntale per un'applicazione specifica, considerare le seguenti domande:

- Qual è il valore massimo di tensione di picco/RMS sul punto di test da misurare (ad esempio, in una situazione di guasto)?
- Qual è la resistenza di ingresso a terminazione singola minima che il circuito può tollerare?
- Quanto è ampia la porzione di segnale che si desidera visualizzare contemporaneamente sull'oscilloscopio?
- Quale sensibilità serve (ad esempio, l'impostazione V/div minima)?

La seguente tabella faciliterà la selezione del puntale corretto per la sonda. Partire dalla parte superiore della tabella e procedere verso il basso. Selezionare il primo puntale che soddisfa tutti i criteri.

Selezione del puntale per la sonda

Puntale della sonda	Impostazione V/div più sensibile	Gamma dinamica	Massima tensione non distruttiva (CC + CA di picco)	Resistenza di ingresso a terminazione singola
TICPSMA	1 mV	$\pm 0,5$ V	± 3 V	50 Ω
TICPMM1/TICPMM1ET	1 mV	$\pm 0,5$ V	± 3 V	50 Ω
TICPMM10/ TICPMM10ET	10 mV	± 5 V	± 15 V	500 Ω
TICPMM100/ TICPMM100ET	100 mV	± 50 V	± 60 V	5000 Ω

Per la massima tensione non distruttiva, fare riferimento al grafico di tensione massima di ingresso differenziale e riduzione della frequenza.

Riallineamento

In ogni sonda dispone sono già caricati valori nominali del ritardo di propagazione che possono essere applicati in modo automatico tramite il menu **Verticale** dell'oscilloscopio. La precisione del riallineamento può essere migliorata utilizzando un segnale conosciuto e un dispositivo di riallineamento. Se le relazioni temporali tra le forme d'onda sono di importanza critica, riallineare sempre il sistema di test con apparecchiature conosciute.

Offset di ingresso

Il sistema di misura fornisce una tensione di offset riferita all'ingresso regolabile. Ciò consente di visualizzare una parte del segnale che si trova fuori dallo schermo oppure di esaminare un comportamento sensibile che passa su una tensione differenziale più ampia. Ad esempio, di norma un passaggio di tensione da 0 V a 0,6 V andrebbe a superare un intervallo di ingresso di $\pm 0,5$ V. Applicando un offset di 250 mV, il salto di 600 mV viene fatto rientrare nella gamma dinamica della sonda e può essere osservato in modo accurato. L'offset viene applicato dalla sonda.

Intervallo di tensione

La sonda è studiata per consentire la caratterizzazione dei circuiti ad alta frequenza con un'ampia gamma di tensioni differenziali in presenza di tensioni in modalità comune. Comprendere i limiti e le differenze tra i valori di tensione come descritto in questa sezione è essenziale per ottimizzare l'accuratezza del segnale e la precisione della misurazione.

Benché l'intervallo di tensione in modalità comune della sonda sia molto ampio (1000 V CATII), l'intervallo di ingresso differenziale è limitato e dipende dall'attenuazione del puntale, dall'intervallo di guadagno selezionato e dal valore di offset applicato.

Le condizioni di tensione in ingresso sono suddivise in diversi tipi di intervallo di ingresso.

Intervallo di tensione in modalità comune

Poiché la testina della sonda è isolata dalla presa di terra, l'intervallo di ingresso in modalità comune è 1.000 V CATII. L'intervallo di ingresso differenziale è più limitato e fa riferimento al segnale che può essere applicato sul puntale della sonda indipendentemente dalla tensione in modalità comune.

L'intervallo di tensione differenziale si riferisce alla misura effettiva che viene visualizzata sullo schermo dell'oscilloscopio quando si utilizza IsoVu™. Per ottenere risultati precisi, il valore misurato deve ricadere nell'intervallo di qualsiasi intervallo di offset $\pm V_{\text{diff}}$ applicato al puntale.

$$V_{\text{mis.}} = V_{\text{offset}} \pm V_{\text{diff}}$$

Intervallo tensione di offset

È possibile applicare la tensione di offset tramite le impostazioni del menu **Verticale** dell'oscilloscopio. La capacità di offset dell'ingresso della sonda va da $\pm 0,5$ V a ± 50 V a seconda del puntale utilizzato. Questo valore di offset, che viene applicato alla testina della sonda, può essere utile per far rientrare i segnali applicati all'interno della gamma dinamica (V_{diff}) della sonda.

Intervallo di tensione differenziale massima non distruttiva

L'intervallo di ingresso differenziale non distruttivo corrisponde alla tensione differenziale massima che può essere applicata all'ingresso senza danneggiare la sonda. Si tratta di un valore CC + CA di picco (nessuna parte del segnale di ingresso differenziale deve superare questo valore). La tensione differenziale massima non distruttiva varia da ± 3 V a ± 60 V a seconda del tipo di sonda utilizzato. Il superamento di questi livelli danneggia in modo permanente i componenti della testina della sonda.

Specifiche

Questo capitolo contiene le specifiche dello strumento. Tutte le specifiche sono tipiche, salvo se indicate come garantite. Le specifiche tipiche vengono riportate per comodità, ma non sono garantite. Le specifiche contrassegnate con il simbolo ✓ sono garantite e vengono controllate nella verifica delle prestazioni.

Tutte le specifiche sono valori tipici e si applicano a tutti i modelli, a meno che non siano riportate indicazioni diverse.

Affinché le specifiche vengano rispettate, è necessario che vengano soddisfatte le condizioni seguenti:

- Lo strumento deve funzionare entro i limiti ambientali descritti nel presente manuale.
- Lo strumento deve essere in funzione in maniera continuativa da almeno cinque minuti in un ambiente che risponda alle specifiche operative relative alla temperatura.
- Il sistema di misura è alimentato da un oscilloscopio compatibile TekVPI.

Le specifiche garantite descrivono le prestazioni garantite con i limiti di tolleranza o alcuni requisiti verificati per tipo.

Panoramica di sonde e puntali

Panoramica delle sonde di corrente isolate IsoVu

Caratteristica	TICP100	TICP050	TICP025
Larghezza di banda	1 GHz	500 MHz	250 MHz
Tempo di salita	400 ps	700 ps	1,4 ns
Precisione di guadagno CC	±1,5%		
Tensione massima in modalità comune	1800 V; per l'uso in un ambiente con livello di inquinamento 1; valore massimo con livello transitorio non superiore a 5 kV _{picco}		
	1300 V; livello di inquinamento 2; valore massimo con livello transitorio non superiore a 5 kV _{picco}		
	600 V per CAT III; livello di inquinamento 2		
	1000 V per CAT II; livello di inquinamento 2		
Densità spettrale di rumore RMS	4,70 nV / √Hz (<21 μV _{RMS} a 20 MHz)		
Lunghezza cavo sonda	2 metri		

Panoramica shunt a banda larga TICS

Caratteristica	TICS0005	TICS0050	TICS0500	TICS5000
Resistenza	5 mΩ	50 mΩ	500 mΩ	5 Ω
Larghezza di banda	250 MHz	250 MHz	250 MHz	250 MHz

Caratteristica	TICS0005	TICS0050	TICS0500	TICS5000
Tempo di salita	1,6 ns	1,6 ns	1,6 ns	1,6 ns
Corrente di impulso massima (ridotta in base alla durata dell'impulso di corrente. Fare riferimento al grafico della curva di corrente pulsata)	200 A	20 A	2 A	200 mA
Corrente massima (A CC)	12 A	4,5 A	1,4 A	200 mA
Corrente minima (A), pari a due volte il rumore di fondo a larghezza di banda intera	30 mA	3 mA	300 µA	30 µA
Rumore di fondo (A RMS) a larghezza di banda intera	15 mA	1,5 mA	150 µA	15 µA
Gamma dinamica	±100 A	±10 A	±1 A	±0,1 A
Potenza nominale	0,69 W	1,0 W		
Precisione di guadagno CC	<2%			
Induttanza di inserimento	Da 2 nH a 3 nH per pin quadrati con ponticello			
	Da 4 nH a 5 nH per pin quadrati con shunt			
	Da 9 nH a 10 nH per accessorio a coppie intrecciate con shunt			
Lunghezza cavo Twinax	229 mm			
I fusibili incorporati hanno una tensione nominale massima interrompibile di 400 V; al di sopra di questo potenziale, nell'elemento aperto del fusibile può formarsi un arco, consentendo il passaggio del flusso di corrente.				

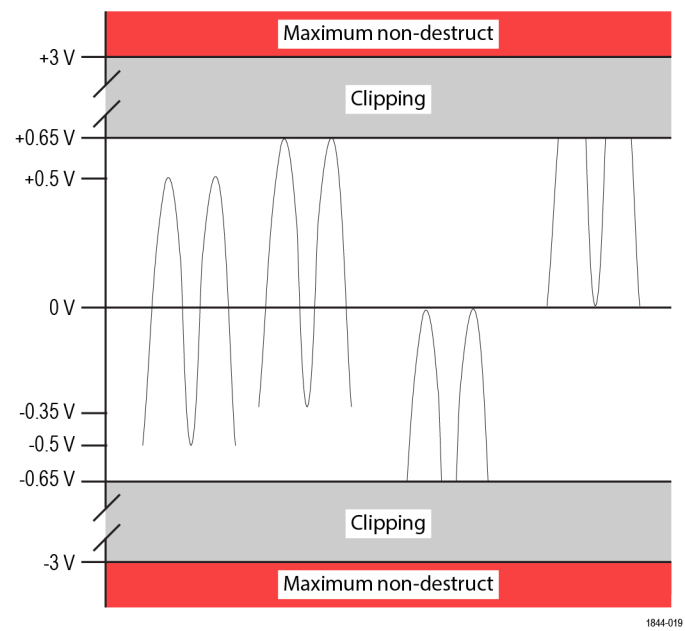
Intervallo di tensione di ingresso, impedenza di ingresso

Intervallo di tensione differenziale di ingresso + intervallo di offset non deve superare la tensione di ingresso massima misurabile. Ad esempio, l'offset è limitato a $\pm 0,15$ V nell'intervallo $\pm 0,5$ V di TICPSMA.

Puntali della sonda	Intervallo di tensione differenziale di ingresso	Intervallo di offset	Tensione di ingresso massima misurabile (Vpicco)	Tensione differenziale massima non distruttiva	Impedenza di ingresso
TICPSMA	$\pm 0,5$ V	$\pm 0,5$ V	0,65 V	± 3 V; 3 V _{RMS}	50 Ω N.D.
TICPMM1/ TICPMM1ET	$\pm 0,5$ V	$\pm 0,5$ V	0,65 V	± 3 V; 3 V _{RMS}	50 Ω N.D.
TICPMM10/ TICPMM10ET	± 5 V	± 5 V	6,5 V	± 15 V; 15 V _{RMS}	500 Ω <3 pF

Puntali della sonda	Intervallo di tensione differenziale di ingresso	Intervallo di offset	Tensione di ingresso massima misurabile (Vpicco)	Tensione differenziale massima non distruttiva	Impedenza di ingresso
TICPMM100/ TICPMM100ET	±50 V	±50 V	50 V	±60 V; 60 V _{RMS}	5.000 Ω <3 pF

L'offset completo di ±0,5 V è disponibile nell'intervallo ±0,125 V della sonda di corrente isolata IsoVu.



Differential input voltage range

Rumore di fondo (A RMS)

$$\text{Noise Floor (A RMS)} = \frac{4.70 \frac{nV}{\sqrt{Hz}} \times \sqrt{\text{Bandwidth}}}{R_{shunt}}$$

Rumore di fondo delle sonde di corrente isolate IsoVu (A RMS)

Selezione shunt	20 MHz	250 MHz	1 GHz
TACP da 50 Ω come shunt	420 nA	1,5 μA	3,0 μA
Shunt da 5 Ω	4,2 μA	14,9 μA	29,7 μA
Shunt da 1 Ω	21 μA	74,3 μA	149 μA
Shunt da 500 mΩ	42 μA	149 μA	297 μA
Shunt da 50 mΩ	420 μA	1,5 mA	3,0 mA
Shunt da 5 mΩ	4,2 mA	14,9 mA	29,7 mA
Shunt da 500 μΩ	42 mA	149 mA	297 mA
Shunt da 50 μΩ	420 mA	1,5 A	3,0 A
Shunt da 15 μΩ	1,4 A	5,0 A	9,9 A

Rumore di fondo degli shunt a banda larga (A RMS)

Selezione shunt	20 MHz	120 MHz	250 MHz
5 Ω (TICS5000)	4,2 μA	10 μA	15 μA
500 mΩ (TICS0500)	42 μA	100 μA	150 μA
50 mΩ (TICS0050)	420 μA	1,0 mA	1,5 mA
5 mΩ (TICS0005)	4,2 mA	10 mA	15 mA

Il rumore di fondo dello shunt a banda larga dipende dall'intervallo di ingresso TACP, dalla larghezza di banda e dallo shunt. I numeri di cui sopra sono calcolati con TACP nell'intervallo ±20 mV.

Corrente massima misurabile

Il valore massimo dipende dalla potenza nominale dello shunt.

$$\text{Maximum Measurable Current (A)} = \frac{\text{Maximum Measurable Input } V_{pk}}{R_{shunt}}$$

Corrente massima misurabile delle sonde di corrente isolate IsoVu

Selezione shunt	TICPMM1	TICPSMA	TICPMM10	TICPMM100
TICP da 50 Ω come shunt	13 mA		-	-
Shunt da 5 Ω	130 mA		1,3 A	10 A
Shunt da 1 Ω	650 mA		6,5 A	50 A
Shunt da 500 mΩ	1,3 A		13 A	100 A
Shunt da 50 mΩ	13 A		130 A	1,0 kA
Shunt da 5 mΩ	130 A		1,3 kA	10 kA
Shunt da 500 μΩ	1,3 kA		13 kA	100 kA
Shunt da 50 μΩ	13 kA		130 kA	1.000 kA
Shunt da 15 μΩ	43,3 kA		433,3 kA	3.300 kA

Corrente massima misurabile degli shunt a banda larga

Selezione shunt	10 μs	1 ms	100 ms	1 s	100 s
5 Ω (TICS5000)	0,2 A	0,2 A	0,2 A	0,2 A	0,2 A
500 mΩ (TICS0500)	2 A	2 A	2 A	1,8 A	1,5 A
50 mΩ (TICS0050)	20 A	20 A	7,6 A	5,7 A	4,6 A
5 mΩ (TICS0005)	195 A	63 A	23 A	16 A	12 A

Ridotta in base alla durata dell'impulso di corrente. I valori della durata dell'impulso si basano su un ingresso a onda quadra. Per un ingresso a onda triangolare (come nel test a doppio impulso), la durata massima dell'impulso può essere moltiplicata per 3,5. Ad esempio, per un test a doppio impulso con picco a 20 A, TICS da 50 mΩ può sostenere una rampa di 3,5 ms. Un impulso a onda quadra da 20 A potrebbe essere sostenuto solo per 1 ms.

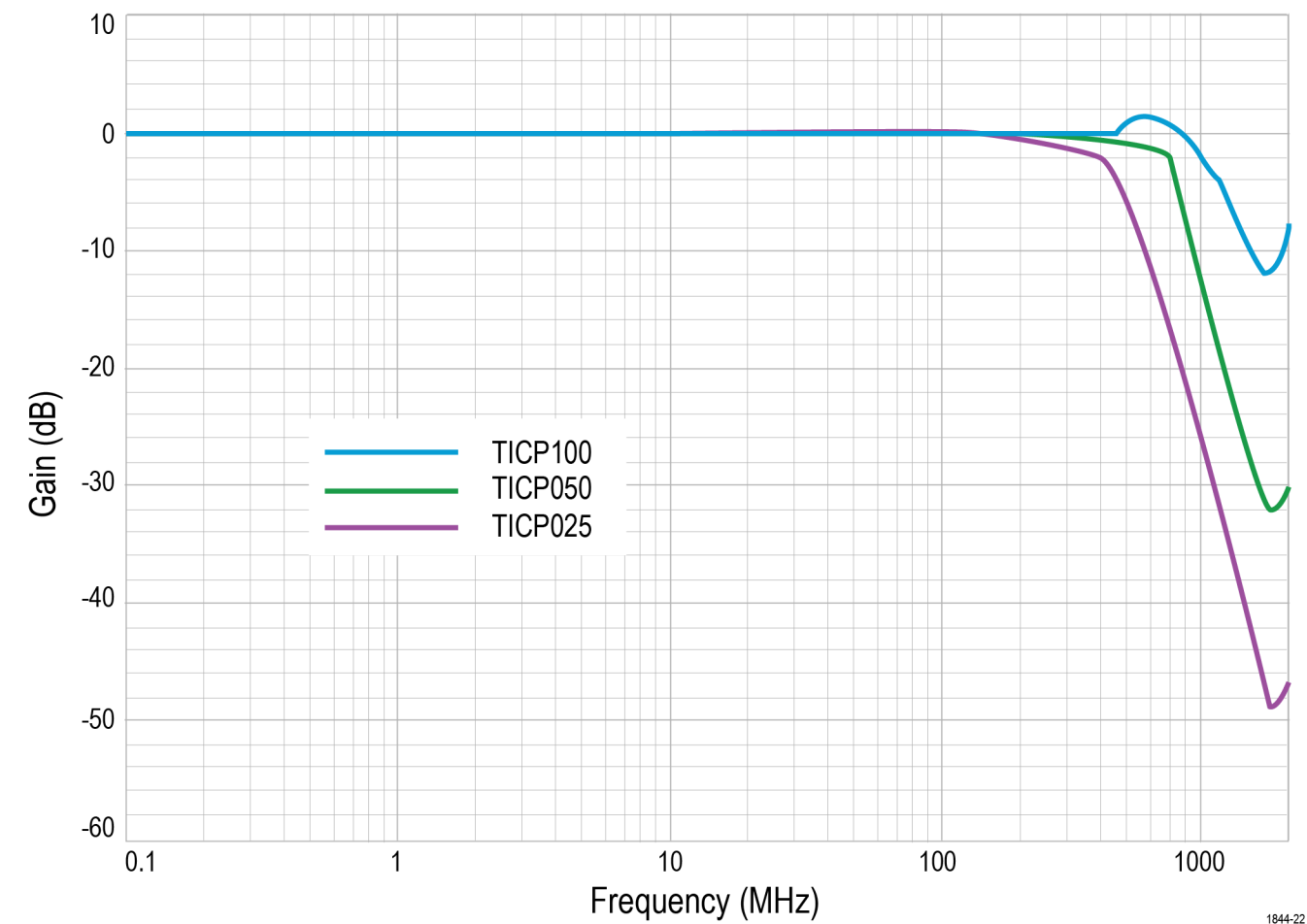
Intervalli della sonda

I numeri pubblicati si riferiscono ai puntali TICPSMA e TICPMM1. Per i puntali 10X e 100X, moltiplicare i valori rispettivamente per 10 e per 100.

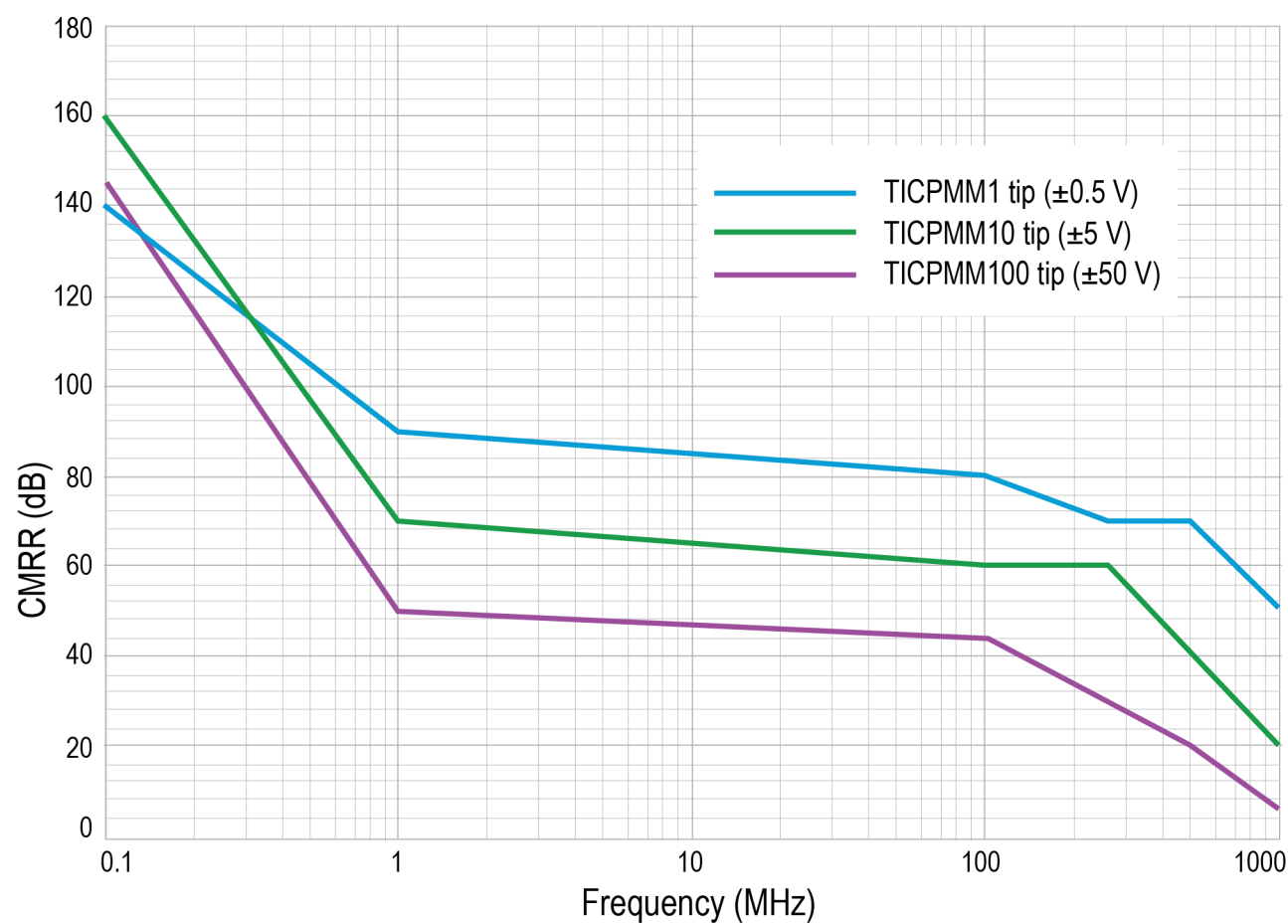
Intervallo di ingresso	Intervallo di offset	Densità spettrale di rumore RMS (V_{RMS})	Rumore di fondo a 20 MHz (V_{RMS})
$\pm 0,5$ V	$\pm 0,15$ V	22,9 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$	102,5 μV_{RMS}
$\pm 0,35$ V	$\pm 0,30$ V	17,4 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$	77,8 μV_{RMS}
$\pm 0,25$ V	$\pm 0,40$ V	15,0 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$	67,2 μV_{RMS}
$\pm 0,175$ V	$\pm 0,475$ V	9,5 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$	42,4 μV_{RMS}
$\pm 0,125$ V	$\pm 0,5$ V	8,7 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$	38,9 μV_{RMS}
$\pm 0,09$ V	$\pm 0,5$ V	6,3 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$	28,3 μV_{RMS}
$\pm 0,065$ V	$\pm 0,5$ V	5,5 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$	24,7 μV_{RMS}
$\pm 0,045$ V	$\pm 0,5$ V	4,7 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$	21,2 μV_{RMS}
$\pm 0,03$ V	$\pm 0,5$ V	4,7 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$	21,2 μV_{RMS}
$\pm 0,02$ V	$\pm 0,5$ V	4,7 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$	21,2 μV_{RMS}

Shunt a banda larga CMRR

Cavo sensore	CC	1 MHz	100 MHz	250 MHz
5 Ω (TICS5000)	120 dB	105 dB	52 dB	40 dB
500 m Ω (TICS0500)	120 dB	105 dB	67 dB	55 dB
50 m Ω (TICS0050)	120 dB	110 dB	80 dB	70 dB
5 m Ω (TICS0005)	120 dB	110 dB	90 dB	82 dB

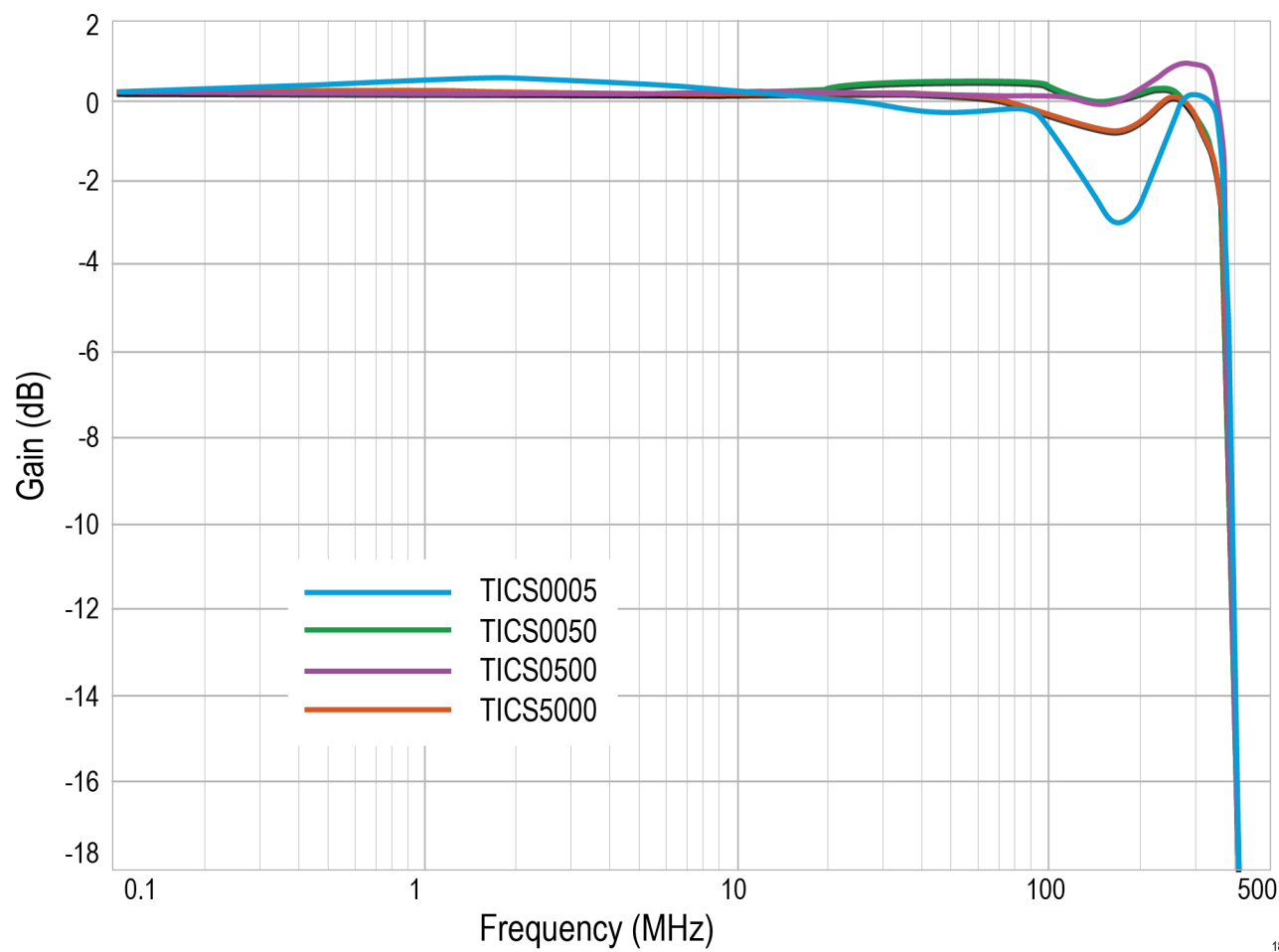


IsoVu isolated current probes frequency response



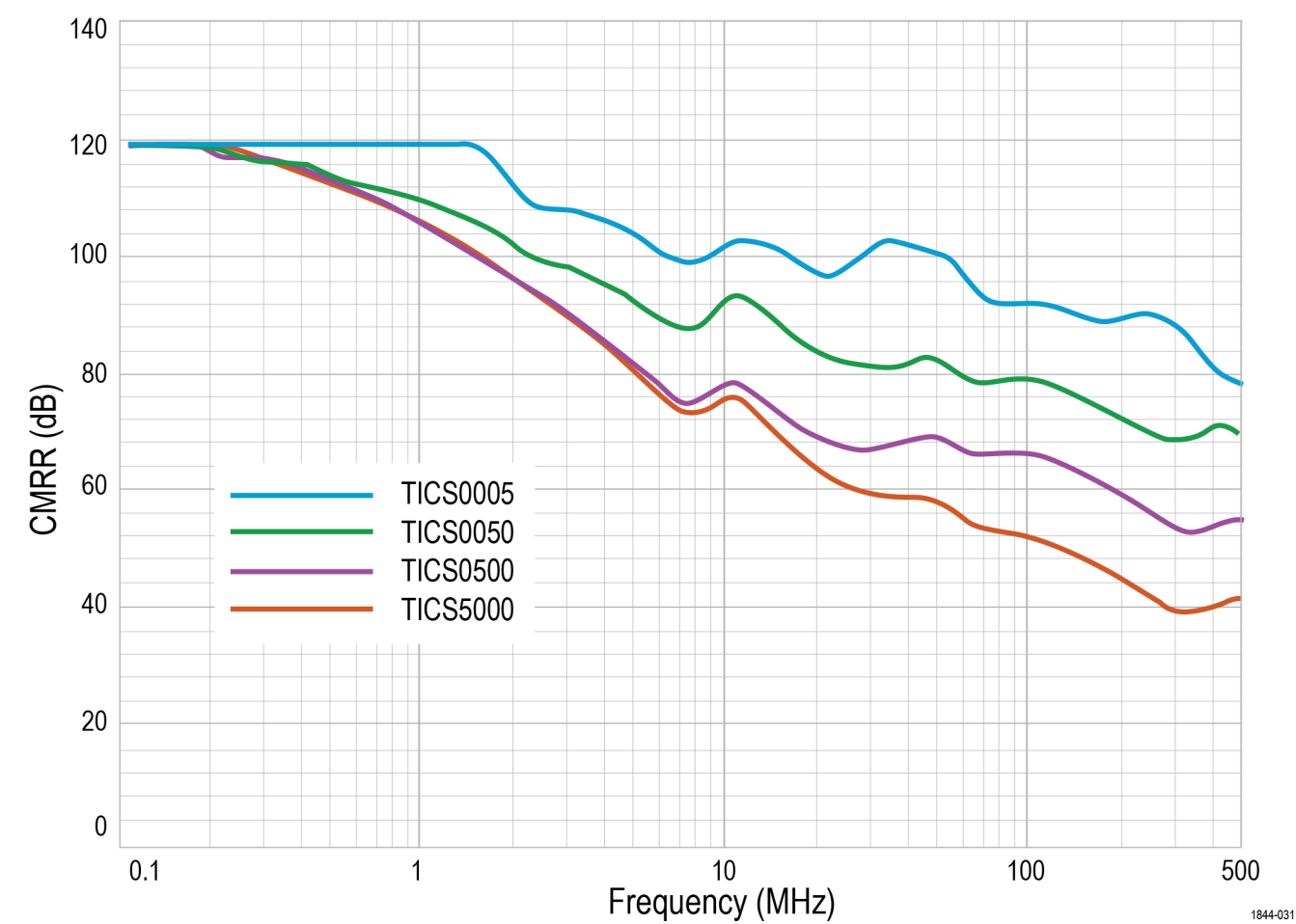
1844-023

IsoVu isolated current probes common mode rejection ratio (CMRR)

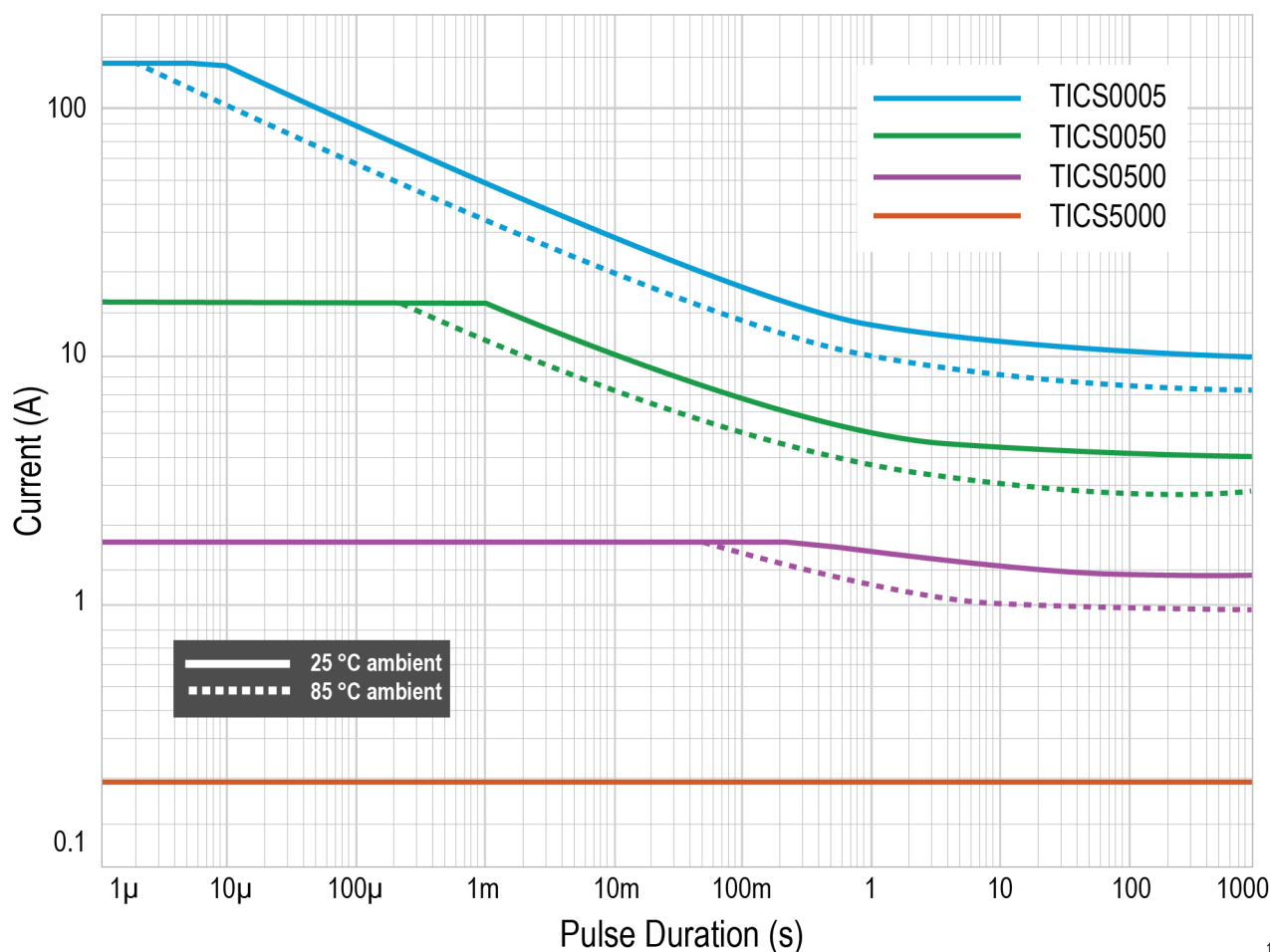


1844-030

Wideband shunts frequency response



Wideband shunts CMRR



1844-032

Wideband shunts square-wave pulse current derating curve

I valori della durata dell'impulso si basano su un ingresso a onda quadra. Per un ingresso a onda triangolare (come nel test a doppio impulso), la durata massima dell'impulso può essere moltiplicata per 3,5. Ad esempio, per un test a doppio impulso con picco a 20 A, TICS da 50 mΩ può sostenere una rampa di 3,5 ms. Un impulso a onda quadra da 20 A potrebbe essere sostenuto solo per 1 ms.

Calcoli relativi alla riduzione della corrente pulsata degli shunt a banda larga

Utilizzare la seguente equazione per calcolare la corrente massima per un impulso di corrente a forma quadra di durata t :

$$I_{max} = \min \left(\sqrt{\frac{P_{max}}{R_{shunt}}}, \frac{1V}{R_{shunt}} \right)$$

Per un impulso isolato o una rampa (duty cycle pari di fatto a zero):

$$P_{max} = P_d + \frac{C}{\sqrt{t}}$$

Per un impiego ripetitivo con duty cycle $0 < D \leq 1$, P_{max} viene ulteriormente ridotto secondo la seguente espressione di riduzione del duty cycle:

$$P_{max} = \frac{P_d}{P_d + D \cdot \frac{C}{\sqrt{t}}} \cdot \left(P_d + \frac{C}{\sqrt{t}} \right)$$

I coefficienti P_d e C dipendono dalla temperatura ambiente e dal modello di shunt; consultare la tabella di seguito per i valori.

Shunt	25 °C		85 °C	
	C	P_d	C	P_d
5 mΩ	0,6	0,69	0,31	0,36
50 mΩ	0,6	1,0	0,31	0,52
500 mΩ	0,6	1,0	0,31	0,52
5 Ω	0,6	1,0	0,31	0,52

Esempio

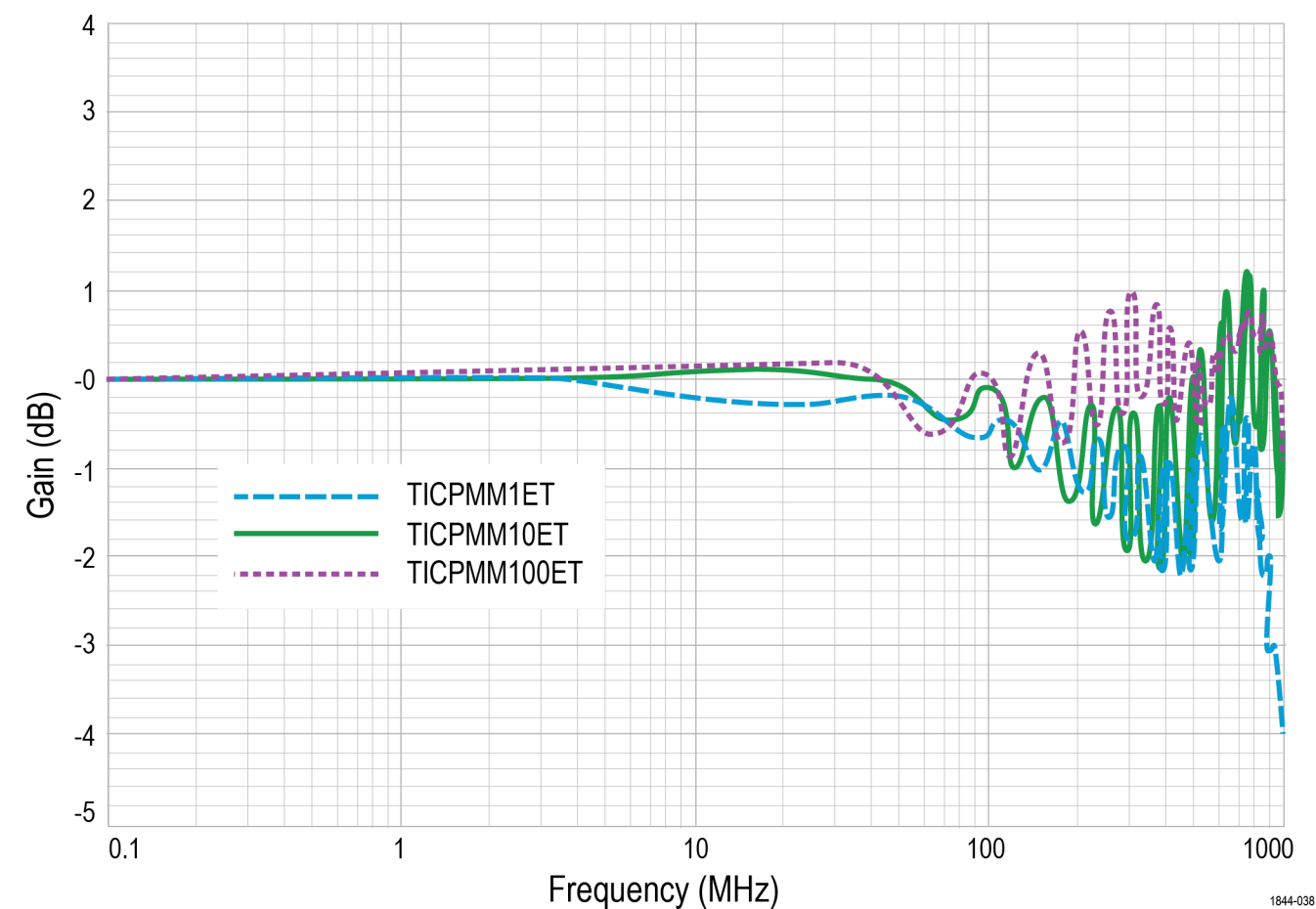
Un test a doppio impulso che genera un treno di 5 impulsi inizia a 0 A e sale a rampa per un periodo di 100 μs. Sebbene vi siano brevi periodi OFF tra un impulso e l'altro, è più prudente calcolare la durata dell'impulso partendo dal presupposto che tali periodi siano inesistenti e modellare la rampa come segnale continuo. Inoltre, poiché il test a doppio impulso è una forma d'onda a rampa, a t viene applicato un fattore di scala di 3,5X.

$$R_{shunt} = 5 \text{ m}\Omega, t = \frac{100 \mu s}{3.5} = 28.6 \mu s, P_d = 0.69, C = 0.6$$

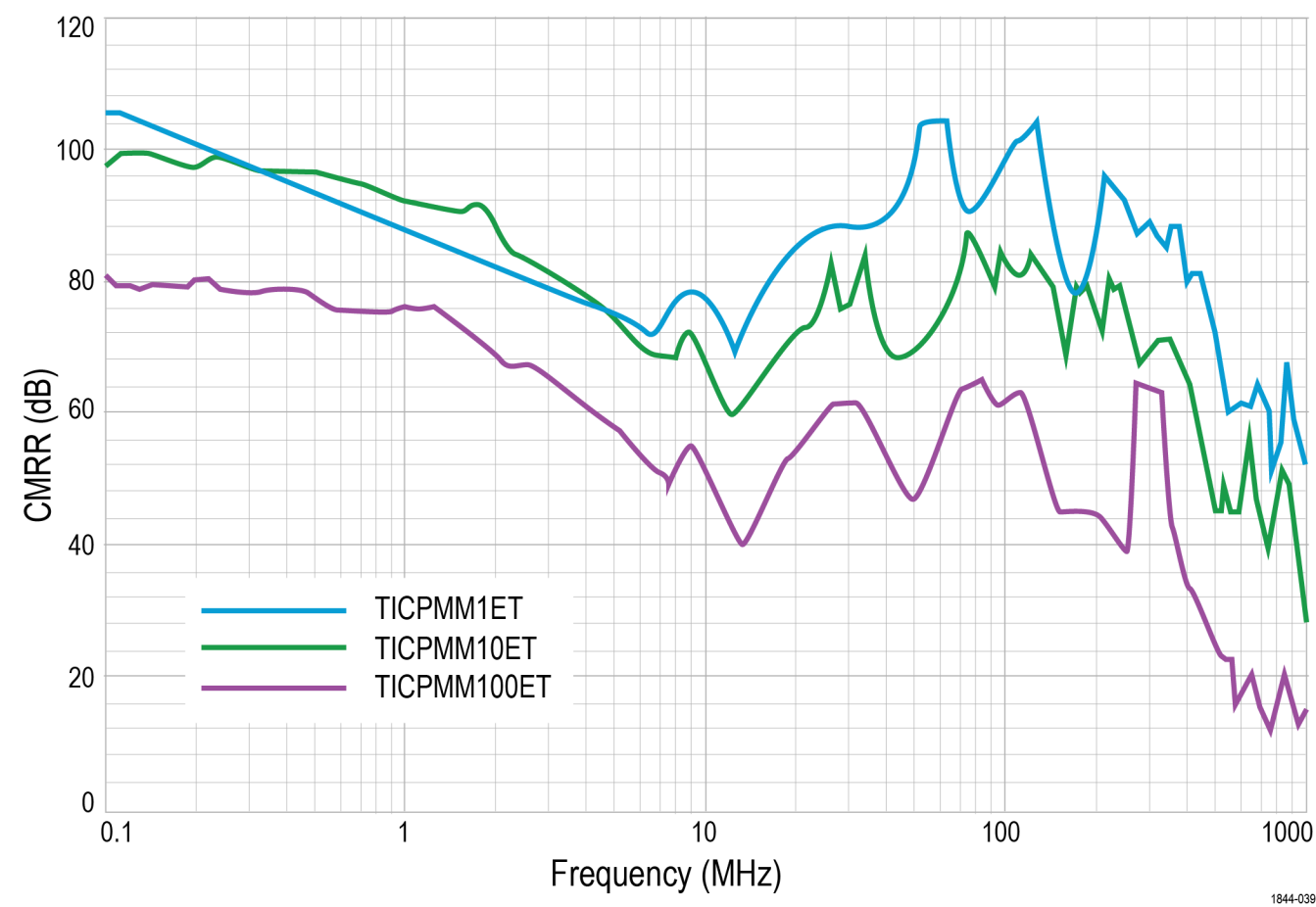
$$P_{max} = P_d + \frac{C}{\sqrt{t}} = 0.69 + \frac{0.6}{\sqrt{28.6 \cdot 10^{-6}}} = 113 \text{ W}$$

$$I_{max} = \sqrt{\frac{P_{max}}{R_{shunt}}} = \sqrt{\frac{113 \text{ W}}{5 \cdot 10^{-3} \Omega}} = 150 \text{ A}$$

Il calcolo sopra dimostra che TICS0005 da 5 mΩ resiste a una rampa di 150 A di durata inferiore a 100 μs.



Extreme temperature tip frequency response



Extreme temperature tip CMRR

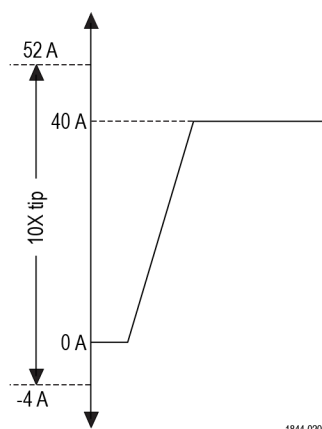
Esempi applicativi

Esempi applicativi per banda ampia (WBG) e integrità dell'alimentazione PMIC.

Esempio WBG (800 V, 40 A tipico; shunt 0,125 Ω)

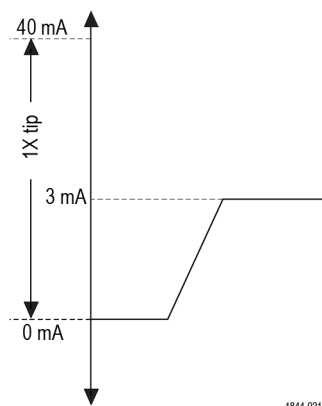
In un circuito SiC da 800 V con commutazione a 40 A, uno shunt da 125 m Ω produce un segnale da 5 V. Per effettuare la misurazione mediante la sonda di corrente isolata IsoVu, è necessario utilizzare un puntale 10X. Nell'intervallo $\pm 3,5$ V, applicare un offset di 24 A.

L'intervallo di corrente misurabile è compreso tra 52 A e -4 A. Con queste impostazioni, il rumore di fondo RMS con una larghezza di banda di 250 MHz è pari a 2,2 mA RMS.



Integrità dell'alimentazione PMIC (48 V, 3 mA tipico; shunt 1 Ω)

In un bus PMIC da 48 V, la potenza di riserva di 3 mA produce un segnale da 3 mV su uno shunt da 1 Ω . Utilizzare il puntale 1X nell'intervallo più sensibile di ± 20 mV, applicare l'offset per visualizzare la corrente di 3 mA e catturare i transitori da 0 A a 40 mA con un rumore di fondo RMS di 21,2 μ A.



Specifiche elettriche

Larghezza di banda analogica

Puntale della sonda	Larghezza di banda
TICPSMA	>1 GHz
TICPMM1	>1 GHz
TICMM10	>1 GHz
TICPMM100	>1 GHz
TICPMM1ET	>700 MHz
TICPMM10ET	>700 MHz
TICPMM100ET	>700 MHz

Linearità

La deviazione dalla linea ottimale è $< \pm 2\%$ della FS di picco

Massima deviazione dalla regressione lineare espressa in percentuale della gamma dinamica specificata.

Impedenza di ingresso

Puntale della sonda	Resistenza in ingresso	Capacità in ingresso
TICPMM1/TICPMM1ET	50 $\pm 0,5\%$, 49,75-50,25	
TICMM10/TICPMM10ET	500 $\pm 2\%$, 490-510	<3 pF
TICPMM100/TICPMM100ET	5000 $\pm 2\%$, 4900-5100	<3 pF

Impedenza della linea di protezione isolata (alla presa di terra)

>120 M Ω , ~17 pF

Precisione di guadagno dell'offset

$\pm 0,5\%$

Linearità dell'offset

$\pm 0,1\%$

Intervallo di ingresso della tensione operativa

Differenziale massimo di $\pm 0,65$ V

Accoppiamento di ingresso

CC

Bilanciamento CC

< 0,1 div

Vibrazioni casuali operative

0,31 GRMS, 5-500 Hz, 10 minuti per asse, 3 assi (30 minuti totali)

Conformità alle norme

EMC

Conforme alla Direttiva EMC dell'Unione Europea (con marchio CE)

Sicurezza

Conforme alla Direttiva sulla bassa tensione dell'Unione Europea (con marchio CE)

Conforme alle norme ANSI/UL61010-1 (con marchio CSA)

Conforme alle norme ANSI/UL61010-2-030 (con marchio CSA)

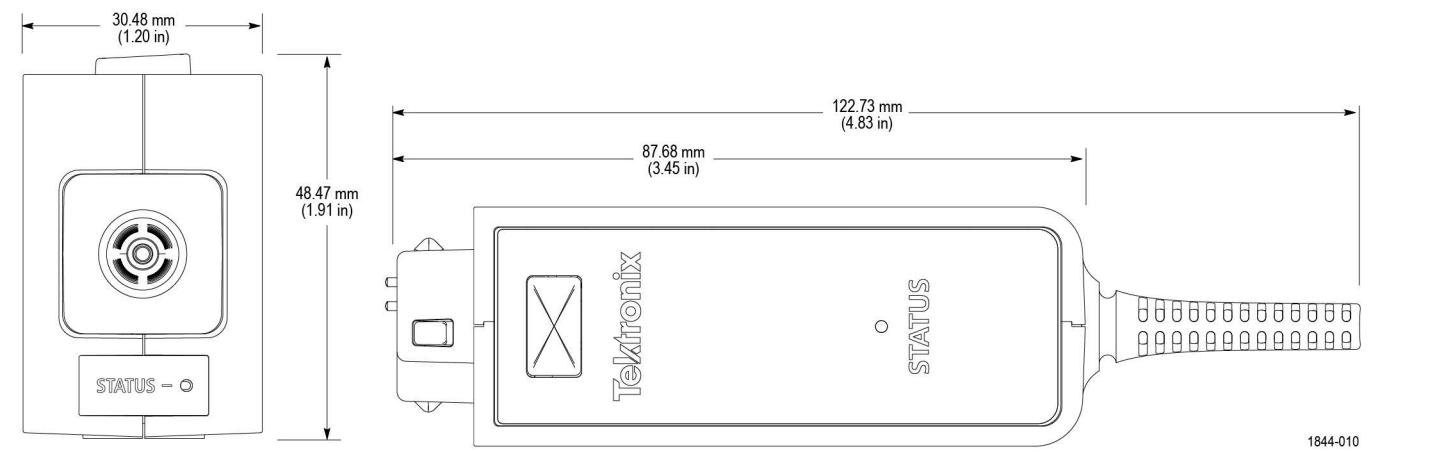
Certificato ai sensi delle norme CAN/CSA C22.2 n. 61010-1 (con marchio CSA)

Certificato ai sensi delle norme CAN/CSA C22.2 n. 61010-2-030 (con marchio CSA)

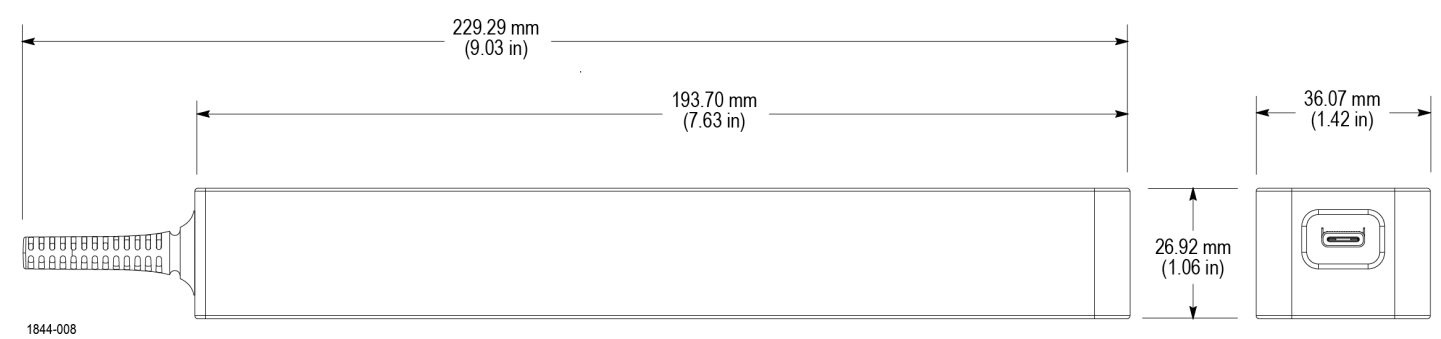
RoHS

Conforme alle direttive dell'Unione Europea sulle restrizioni per sostanze pericolose (con marchio CE)

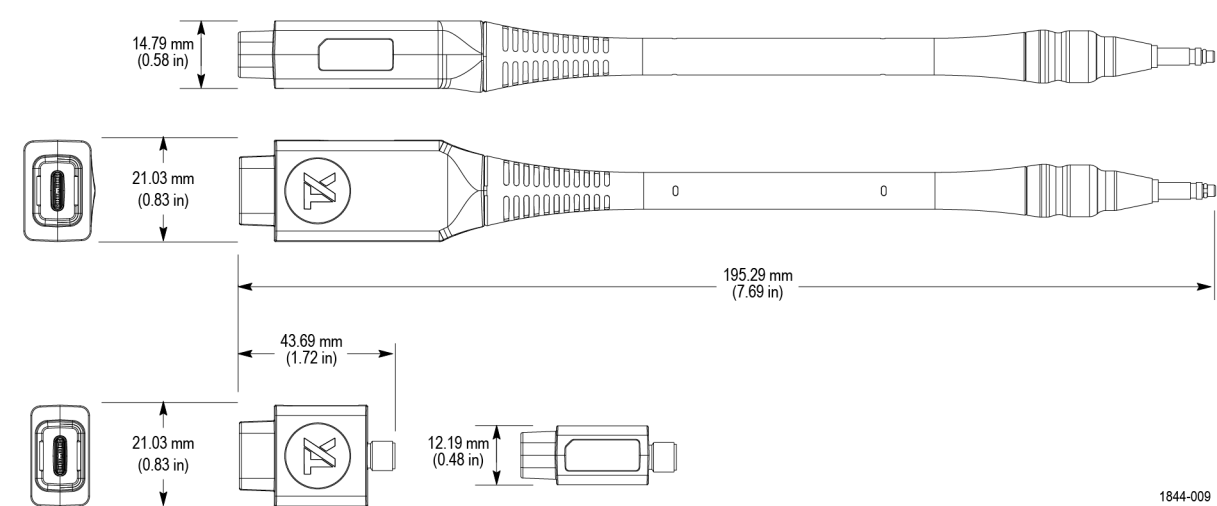
Dimensioni della sonda



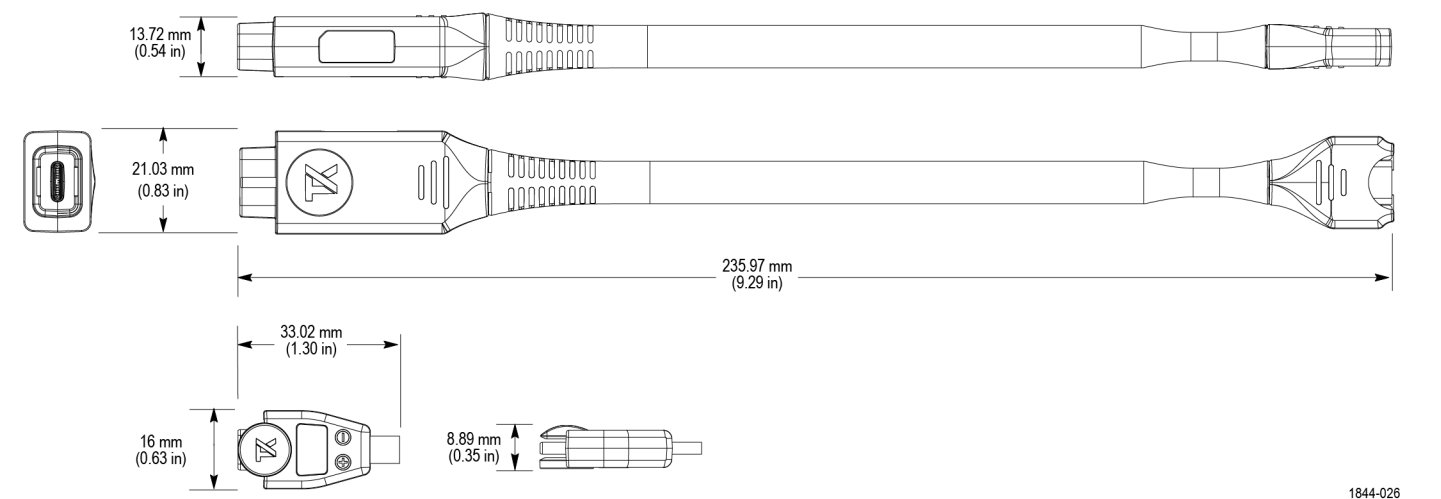
Compensation box



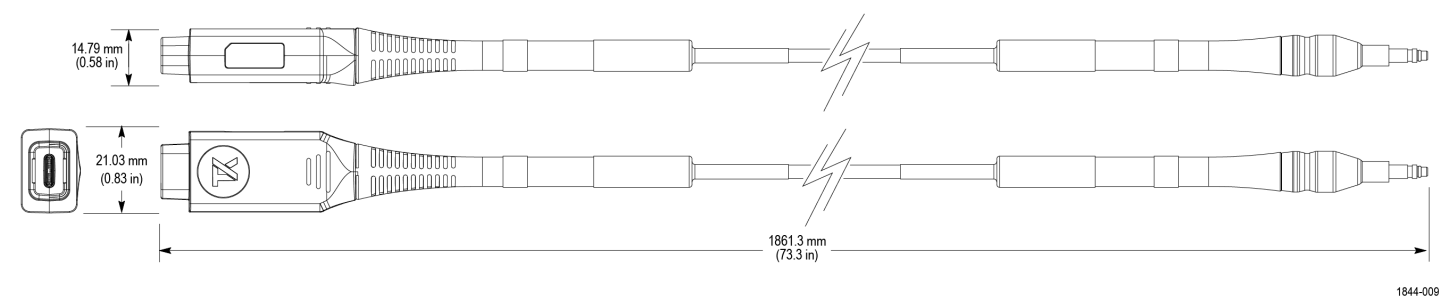
Probe head



Probe tips



Wideband shunts and Twin-ax cable



Extreme temperature tips

Procedure di verifica delle prestazioni

Utilizzare le seguenti procedure per verificare le prestazioni del sistema di misura IsoVu. Prima di iniziare le procedure, stampare la registrazione del test e utilizzare la copia stampata per registrare i risultati.

Apparecchiature necessarie

Le apparecchiature necessarie per eseguire le procedure di verifica delle prestazioni sono indicate nella seguente tabella.

Descrizione	Requisiti minimi	Prodotto di esempio
Oscilloscopio supportato con interfaccia TekVPI	Supporto ingresso 50 Ω , pienamente compatibile con interfaccia TekVPI	Tektronix MSO B serie 5
Sorgente di tensione CC	Da 3 mV a 4 V, precisione di $\pm 0,1\%$	Calibratore per oscilloscopi Fluke 9500C con una testa attiva Fluke 9540
Involucro per connettore maschio per cortocircuito SMA (opzionale)	Cortocircuitato internamente, contatto placcato in rame	Fairview Microwave SC2135
Multimetro digitale (DMM)	Precisione dello 0,1% o superiore	Tektronix DMM6500
Dispositivo di test per terminazione di precisione		Codice prodotto Tektronix 067-3281-XX
Dispositivo di verifica delle prestazioni di calibrazione TekVPI		Codice prodotto Tektronix 067-1701-XX

Rumore RMS del sistema

Questa procedura serve a verificare che le sonde della serie TICP siano funzionanti e soddisfino le specifiche garantite in relazione al livello di rumore. La misurazione del rumore verrà effettuata senza alcun segnale di ingresso nell'intervallo più sensibile.

Prima di iniziare

1. Accendere l'oscilloscopio TekVPI.
2. Collegare la sonda TICP all'oscilloscopio sul canale 1 e rimuovere il puntale della sonda TICP (se presente).
3. Lasciare riscaldare l'apparecchiatura di test per 30 minuti a una temperatura ambiente di circa 20 °C.

Procedura

Questa procedura è valida per tutte le versioni di sonda della serie TICP.

1. Toccare **File > Impostazioni predefinite**.
2. Eseguire **Compensazione del percorso del segnale**, se consigliato in **Utility > Taratura...**
3. Eseguire la taratura automatica ([Self calibration](#) (on page 42)).
4. Collegare il puntale TICPSMA alla sonda TICP.
5. Collegare l'involucro del connettore per cortocircuito SMA a TICPSMA.

6. Abilitare il canale T1CP, utilizzando le seguenti impostazioni nel menu **Verticale**:
 - a. Scala verticale: **1 mV/div**
7. Modificare come indicato di seguito le impostazioni del menu **Trigger**:
 - a. Tipo: **Edge (Fronte)**
 - b. Sorgente: **Linea AC**
 - c. Pendenza: **In salita**
 - d. Livello: **0 V**
 - e. Accopp.: **CC**
8. Modificare come indicato di seguito le impostazioni del menu **Orizzontale**:
 - a. Scala orizzontale: **100 μ s/div**
 - b. Lunghezza registrazione: **6,25 M**
9. Modificare la seguente impostazione del menu Acquisizione:
 - a. Arresto sequenza singola dopo: **1 acquisizione**
10. Aggiungere una misura con le seguenti impostazioni:
 - a. Misurazione dell'ampiezza: **RMS CA**
 - b. Sorgente: **CH 1**
11. Premere il pulsante **Singola/Seq** per eseguire la misurazione.
12. Registrare la misura CA RMS nella tabella di registrazione del test.

Registrazione del test sul rumore RMS del sistema

Utilizzare questa tabella di registrazione del test per registrare i risultati della procedura di verifica delle prestazioni in termini di rumore RMS del sistema.

Codice del modello:

Procedura eseguita da

Numero di serie:

Data:

Sonda	Rumore massimo	Rumore misurato
T1CP025	75 μ V _{RMS}	
T1CP050	125 μ V _{RMS}	
T1CP100	155 μ V _{RMS}	

Accuratezza guadagno CC

Questa procedura serve a verificare che le sonde della serie TICP siano funzionanti e soddisfino il valore garantito di precisione del guadagno CC.

Prima di iniziare

1. Accendere l'oscilloscopio TekVPI.
2. Collegare una terminazione di precisione 067-3281-XX da 50 Ω sull'uscita del dispositivo 067-1701-XX.
3. Utilizzando un tee BNC, collegare un multimetro digitale all'uscita di precisione da 50 Ω .
4. Collegare un cavo BNC dal tee all'uscita della terminazione di precisione da 50 Ω a un qualsiasi altro canale dell'oscilloscopio. Verificare che il canale sia nella modalità 1 M Ω e 200 mV/div. Ciò viene fatto esclusivamente per garantire una corretta messa a terra.
5. Collegare il dispositivo 067-1701-XX al canale 1 dell'oscilloscopio.
6. Collegare la sonda della serie TICP al dispositivo 067-1701-XX.
7. Accendere il calibratore per oscilloscopi Fluke 9500B.
8. Collegare la testa attiva Fluke 9530 al Fluke 9500B sul canale 1.
9. Lasciare riscaldare l'apparecchiatura di test per 30 minuti a una temperatura ambiente di circa 20 °C.

Procedura

Questa procedura è valida per tutte le versioni di sonda della serie TICP.

1. Toccare **File > Impostazioni predefinite**.
2. Eseguire **Compensazione del percorso del segnale**, se consigliato in **Utility > Taratura...**
3. Eseguire la taratura automatica ([Self calibration](#) (on page 42)).
4. Collegare il puntale TICPSMA alla sonda TICP.
5. Collegare TICPSMA alla testa attiva Fluke 9500.
6. Abilitare il canale TICP, utilizzando le seguenti impostazioni nel menu **Verticale**:
 - a. Modalità intervallo: **Manuale**
 - b. Intervallo: **500 mV**
 - c. Offset: **0 V**
7. Su Fluke 9500B, selezionare **Modalità: Forma d'onda manuale** con le seguenti impostazioni:
 - a. Selezionare **Forma d'onda: CC**
 - b. Selezionare **400 mV/div**
 - c. Impostare l'uscita su **ON**
8. Premere il pulsante **Singola/Seq** per eseguire la misurazione.
9. Registrare sulla tabella la tensione CC sul resistore di precisione da 50 Ω .
10. Premere il pulsante **Inverti tensione (+/-)** su Fluke 9500B per applicare -400 mV alla sonda e registrare la tensione in uscita nella tabella.
11. Ripetere l'intera procedura per gli intervalli rimanenti e registrare i valori nella tabella di registrazione del test.

Registrazione del test sulla precisione del guadagno CC

Utilizzare questa tabella di registrazione del test per registrare i risultati della procedura di verifica delle prestazioni in termini di precisione del guadagno CC.

Codice del modello: Procedura eseguita da

Numero di serie: Data:

Si definisce guadagno della sonda il cambiamento di uscita diviso per il cambiamento dell'ingresso.

Guadagno = (Misura1-Misura2)/(Ingresso1-Ingresso2)

Intervallo	Ingresso 1	Ingresso 2	Uscita misurata 1	Uscita misurata 2	Guadagno calcolato	Limite massimo di guadagno	Guadagno ideale	Limite minimo di guadagno
500 m	+0,400 V	-0,400 V				1,010	1,000	0,990
350 m	+0,280 V	-0,280 V				1,443	1,429	1,415
250 m	+0,200 V	-0,200 V				2,020	2,000	1,980
175 m	+0,140 V	-0,140 V				2,886	2,857	2,828
125 m	+0,100 V	-0,100 V				4,040	4,000	3,960
90 m	+0,072 V	-0,072 V				5,612	5,556	5,500
65 m	+0,052 V	-0,052 V				7,769	7,692	7,615
45 m	+0,036 V	-0,036 V				11,222	11,111	11,000
30 m	+0,024 V	-0,024 V				16,834	16,667	16,500
20 m	+0,016 V	-0,016 V				25,250	25,000	24,750

Bilanciamento coefficiente CC

Questa procedura serve a verificare che le sonde della serie T1CP siano funzionanti e soddisfino il valore di offset residuo garantito quando l'ingresso e l'offset sono entrambi pari a zero.

Prima di iniziare

1. Accendere l'oscilloscopio TekVPI.
2. Collegare una terminazione di precisione 067-3281-XX da 50 Ω sull'uscita del dispositivo 067-1701-XX.
3. Utilizzando un tee BNC, collegare un multimetro digitale all'uscita di precisione da 50 Ω .
4. Collegare un cavo BNC dal tee all'uscita della terminazione di precisione da 50 Ω a un qualsiasi altro canale dell'oscilloscopio. Verificare che il canale sia nella modalità 1 M Ω e 200 mV/div. Ciò viene fatto esclusivamente per garantire una corretta messa a terra.
5. Collegare il dispositivo 067-1701-XX al canale 1 dell'oscilloscopio.
6. Collegare la sonda della serie T1CP al dispositivo 067-1701-XX.
7. Lasciare riscaldare l'apparecchiatura di test per 30 minuti a una temperatura ambiente di circa 20 °C.

Procedura

Questa procedura è valida per tutte le versioni di sonda della serie T1CP.

1. Toccare **File > Impostazioni predefinite**.
2. Eseguire **Compensazione del percorso del segnale**, se consigliato in **Utility > Taratura...**
3. Eseguire la taratura automatica ([Self calibration](#) (on page 42)).
4. Fissare il puntale T1CPSMA sulla sonda T1CP.
5. Abilitare il canale T1CP, utilizzando le seguenti impostazioni nel menu **Verticale**:
 - a. Modalità intervallo: **Manuale**
 - b. Intervallo sonda: **500 mV**
6. Premere il pulsante **Singola/Seq** per eseguire la misurazione.
 - a. Utilizzare il multimetro digitale per misurare la tensione sul lato dell'uscita della terminazione di precisione da 50 Ω .
7. Ripetere l'intera procedura per gli intervalli rimanenti e registrare i valori nella tabella di registrazione del test.

Registrazione del test di bilanciamento CC

Utilizzare questa tabella di registrazione del test per registrare i risultati della procedura di verifica delle prestazioni in termini di bilanciamento CC.

Codice del modello: Procedura eseguita da

Numero di serie: Data:

L'uscita residua per ciascun intervallo deve essere inferiore a ± 10 mV.

Intervallo	Limite	Valore misurato
500 mV	± 10 mV	
350 mV	± 10 mV	
250 mV	± 10 mV	
175 mV	± 10 mV	
125 mV	± 10 mV	
90 mV	± 10 mV	
65 mV	± 10 mV	
45 mV	± 10 mV	
30 mV	± 10 mV	
20 mV	± 10 mV	

Precisione di guadagno dell'offset

Questa procedura serve a verificare che le sonde della serie T1CP siano funzionanti e soddisfino il valore garantito di precisione del guadagno dell'offset.

Prima di iniziare

1. Accendere l'oscilloscopio TekVPI.
2. Collegare una terminazione di precisione 067-3281-XX da 50 Ω sull'uscita del dispositivo 067-1701-XX.
3. Utilizzando un tee BNC, collegare un multimetro digitale all'uscita di precisione da 50 Ω .
4. Collegare un cavo BNC dal tee all'uscita della terminazione di precisione da 50 Ω a un qualsiasi altro canale dell'oscilloscopio. Verificare che il canale sia nella modalità 1 M Ω e 200 mV/div. Ciò viene fatto esclusivamente per garantire una corretta messa a terra.
5. Collegare il dispositivo 067-1701-XX al canale 1 dell'oscilloscopio.
6. Collegare la sonda della serie T1CP al dispositivo 067-1701-XX.
7. Lasciare riscaldare l'apparecchiatura di test per 30 minuti a una temperatura ambiente di circa 20 °C.

Procedura

Questa procedura è valida per tutte le versioni di sonda della serie T1CP.

1. Toccare **File > Impostazioni predefinite**.
2. Eseguire **Compensazione del percorso del segnale**, se consigliato in **Utility > Taratura...**
3. Eseguire la taratura automatica ([Self calibration](#) (on page 42)).
4. Fissare il puntale T1CPSMA sulla sonda T1CP.
5. Fissare T1CPSMA sulla testa attiva Fluke 9500.
6. Abilitare il canale T1CP, utilizzando le seguenti impostazioni nel menu **Verticale**:
 - a. Intervallo: **20 mV**
 - b. Offset: **20 mV/div**
7. Su Fluke 9500B, selezionare **Modalità: Forma d'onda manuale** con le seguenti impostazioni:
 - a. Selezionare **Forma d'onda: CC**
 - b. Selezionare **20 mV/div**
 - c. Impostare l'uscita su **ON**
8. Premere il pulsante **Singola/Seq** per eseguire la misurazione.
 - a. Aggiungere l'offset con il valore misurato sul multimetro digitale.
9. Ripetere l'intera procedura con tutte le seguenti impostazioni di offset dell'oscilloscopio e tensione di ingresso Fluke: **0,25 V, 0 V, -0,25 V e -0,5 V**.

Registrazione del test sulla precisione di guadagno dell'offset

Utilizzare questa tabella di registrazione del test per registrare i risultati della procedura di verifica delle prestazioni in termini di precisione di guadagno dell'offset.

Codice del modello: Procedura eseguita da

Numero di serie: Data:

1. Inserire in Excel le tensioni di offset e il corrispondente risultato medio misurato.
2. Utilizzare i dati per creare un grafico di dispersione, con le tensioni di offset sull'asse Y e le tensioni medie sull'asse X.
3. Aggiungere al grafico una curva di tendenza e selezionarla per visualizzare l'equazione.

Per raggiungere una precisione dell'1%, è opportuno che i dati indichino una distorsione di attenuazione compresa tra 0,995 e 1,005.

Intervallo	Misurazione con 500 mV	Misurazione con 250 mV	Misurazione con 0 V	Misurazione con -250 mV	Misurazione con -500 mV	Limiti	Valore calcolato
20 mV						$0,995 < x < 1,005$	

Manutenzione

Informazioni per individuare possibili guasti e procedure per la manutenzione della sonda.

Servizi di assistenza

Tektronix fornisce servizi di assistenza per la riparazione in garanzia e altri servizi creati per soddisfare esigenze specifiche di assistenza.

I tecnici di assistenza Tektronix dispongono di tutte le attrezzature necessarie per la manutenzione della sonda. I servizi di assistenza vengono erogati presso i Centri di servizio Tektronix e direttamente presso la sede dell'utente, in base all'ubicazione. Visitare il sito tek.com/service per consultare tutti i servizi disponibili. Lo stato della garanzia può essere verificato alla pagina tek.com/warranty-status-search.

Pulizia

CAUTION: Per evitare di danneggiare il sistema di misura, non versare su di esso liquidi, solventi o prodotti spray. Evitare di lasciare infiltrare umidità nella scatola di compensazione o nella testata del sensore quando si puliscono le superfici esterne.

Preservare l'integrità dei connettori mantenendoli liberi da impurità. Rimuovere eventuali detriti dai connettori utilizzando aria compressa pulita e secca a bassa pressione.

Ricerca guasti e condizioni di errore

La seguente tabella descrive lo stato di ciascun LED e i problemi che si potrebbero riscontrare quando si rilevano misure con la sonda. Utilizzare la tabella come un riferimento rapido prima di contattare Tektronix per assistenza.

Descrizioni dei LED DI STATO

LED	Stato	Azione
 Verde (fisso)	Funzionamento normale	-
 Verde (lampeggiante)	Guasto generale all'alimentazione	Provare a scollegare e ricollegare il dispositivo. Esaminare l'interfaccia della sonda/dell'oscilloscopio. Potrebbe essere necessario richiedere assistenza per la sonda.
 Rosso (fisso)	Malfunzionamento sonda	Provare a scollegare e ricollegare il dispositivo. Potrebbe essere necessario richiedere assistenza per la sonda.
 Rosso (lampeggiante)	Malfunzionamento sonda e guasto generale all'alimentazione	Provare a scollegare e ricollegare il dispositivo. Esaminare l'interfaccia della sonda/dell'oscilloscopio. Potrebbe essere necessario richiedere assistenza per la sonda e/o l'oscilloscopio.
 Rosso (lampeggiante •• –)	Lato isolato della sonda senza alimentazione	Provare a scollegare e ricollegare il dispositivo. Potrebbe essere necessario richiedere assistenza per la sonda.

Problemi di misurazione e possibili soluzioni

Problema	Soluzione
Offset CC presente nel segnale	Eseguire la taratura automatica
	Assicurarsi che il segnale di ingresso rientri nella gamma dinamica selezionata per il puntale scelto
Il fronte dell'onda quadra appare "spianato", asimmetrico o non compensato	Eseguire la taratura automatica
	Assicurarsi che il filtro della larghezza di banda dell'oscilloscopio sia impostato sulla larghezza di banda intera
	Assicurarsi che il segnale di ingresso non stia sovraccaricando l'ingresso della sonda
L'ampiezza misurata è inferiore al previsto	Il segnale di ingresso potrebbe essere "deragliato"
	Assicurarsi che il segnale di ingresso rientri nella gamma dinamica del puntale selezionato per la sonda
	Applicare un offset per far rientrare il segnale di ingresso nella gamma dinamica del puntale selezionato per la sonda
Misurazione CC imprecisa	Eseguire la taratura automatica
	Impostare la lunghezza della registrazione su un valore non inferiore a 200 μ s (una lunghezza maggiore garantisce risultati migliori)
Il rumore è troppo elevato e non è possibile misurare con accuratezza i segnali di piccola entità	Selezionare un puntale con un'attenuazione più bassa
	Impostare la scala verticale dell'oscilloscopio su un valore più piccolo
	Selezionare manualmente un intervallo più basso per ridurre il rumore
Non viene rilevato alcun segnale; la forma d'onda è una linea piatta	Rimuovere il puntale e verificarne la continuità, facendo riferimento alla tabella dell'impedenza di ingresso.
La testina della sonda perde potenza a tratti	Assicurarsi che la testina della sonda sia nel proprio intervallo di temperatura operativa
	Aggiungere un dispositivo di raffreddamento esterno, come ad esempio un piccolo ventilatore da tavolo
C'è troppo rumore in modalità comune	Provare a rimuovere eventuali accessori, cavi volanti o fili situati tra il punto di test e il puntale della sonda
	Utilizzare un puntale MMCX con un punto di test MMCX progettato nella scheda oppure con un punto di test non previsto
Avviso Nessun puntale rilevato	Staccare e riattaccare il puntale

Reimballare il sistema di misura per la spedizione

Se è necessario rendere il sistema di misura a Tektronix per una riparazione, utilizzare l'imballo originale. Se questo non è disponibile o inadeguato all'uso, contattare il proprio rappresentante Tektronix per richiedere un nuovo imballo.

Quando si rende il sistema di misura a Tektronix, allegare un'etichetta che riporti le seguenti informazioni:

- Nome del proprietario del prodotto
- Indirizzo del proprietario
- Numero di serie dello strumento
- Una descrizione dei problemi riscontrati e/o dell'assistenza richiesta

Programmazione a distanza

Questa sezione descrive comandi e query che possono essere inviati alla testata del sensore quando è collegata a un oscilloscopio Tektronix. Le parole chiave in formato lungo e corto sono indicate con lettere maiuscole/minuscole. I comandi e le query sono supportati dalla maggior parte degli oscilloscopi; le eventuali differenze tra gli oscilloscopi che li supportano sono descritte con i comandi.

Per informazioni aggiuntive, fare riferimento alla documentazione per i programmatori relativa all'oscilloscopio.

CH<x>:PRObe? (solo query)

Questo comando, inviabile solo sotto forma di query, restituisce tutte le informazioni riguardanti la sonda collegata al canale specificato. Il canale viene indicato dalla x.

Sintassi

CH<x>:PRObe?

Esempi

CH2:PROBE? potrebbe restituire **1.0000E-01; RESISTANCE 1.0000E+07;UNITS "V";ID:TYPE "10X"SERNUMBER "N/A"** per una sonda 10X, a indicare che (tra gli altri parametri) il fattore di attenuazione della sonda collegata al canale 2 è di 100,0 mV (partendo dal presupposto che l'unità di misura della sonda sia impostata su Volt).

CH<x>:PRObe:AUTOZero (non in formato query)

Questo comando esegue la funzione AutoZero. L'operazione viene interamente completata dall'oscilloscopio. Il canale viene indicato dalla x.

Fare riferimento alla procedura di taratura automatica per informazioni sull'esecuzione della taratura automatica. Taratura automatica

Sintassi

CH<x>:PRObe:AUTOZero EXECute

Argomenti

EXECute imposta su AutoZero la sonda collegata al canale indicato.

Esempi

CH1:PROBE:AUTOZERO EXECUTE imposta su AutoZero la sonda collegata al Canale 1.

CH<x>:PRObe:FORCEDRange

Il comando seleziona la gamma dinamica della sonda (1 di 9) in +/-V. Dipende dal puntale collegato. Il canale viene indicato dalla x. Questo comando deve essere utilizzato solo quando **CH<x>:PROBECONTROL** è impostato su **MANUAL** (Manuale).

Cavi dei puntali sonda e gamme dinamiche

Cavo del puntale sonda	Gamma dinamica +/-V
Nessun puntale o puntale 1X	0,02 0,03 0,045 0,065 0,09 0,125 0,175 0,25 0,35 0,5
10X	0,2 0,3 0,45 0,65 0,9 1,25 1,75 2,5 3,5 5,0
100X	2 3 4,5 6,5 9 12,5 17,5 25 35 50

La query restituisce la gamma dinamica del puntale della sonda in +/-V.

Sintassi

CH2:PRObe:FORCEDRange <NR3>

CH2:PRObe:FORCEDRange?

Argomenti

<NR3> specifica la gamma dinamica della sonda

Esempi

Se una sonda di corrente è collegata all'ingresso del Canale 1, **CH1:PROBE:FORCEDRANGE 5.0** imposta la gamma di 5 V per la sonda collegata.

CH3:PROBE:FORCEDRANGE? potrebbe restituire il valore **5.0000**, a indicare che la gamma della sonda collegata al Canale 3 è impostata su 5 V.

CH<x>:PRObe:GAIN? (solo query)

Il comando restituisce il fattore di guadagno della gamma attualmente selezionata (l'inverso dell'attenuazione). Il canale viene indicato dalla x.

Sintassi

CH<x>:PRObe:GAIN?

Esempi

CH2:PROBE:GAIN? potrebbe restituire **100.0000E-3**, a indicare che la sonda 10X collegata fornisce 0,1 V al BNC del Canale 2 per ogni 1,0 V applicati all'ingresso della sonda.

CH<x>:PRObe:ID? (solo query)

Questo comando, inviabile solo sotto forma di query, restituisce il tipo e il numero di serie della sonda collegata al canale specificato. Il canale viene indicato dalla x.

Sintassi

CH<x>:PRObe:ID?

Esempi

CH2:PROBE:ID? potrebbe restituire "**B010289**";"**T1CP100**", a indicare che una sonda T1CP100 con numero di serie B010289 è collegata al Canale 2.

CH<x>:PRObe:ID:SERnumber? (solo query)

Questo comando, inviabile solo sotto forma di query, restituisce il numero di serie della sonda collegata al canale specificato. Il canale viene indicato dalla x. Per le sonde di livello 0 e 1, il numero di serie sarà "N/D".

Sintassi

CH<x>:PRObe:ID:SERnumber?

Esempi

CH1:PROBE:ID:SERNUMBER? potrebbe restituire "**B010289**", a indicare che il numero di serie della sonda collegata al Canale 1 è B010289.

CH<x>:PRObe:ID:TYPE? (solo query)

Questo comando, inviabile solo sotto forma di query, restituisce il tipo di sonda collegata al canale specificato. Il canale viene indicato dalla x.

Sintassi

CH<x>:PRObe:ID:TYPE?

Esempi

CH1:PROBE:ID:TYPE? potrebbe restituire "**T1CP100**", a indicare che al Canale 1 è collegata una sonda T1CP100.

CH<x>:PRObe:SELFCal:State? (solo query)

Questo comando, inviabile solo sotto forma di query, restituisce lo stato della taratura automatica, che può essere RECOMMENDED (Consigliata), RUNNING (In esecuzione), o PASSED (riuscita). Il canale viene indicato dalla x.

Sintassi

CH<x>:PRObe:SELFCal:State?

Esempi

CH1:PRObe:SELFCal:State? potrebbe restituire **RUNNING**, a indicare che la sonda del Canale 1 sta eseguendo una taratura automatica.

CH<x>:PRObe:SELFCal

Questo comando, inviabile solo sotto forma di query, avvia una taratura automatica della sonda. Il canale viene indicato dalla x.

Sintassi

CH<x>:PRObe:SELFCal EXECUTE

Esempi

CH1:PRObe:SELFCal EXECUTE esegue la taratura automatica sulla sonda del Canale 1.

CH<x>:PRObe:STATus? (solo query)

Questo comando richiede il valore di errore intero senza segno della sonda. Il canale viene indicato dalla x.

Condizioni

È necessario che la sonda supporti i pertinenti messaggi di errore.

Sintassi

CH<x>:PRObe:STATus?

Valori restituiti

Restituisce un numero intero che rappresenta la somma totale dei bit degli errori binari B0-B15. I bit degli errori non vengono visualizzati; vengono concatenati nel valore intero. Di seguito è riportato un elenco degli errori relativi a ciascun bit.

- B0 – Sonda disattivata
- B1 – Ganasce aperte
- B2 – Fuori portata
- B3 – Temperatura della sonda oltre i limiti
- B4 – Smagnetizzazione necessaria
- B5 – Puntale sonda mancante
- B6 – Errore puntale sonda
- B7 – Puntale sonda non supportato
- B8 – Taratura automatica necessaria o consigliata (la query restituisce 256 in formato decimale)
- B9-B15 – Riservato

Esempi

CH4:PRObe:STATus? potrebbe restituire **2**, a indicare che la sonda segnala un errore dovuto alle ganasce aperte.

CH<x>:PRObe:UNIts? (solo query)

Questo comando, inviabile solo sotto forma di query, restituisce una stringa con la descrizione delle unità di misura della sonda che è collegata al canale specificato. Il canale viene indicato dalla x.

Sintassi

CH<x>:PRObe:UNIts?

Esempi

CH4:PROBE:UNITS? potrebbe restituire **"V"**, a indicare che l'unità di misura della sonda collegata al Canale 4 è uguale a Volt.

CH<x>:PROBECOntrol

Questo comando imposta o richiede una preferenza in merito al criterio di controllo dell'intervallo delle sonde multigamma per la sonda collegata al canale CH<x>. Il numero del canale viene indicato tramite la x.

Sintassi

CH<x>:PROBECOntrol {AUTO|MANual}

CH<x>:PROBECOntrol?

Argomenti

AUTO imposta i valori. L'intervallo della sonda viene calcolato in modo automatico.

MANual permette di selezionare diversi valori validi per la sonda collegata a un determinato canale.

Esempi

CH2:PROBECONTROL AUTO imposta i valori e l'intervallo della sonda viene calcolato automaticamente.

CH2:PROBECONTROL? potrebbe restituire **MANUAL** (Manuale) a indicare che è possibile selezionare diversi valori validi per la sonda collegata al canale 2.

CH<x>:PROBEFunc:EXTAtten

Questo comando serve per specificare il valore di attenuazione da utilizzare come moltiplicatore per il fattore di scala impostato sul canale specificato. Il canale viene indicato dalla x.

In formato query, questo comando restituisce il valore di attenuazione specificato dall'utente.

Sintassi

CH<x>:PROBEFunc:EXTAtten <NR3>

CH<x>:PROBEFunc:EXTAtten?

Argomenti

<NR3> è il valore di attenuazione, che viene specificato come moltiplicatore nell'intervallo da 1,00 E-10 a 1,00 E+10.

Esempi

CH1:PROBEFUNC:EXTATTEN 167.00E-3 specifica un'attenuazione esterna, che viene collegata tra il segnale di ingresso dell'utente e l'ingresso della sonda associata al Canale 1.

CH2:PROBEFUNC:EXTATTEN? potrebbe restituire **1.0000E+00**, a indicare che la sonda associata al Canale 2 è collegata direttamente al segnale dell'utente.

CH<x>:PROBEFunc:EXTDBatten

Questo comando imposta o richiede il rapporto ingresso/uscita (espresso in unità di decibel) dell'attenuazione esterna o del guadagno tra il segnale e i canali di ingresso dello strumento. Il canale viene indicato dalla x.

In formato query, questo comando restituisce il valore di attenuazione specificato dall'utente in decibel.

Sintassi

CH<x>:PROBEFunc:EXTDBatten <NR3>

CH<x>:PROBEFunc:EXTDBatten?

Argomenti

<NR3> è il valore di attenuazione, che viene specificato nell'intervallo da -200,00 dB a 200,00 dB.

Esempi

CH3:PROBEFunc:EXTDBATTEN 2.5 specifica un attenuatore esterno di 2,5 dB sul Canale 3.

CH1:PROBEFunc:EXTDBATTEN? potrebbe restituire **2.5000E+00**, a indicare che l'attenuazione per il Canale 1 è pari a 2,5 dB.

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits

Questo comando imposta l'unità di misura dell'attenuatore esterno del canale specificato. Il canale viene indicato dalla x. Le unità alternative vengono utilizzate se sono state attivate. Utilizzare il comando

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits:STATE per attivare o disattivare le unità alternative.

Sintassi

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits <QString>

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits?

Argomenti

<QString> indica l'unità di misura dell'attenuazione per il canale specificato.

Esempi

CH4:PROBEFunc:EXTUNITS "Pascals" imposta l'unità di misura per l'attenuatore esterno del Canale 4.

CH2:PROBEFunc:EXTUNITS? potrebbe restituire **"Pascals"**, a indicare che l'attenuatore esterno del Canale 2 ha come unità di misura i Pascal.

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits:STATE

Questo comando imposta o richiede lo stato di attivazione di unità personalizzate per il canale indicato. Il canale viene indicato dalla x.

Sintassi

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits:STATE {ON|OFF|<NR1>}

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits:STATE?

Argomenti

L'argomento **OFF** disattiva le unità esterne.

L'argomento **ON** attiva le unità esterne.

<NR1> = 0 disattiva le unità esterne; qualsiasi altro valore le attiva.

Esempi

CH2:PROBEFunc:EXTUnits:STATE ON attiva le unità esterne.

CH2:PROBEFunc:EXTUnits:STATE? potrebbe restituire **0**, a indicare che le unità esterne sono disattivate per il canale specificato.

CH<x>:PROBE:DYNAMICRANGE? (solo query)

Questo comando richiede la gamma dinamica della sonda collegata al canale specificato. Il canale viene indicato dalla x.

Sintassi

CH<x>:PROBE:DYNAMICRANGE?

Valori restituiti

Il valore restituito è la differenza tra l'attuale intervallo minimo e massimo con una certa tolleranza. Equivale anche alla differenza tra gli indicatori di intervallo della sonda (se attualmente visualizzati).

Esempi

CH1:PROBE:DYNAMICRANGE? potrebbe restituire il valore **1.3056**, a indicare che la gamma dinamica della sonda collegata al Canale 1 è impostata su 1,3056 V.



TICP シリーズ IsoVu™絶縁電流プローブ ユーザ・マニュアル

今すぐ登録!

以下のリンクをクリックすると製品のサポートを受けることができます。

www.tek.com/register



Copyright © 2026, Tektronix, Inc. All rights reserved. 使用許諾ソフトウェア製品は、Tektronix またはその子会社や供給者が所有するもので、米国著作権法および国際条約の規定によって保護されています。テクトロニクス製品は、登録済および出願中の米国その他の国の特許等により保護されています。本書の内容は、既に発行されている他の資料の内容に代わるものです。また、本製品の仕様および価格は、予告なく変更させていただく場合がございますので、予めご了承ください。

TEKTRONIX および TEK は Tektronix, Inc. の登録商標です。

これらの指示はオリジナルの英語版マニュアルに記載のものです。

www.tek.com/en/eula にアクセスして、テクトロニクスのエンド・ユーザー・ライセンス契約書をお読みください。



当社へのお問合せ

Tektronix, Inc.
13725 SW Karl Braun Drive
P.O. Box 500
Beaverton, OR 97077
USA

製品情報、代理店、サービス、およびテクニカル・サポート：

北米：1-800-833-9200 までお電話ください。

世界の他の地域では、www.tek.com にアクセスし、お近くの代理店をお探してください。

Contents

サードパーティのソフトウェア・ライセンス.....	6
安全性に関する重要な情報.....	7
安全にご使用いただくために.....	7
火災や人体への損傷を避けるには.....	7
プローブとテスト・リード.....	8
本マニュアルおよび本製品の用語.....	9
本製品に使用される記号.....	10
設置要件.....	11
適合性に関する情報.....	13
安全適合性.....	13
電気定格.....	14
環境基準に対する適合性.....	15
まえがき.....	16
主な性能仕様および機能.....	17
モデル概要.....	17
スタンダード・アクセサリ.....	17
推奨アクセサリ.....	19
動作情報.....	22
TICP ブロック図.....	22
測定システムの手続きに関するベスト・プラクティス.....	24
環境要件.....	24
コントロールとインジケータ.....	25
ケーブル・フラグ.....	25
プローブ・チップ.....	26
フェライト・クランプの設置.....	27
回路への接続.....	28
三脚アダプタの設置.....	30
二脚への取り付け.....	31
SMA アダプタの接続.....	32
ワイドバンド・シャントの接続.....	32
ワイドバンド・シャントのスクエア・ピンへの取り付け.....	33
ツイスト・ペアはんだ付けによるワイドバンド・シャントの取り付け.....	34
極限温度用チップの接続.....	35
プローブ・チップ・アダプタの取り付け.....	36
スクエア・ピンの回路基板への取り付け.....	38
Probe Setup (プローブ設定) メニュー.....	40

自己校正.....	41
AutoZero.....	41
オート・レンジ.....	41
レンジ.....	42
プローブ・チップの選択.....	43
Deskew（デスキュー）.....	43
入力オフセット.....	43
電圧範囲.....	44
コモンモード電圧範囲.....	44
オフセット電圧レンジ.....	44
最大非破壊差動電圧レンジ.....	44
仕様.....	46
プローブとチップの概要.....	46
使用例.....	64
電気仕様.....	65
規制適合性.....	66
プローブの寸法.....	67
性能検査手順.....	69
必要な機器.....	69
システム RMS ノイズ.....	69
システム RMS ノイズ検査記録.....	70
DC ゲイン確度.....	71
DC ゲイン確度検査記録.....	72
DC バランス.....	73
DC バランス検査記録.....	74
オフセット・ゲイン確度.....	75
オフセット・ゲイン確度検査記録.....	76
メンテナンス.....	78
利用できるサービス.....	78
クリーニング.....	78
トラブルシューティングとエラー状態.....	78
出荷に備えた測定システムの再梱包.....	80
リモート・プログラミング.....	81
CH<x>:PRObe?（問い合わせのみ）.....	81
CH<x>:PRObe:AUTOZero（問い合わせ形式なし）.....	81
CH<x>:PRObe:FORCEDRange.....	82
CH<x>:PRObe:GAIN?（問い合わせのみ）.....	82
CH<x>:PRObe:ID?（問い合わせのみ）.....	83
CH<x>:PRObe:ID:SERnumber?（問い合わせのみ）.....	83
CH<x>:PRObe:ID:TYPE?（問い合わせのみ）.....	83
CH<x>:PRObe:SELFCal:State?（問い合わせのみ）.....	83
CH<x>:PRObe:SELFCal.....	84
CH<x>:PRObe:STATus?（問い合わせのみ）.....	84

CH<x>:PRObe:UNIts? (問い合わせのみ) 84

CH<x>:PROBEControl. 85

CH<x>:PROBEFunc:EXTAtten. 85

CH<x>:PROBEFunc:EXTDBatten. 86

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits. 86

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits:STATE. 87

CH<x>:PROBE:DYNAMICRANGE? (問い合わせのみ) 87

サードパーティのソフトウェア・ライセンス

Freescal Kinetis Design Studio

このコンポーネント・モジュールは、Processor Expert によって生成されたものです。変更しないでください。

Copyright :1997 - 2015 Freescale Semiconductor, Inc.

All Rights Reserved.

以下の条件が満たされる場合、ソース形式およびバイナリ形式で再配布して使用することが、変更の有無を問わず許可されます。

- ・ ソース・コードの再配布時には、上記の著作権情報、この条件のリスト、および以下の免責条項を記載しなければなりません。
- ・ バイナリ形式での再配布時には、再配布によって提供されるドキュメントおよびその他の資料に、上記の著作権情報、この条件のリスト、および以下の免責条項を転載しなければなりません。
- ・ Freescale Semiconductor, Inc. の名前、貢献者の名前のいずれについても、事前に書面による具体的な許可を得ずに、本ソフトウェアから派生された製品の推奨や宣伝のために使用することはできません。

本ソフトウェアは、著作権者および貢献者によって、"現状のまま" 提供され、商業性および特定目的に対する合致に関する黙示的な保証など、明示または暗示を含むいかなる保証も行いません。著作権者または貢献者は、いかなる場合にも、あらゆる直接的損害、間接的損害、付随的損害、特殊な損害、懲罰的損害、または結果的損害に対して責任を負わないものとします。損害には、代替品またはサービスの購入、使用機会、データ、または利益の損失、あるいは業務の中断が含まれますが、これらに限定されません。その損害がどのように生じ、いかなる責任理論に基づいているかを問わず、本ソフトウェアの使用によって何らかの形で生じた契約、無過失責任、または（過失等を含む）不法行為のいずれの状況においても、そうした損害の可能性が予告されていた場合を含めて責任を否認します。

http: www.freescale.com

メール : support@freescale.com

ARM 用 IAR Embedded Workbench

IARSourceLicense.txt、バージョン 1.0

以下のライセンス契約は、リンカ・コマンド・ファイル、例示されているプロジェクト（明示的に別のライセンスが記載されている場合を除く）、cstartup コード、low_level_init.c、およびその他の低レベル・ランタイム・ライブラリ・ファイルに適用されます。

Copyright 2012, IAR Systems AB.

このソース・コードは IAR Systems の所有物です。ソース・コードは、IAR Embedded Workbench と組み合わせた場合にのみ使用できます。以下の条件が満たされる場合、ソース形式およびバイナリ形式で再配布して使用することが、変更の有無を問わず許可されます。

- ・ ソース・コードの全部または一部を再配布するときは、上記の著作権情報、この条件のリスト、および以下の免責条項を記載しなければなりません。
- ・ IAR Systems の名称は、書面による事前の許可なく、本ソフトウェアからの派生製品の推奨や宣伝に使用してはなりません。

本ソフトウェアは "現状のまま" で提供され、制作者は本ソフトウェアに関するすべての保証（商品性および適合性に関する黙示の保証を含む）から免責されます。いかなる場合においても、制作者は、契約上の行為、過失、その他の不法行為に基づく請求を問わず、本ソフトウェアの使用または性能に起因もしくは関連して生じた、使用不能、データの損失、利益の損失に起因する特別損害、直接損害、間接損害、結果的損害、その他いかなる損害についても一切の責任を負いません。

安全性に関する重要な情報

このマニュアルには、操作を行うユーザの安全を確保し、製品を安全な状態に保つために順守しなければならない情報および警告が記載されています。

本機の点検にあたっては「安全にご使用いただくために」に続く「**Service safety summary**」を参照して、事故防止につとめてください。

安全にご使用いただくために

製品は指定された方法でのみご使用ください。人体への損傷を避け、本製品や本製品に接続されている製品の破損を防止するために、安全性に関する次の注意事項をよくお読みください。すべての指示事項を注意深くお読みください。必要に応じて参照できるように、説明書を安全な場所に保管しておいてください。

本製品は該当する地域の条例や国内法令に従って使用しなければなりません。

本製品を正しく安全にご使用になるには、このマニュアルに記載された注意事項に従うだけでなく、一般に認められている安全対策を徹底しておく必要があります。

本製品は訓練を受けた専門知識のあるユーザによる使用を想定しています。

製品のカバーを取り外して修理や保守、または調整を実施できるのは、あらゆる危険性を認識した専門的知識のある適格者のみに限定する必要があります。

使用前に、既知の情報源と十分に照らし合わせて、製品が正しく動作していることを常にチェックしてください。

本製品は危険電圧の検出用にはご利用になれません。

危険な通電導体が露出している部分では、感電やアーク・フラッシュによってけがをするおそれがありますので、保護具を使用してください。

本製品は住居区域以外での使用を目的としたものです。住居区域で使用すると、電磁干渉の原因となることがあります。

本製品をご使用の際に、より大きな他のシステムにアクセスしなければならない場合があります。他のシステムの操作に関する警告や注意事項については、その製品コンポーネントのマニュアルにある安全に関するセクションをお読みください。

本機器をシステムの一部としてご使用になる場合には、そのシステムの構築者が安全性に関する責任を果たさなければなりません。

火災や人体への損傷を避けるには

すべての端子の定格に従ってください

発火や感電の危険を避けるために、本製品のすべての定格とマーキングに従ってください。本製品に電源を接続する前に、定格の詳細について、製品マニュアルを参照してください。

測定カテゴリ（CAT）の定格および電圧と電流の定格については、製品、プローブ、またはアクセサリのうちで最も低い定格を超えないように使用してください。

コモン端子を含むいかなる端子にも、その端子の最大定格を超える電圧をかけないでください。

本製品の測定端子は、カテゴリ IV 回路には対応していません。

電流プローブを、その定格電圧を超える電圧がかかっている電線に接続しないでください。

カバーを外した状態では使用しないでください

カバーやパネルを外した状態やケースを開いたまま動作させないでください。危険性の高い電圧に接触してしまう可能性があります。

露出した回路への接触は避けてください

電源が投入されているときに、露出した接続部分やコンポーネントに触れないでください。

故障の疑いがあるときは使用しないでください

本製品に故障の疑いがある場合には、資格のあるサービス担当者に検査を依頼してください。

製品が故障している場合には、使用を停止してください。製品が故障している場合や正常に動作していない場合には、製品を使用しないでください。製品の安全性に疑問がある場合は、電源をオフにしてください。誤って使用されることがないように、問題のある製品を区別しておいてください。

使用前に、電圧プローブ、テスト・リード、およびアクセサリに機械的損傷がないかを検査し、故障している場合には交換してください。金属部が露出していたり、摩耗インジケータが見えているなど、損傷が見られるプローブまたはテスト・リードは使用しないでください。

使用する前に、製品の外観に変化がないかよく注意してください。ひび割れや欠落した部品がないことを確認してください。

指定された交換部品のみを使用するようにしてください。

湿気の多いところでは動作させないでください

機器を寒い場所から暖かい場所に移動する際には、結露にご注意ください。

爆発性のガスがある場所では使用しないでください

製品の表面を清潔で乾燥した状態に保ってください

製品の清掃を開始する前に、入力信号を取り外してください。

プローブおよびプローブ・チップには、化学薬品が含まれる接点クリーナーを使用しないでください。一時的または恒久的な損傷を引き起こし、プローブの機能が損なわれるおそれがあります。清掃には圧縮空気を使用することをお勧めします。

安全な作業環境を確保してください

製品は常にディスプレイやインジケータがよく見える場所に設置してください。

キーボードやポインタ、ボタン・パッドを不適切に使用したり、長く押しすぎたりしないでください。キーボードやポインタの使用を誤ると、大けがにつながる可能性があります。

作業場が該当する人間工学規格を満たしていることを確認してください。ストレスに由来するけががないように、人間工学の専門家に助言を求めてください。

プローブとテスト・リード

WARNING: 感電を避けるため、プローブ・ワイヤはチップおよび高電圧回路からできるだけ離してください。プローブ・ワイヤの定格電圧がプローブ・チップの定格電圧を下回っています。そのため、プローブ・ワイヤが適切に保護されない可能性があります。

感電を避けるため、ケーブルの摩耗インジケータが見える場合はプローブを使用しないでください。tek.com から当社までご連絡いただき、交換を依頼してください。

高電圧に注意

使用するプローブの電圧定格について理解し、その定格を超えないようにしてください。特に次の 2 つの定格についてはよく理解しておく必要があります。

- プローブ・チップとプローブの基準リード間の最大測定電圧
- プローブの基準リードとアース間の最大フローティング電圧

上記の 2 つの電圧定格はプローブと用途によって異なります。詳細については、プローブのマニュアルの仕様関連セクションを参照してください。

WARNING: 感電を防止するために、オシロスコープの入力 BNC コネクタ、プローブ・チップ、またはプローブ基準リードの最大測定電圧や最大フローティング電圧を超えないように注意してください。

接続と切断の手順を守ってください。

プローブとテスト・リードが電圧源に接続されている間は接続または切断しないでください。

絶縁型の電圧プローブ、テスト・リード、およびアダプタは、製品に付属する製品か、または当社により特別に指定された製品のみを使用してください。

被測定回路の電源を切ってから、電流プローブの接続あるいは切断を行ってください。

電流シャント電圧定格を超える電圧または周波数が流れている電線に電流シャントを接続しないでください。

プローブとアクセサリを検査してください

使用前には必ずプローブとアクセサリに損傷がないことを確認してください（プローブ本体、アクセサリ、ケーブル被覆などの断線、裂け目、欠陥）。損傷がある場合には使用しないでください。

フローティング測定の使用

本プローブの基準リードは、定格フローティング電圧を超えてフローティングさせないでください。

プローブとアクセサリを点検してください

tek.com/support にアクセスして、テクトロニクス・サービス・サポートへの連絡方法をご確認ください。

本マニュアルおよび本製品の用語

このマニュアルでは次の用語を使用します。

WARNING: 人体や生命に危害をおよぼすおそれのある状態や行為を示します。

CAUTION: 本製品やその他の接続機器に損害を与えるおそれのある状態や行為を示します。

本製品では、次の用語を使用します。

- 危険：ただちに人体や生命に危険をおよぼす可能性があることを示します。
- 警告：人体や生命に危険をおよぼす可能性があることを示します。
- 注意：本製品を含む周辺機器に損傷を与える可能性があることを示します。

本製品に使用される記号



製品にこの記号が表記されているときは、マニュアルを参照して、想定される危険性とそれらを回避するために必要な行動について確認してください。（マニュアルでは、この記号はユーザに定格を示すために使用される場合があります。）

本製品では、次の記号を使用します。



注意: マニュアルをご参照ください



保護接地（アース）端子



アース端子



警告: 高電圧



危険のある裸線への接続および取り外しが可能。



危険電圧の非絶縁導体に接続したり、非絶縁導体から取り外したりしないでください。



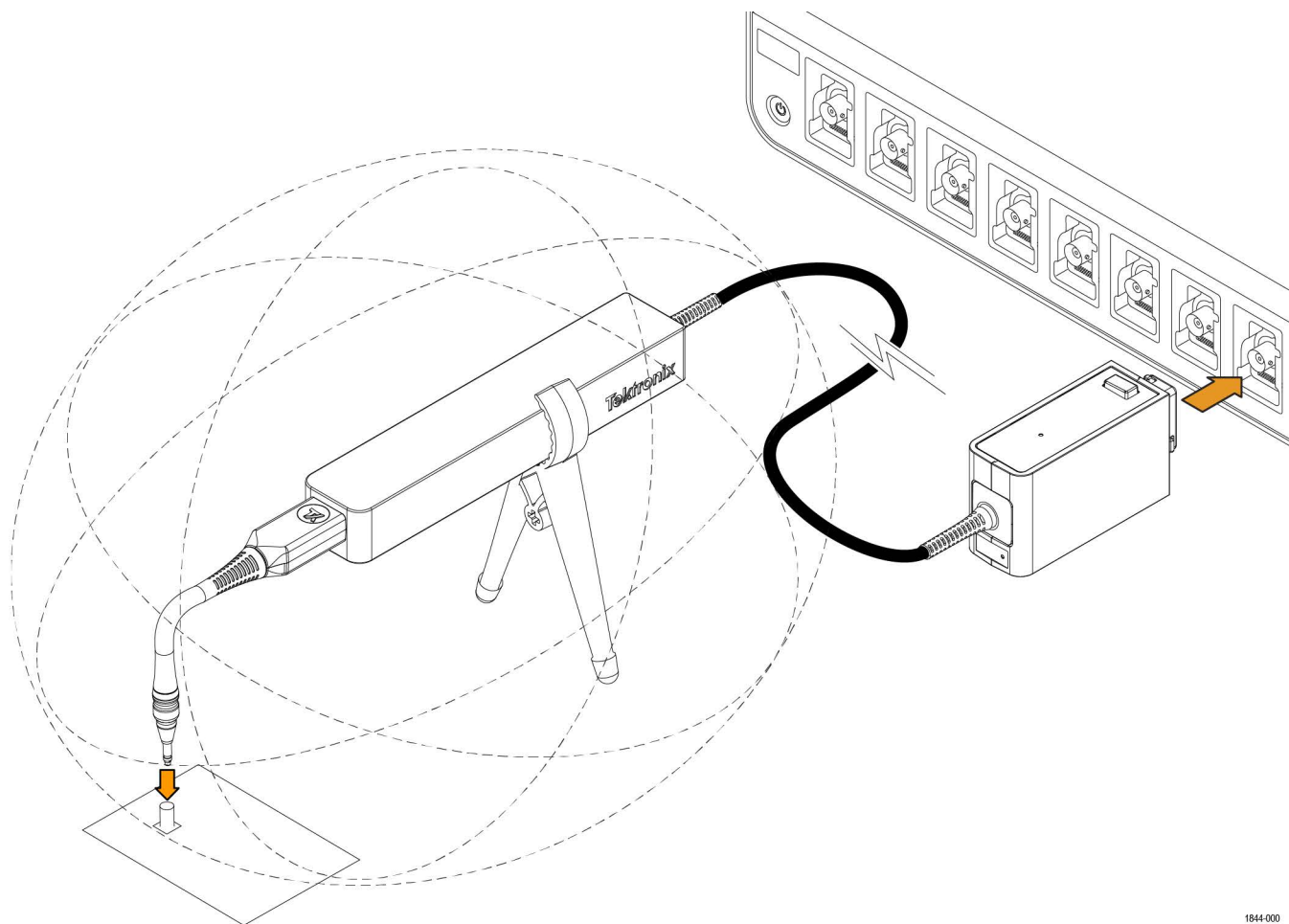
警告: 高温注意

設置要件

測定システム独自のコモンモード電圧範囲により、高周波／高電圧のコモンモード信号がある場合でも測定システムを使用できます。本製品を使用する場合は、すべての注意事項に従うことが重要です。

WARNING: 本測定システムの使用中に感電する場合があります。システムは危険な入力電圧（コモンモード電圧）からオペレータが絶縁されるように設計されていますが、プローブ・ヘッドのプラスチック・ケースとプローブ・チップのシールドは、安全な絶縁を提供しません。このマニュアルで推奨されているように、測定システムが通電回路に接続されている間、プローブ・ヘッドとプローブ・チップからの安全なクリアランスを維持してください。通電中の回路で測定を行っている間は、RF 火傷の危険がある区域にアクセスしないでください。

以下の図は、測定システムのコンポーネントと、危険電圧を処理する際に想定される RF 火傷危険区域を示しています。1m（40 インチ）の RF 火傷危険区域がプローブ・ヘッドを囲む破線で示されています。

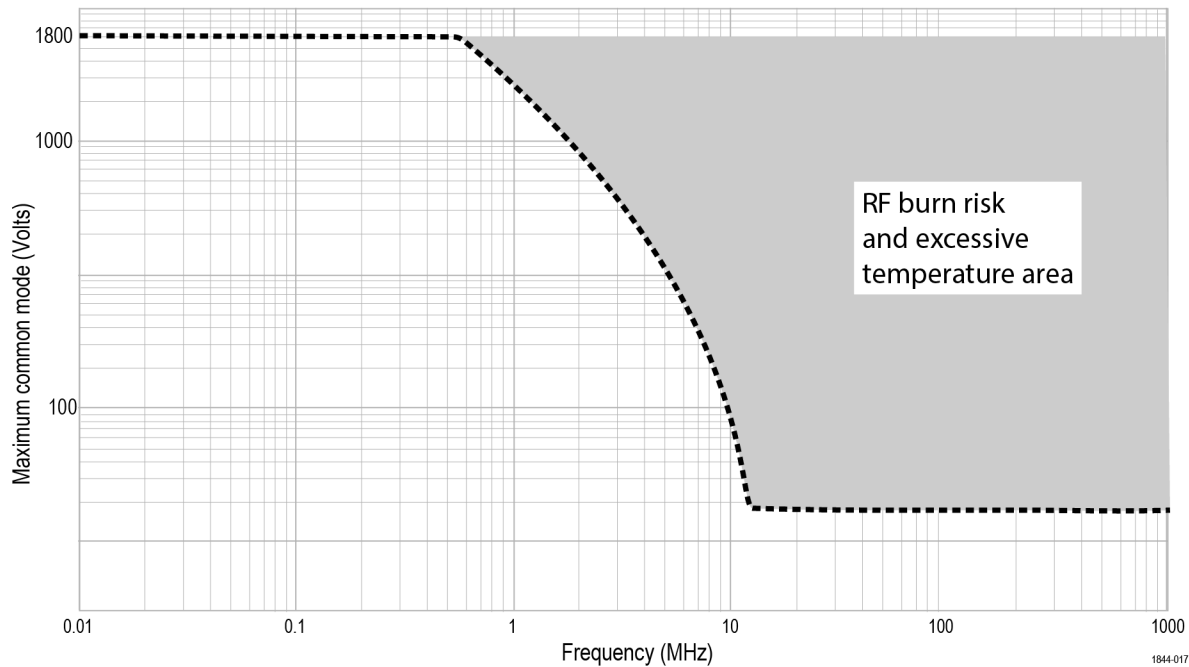


1844-000

RF burn hazard zone around the probe head

WARNING: RF 火傷のリスク。以下の軽減曲線を参考に危険区域を識別してください。RF 火傷を防ぐため、グラフの灰色の網掛けの範囲内でプローブを操作しないでください。

WARNING: 連続波または高デューティ・サイクルのバースト・コモン・モード信号が約 10MHz~50MHz の場合、チップが高温になり、火傷のリスクがあります。これにより、チップのフェライトは、次のグラフよりも低い電圧で大きな電力を消費します。火傷のリスクを回避するため、印加されるコモン・モード電圧またはデューティ・サイクルを制限するか、周囲温度を下げる、または強制的に空気を循環させることで、チップ温度を 85°C (185°F) 以下に保ってください。



Maximum safe handling limits for common mode voltages

適合性に関する情報

このセクションでは、本機器が適合している安全基準と環境基準について説明します。この製品は専門家および訓練を受けた人のみが使用することを目的としています。家庭での使用や子供による使用に対応して設計されていません。

適合性に関するご質問は、以下の住所宛に、直接お問い合わせいただくこともできます。

Tektronix, Inc. · PO Box 500, MS 19-045 · Beaverton, OR 97077, US

tek.com

安全適合性

このセクションでは、製品が適合している安全規格およびその他の基準について説明します。

EU 適合宣言 - 低電圧

『Official Journal of the European Union』にリストされている次の仕様に準拠します。

低電圧指令 2014/35/EU :

- EN 61010-1 : 測定、制御、および実験用途の電子装置に対する安全基準 – 第 1 部 : 一般要件
- EN 61010-2-030 : 測定、制御、および実験用途の電子装置に対する安全基準 – 第 2-030 部 : 試験および測定回路の特定要求事項

米国の国家認定試験機関のリスト

- UL 61010-1 : 測定、制御、および実験用途の電子装置に対する安全基準 – 第 1 部 : 一般要件
- UL 61010-2-030 : 測定、制御、および実験用途の電子装置に対する安全基準 – 第 2-030 部 : 試験および測定回路の特定要求事項

カナダ規格

- CAN/CSA-C22.2 No. 61010-1 : 測定、制御、および実験用途の電子装置に対する安全基準 – 第 1 部 : 一般要件
- CAN/CSA-C22.2 No. 61010-2-030 : 測定、制御、および実験用途の電子装置に対する安全基準 – 第 2-030 部 : 試験および測定回路の特定要求事項

その他の基準に対する適合性

- IEC 61010-1 : 測定、制御、および実験用途の電子装置に対する安全基準 – 第 1 部 : 一般要件
- IEC 61010-2-030 : 測定、制御、および実験用途の電子装置に対する安全基準 – 第 2-030 部 : 試験および測定回路の特定要求事項

機器の種類

テスト機器および計測機器。

汚染度の説明

製品内部およびその周辺で発生する可能性がある汚染度の尺度です。通常、製品の内部環境は外部環境と同じ規定が適用されるものとみなされます。製品は、その製品に指定されている環境でのみ使用してください。

- 汚染度 1：汚染なし、または乾燥した非伝導性の汚染のみが発生します。このカテゴリの製品は、通常、被包性、密封性のあるものか、クリーン・ルームでの使用を想定したものです。
- 汚染度 2：通常、乾燥した非導電性の汚染のみが発生します。ただし、結露によって一時的な導電性が発生することもあります。これは、標準的なオフィスや家庭内の環境に相当します。一時的な結露は製品非動作時のみ発生します。
- 汚染度 3：伝導性のある汚染、または結露のために伝導性のある汚染となる乾燥した非伝導性の汚染。これらは、温度、湿度のいずれも管理されていない屋内環境に相当します。日光や雨、風に対する直接の曝露からは保護されている領域です。
- 汚染度 4：伝導性のある塵、雨、または雪により持続的に伝導性が生じている汚染。これは一般的な屋外環境に相当します。

IP 定格

IPx0 (IEC 60529 で定義)。

電気定格

電気定格

TICP025：電流 20 mA、250 MHz

TICP050：電流 20 mA、500 MHz

TICP100：電流 20 mA、1 GHz

アースへの最大電圧

1,300 V、汚染度 2、トランジェント・レベルが 5 kV_{pk} を超えない最大値

1,800 V、汚染度 1 の環境で使用时。トランジェント・レベルが 5 kV_{pk} を超えない場合の最大値

600 V (CAT III)、汚染度 2

1,000 V (CAT II)、汚染度 2

環境基準に対する適合性

このセクションでは、本製品が環境におよぼす影響について説明します。

使用済み製品の処理方法

機器またはコンポーネントをリサイクルする際には、次のガイドラインを順守してください。

機器のリサイクル

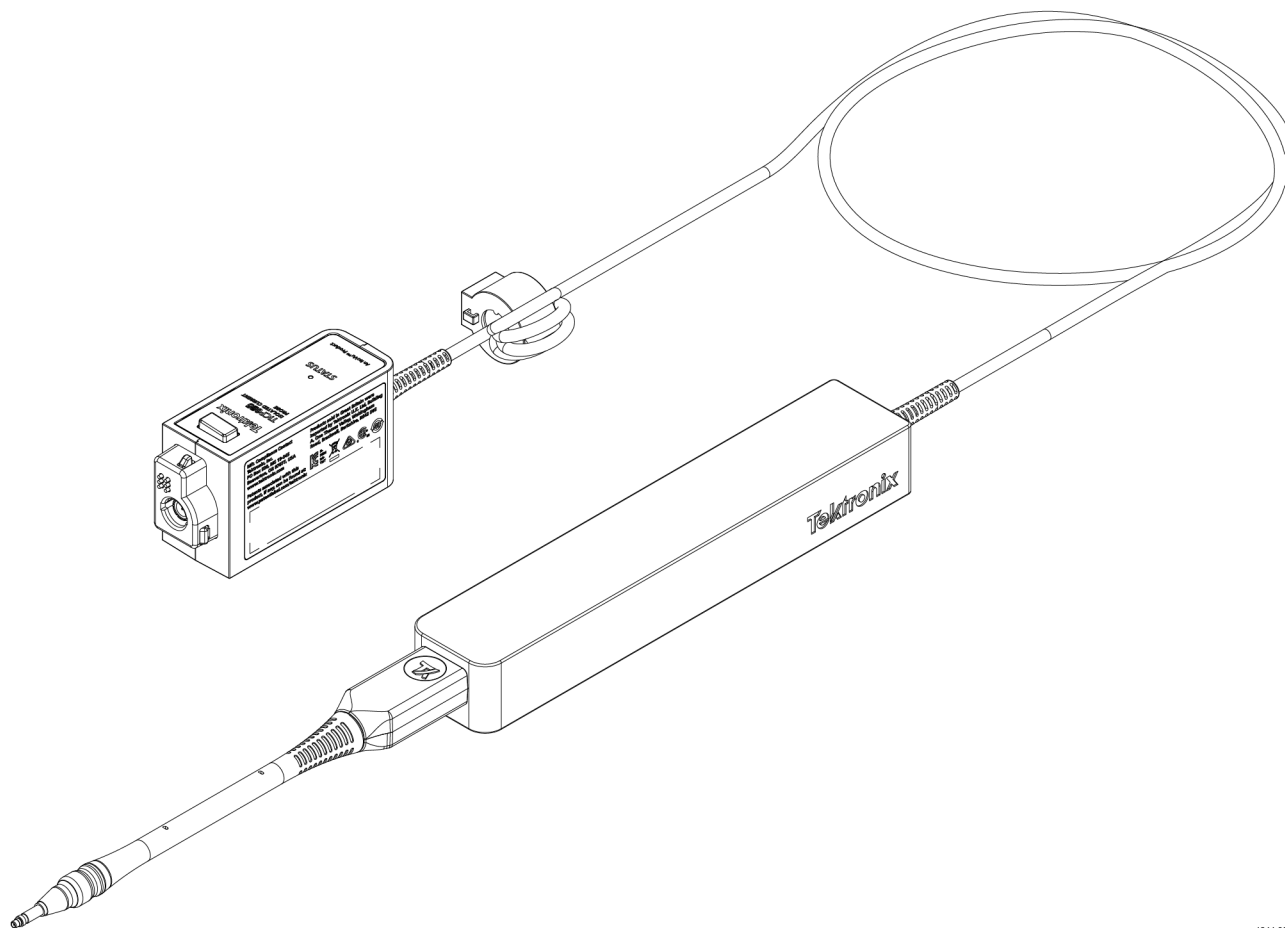
本製品の製造には天然資源が使用されています。この製品には、環境または人体に有害となる可能性のある物質が含まれているため、製品を廃棄する際には適切に処理する必要があります。有害物質の放出を防ぎ、天然資源の使用を減らすため、本製品の部材の再利用とリサイクルの徹底にご協力ください。



このマークは、本製品が WEEE（廃棄電気・電子機器）およびバッテリーに関する指令 2012/19/EC および 2006/66/EC に基づき、EU の諸要件に準拠していることを示しています。リサイクル方法については、当社の Web サイトのサービス・セクション (<https://www.tek.com/productrecycle>) を参照してください。

まえがき

本書では、テクトロニクス TICP シリーズ・アクティブ絶縁型電流シャント・プローブを設置し使用するための情報を提供します。このプローブは、電流シャント測定で比類のない帯域幅、精度、使いやすさ、絶縁性を提供します。



1844-004

補正ボックス

TekVPI の補正 (comp) ボックスは、測定システムをオシロスコープの入力チャンネルの 1 つに接続します。測定システムへの給電は、オシロスコープの TekVPI インタフェースから行われます。補正ボックスの LED はプローブ全体のステータスを表示します。

プローブ・ヘッド

プローブ・ヘッドは、被測定デバイス (DUT) と補正ボックスのインタフェースとして機能します。プローブ・ヘッドには、DUT と大地アースを分離する絶縁バリアがあります。

プローブ・チップ

プローブ・ヘッドを DUT に接続するためのプローブ・チップのオプションを用意しています。

主な性能仕様および機能

- プローブ・チップとオシロスコープ間のガルバニック絶縁
- 3つの帯域幅：1 GHz、500 MHz、250 MHz の利用が可能
- 1X、10X、または 100X プローブ・チップと併せて使用するシャントにより決まる広い電流測定範囲
- ノイズ 4.70 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$ (20 MHz で <21 μV_{RMS}) 未満
- 最大 90 dB 同相除去比 (1 MHz)
- 最大コモン・モード電圧：1,800 V。汚染度 1 の環境で使用时。トランジェント・レベルが 5 kV_{pk} を超えない場合の最大値
- 1.5%DC ゲイン確度
- 4、5、6 シリーズ MSO 機器（最新 B モデルを含む）と互換性あり
- TekVPI™ インターフェースにより、オシロスコープの前面パネルまたはプログラミング・インターフェースから制御およびプローブの構成が可能
- 環境チャンバ（-40°C ~ +125°C）における電流測定用のチップ（オプション）

モデル概要

型名	概要
TICP025	250 MHz Tektronix 絶縁電流プローブ
TICP050	500 MHz Tektronix 絶縁電流プローブ
TICP100	1 GHz Tektronix 絶縁電流プローブ

スタンダード・アクセサリ

次の表は、プローブに付属するアクセサリを示しています。

アクセサリ	概要	部品番号
	1X プローブ・チップ・ケーブル（MMCX コネクタ付き）	TICPMM1
	10X プローブ・チップ・ケーブル（MMCX コネクタ付き）	TICPMM10
	SMA チップ・アダプタ	TICPSMA
	クランプ・オン・フェライト・コモン・モード・チョーク	276-0905-XX

アクセサリ	概要	部品番号
	プローブを保持するために、バイポッドを使用します。	020-3210-XX
	1/4インチ-20 UNC スレッドアクセサリ向けの三脚アダプタ。	103-0508-XX
	プローブ・チップ・アダプタ。MMCX IsoVu チップを標準の 2.54mm (0.100 インチ) 間隔、5.08mm (0.025 インチ) スクエア・ピンに変換。	131-9717-XX
	ソフト・キャリング・ケース (フォーム・インサート付き)	016-2147-XX

推奨アクセサリ

以下の表にオプション・アクセサリの一覧を示します。

アクセサリ	概要	部品番号
	100X プローブ・チップ (MMCX コネクタ付き)	TICPMM100
	TICP 5 mΩ 低電力シャント	TICS0005 (数量 : 1)
		TICS0005PK (数量 : 10)
	TICP 50 mΩ 低電力シャント	TICS0050 (数量 : 1)
		TICS0050PK (数量 : 10)
	TICP 500 mΩ 低電力シャント	TICS0500 (数量 : 1)
		TICS0500PK (数量 : 10)
	TICP 5000 mΩ (5 Ω) 低電力シャント	TICS5000 (数量 : 1)
		TICS5000PK (数量 : 10)
	シャント用 TICP ケーブル	TICPTWCBL (数量 : 1)
		TICPTWCBLPK (数量 : 5)
	TICP 向けの極限温度用チップ (1 : 1)、MMCX コネクタ付き	TICPMM1ET
	TICP 向けの極限温度用チップ (10 : 1)、MMCX コネクタ付き	TICPMM10ET
	TICP 向けの極限温度用チップ (100 : 1)、MMCX コネクタ付き	TICPMM100ET
	ツイスト・ペア (はんだ付け用アクセサリ)	174-7492-XX
	スクエア・ピン-MMCX アダプタ、1.57 mm (0.062 インチ) 間隔	131-9677-XX

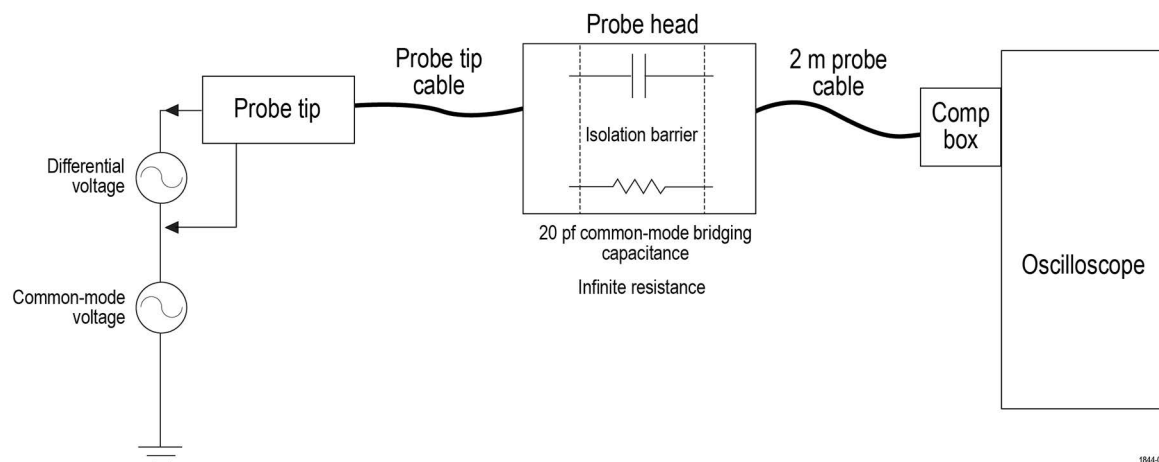
	MMCX-IC グラバ・リード	196-3546-XX
	スクエア・ピン-IC グラバ・リード	196-3547-XX
	MicroCKT グラバ	206-0569-XX

動作情報

このセクションを活用して、プローブを安全かつ効率的に使用してください。測定システムを設置する前にすべての安全情報をお読みいただき、測定システムを被測定装置（DUT）に接続する場合に考えられる危険な場所など、動作要件と隔離要件にご注意ください。

TICP ブロック図

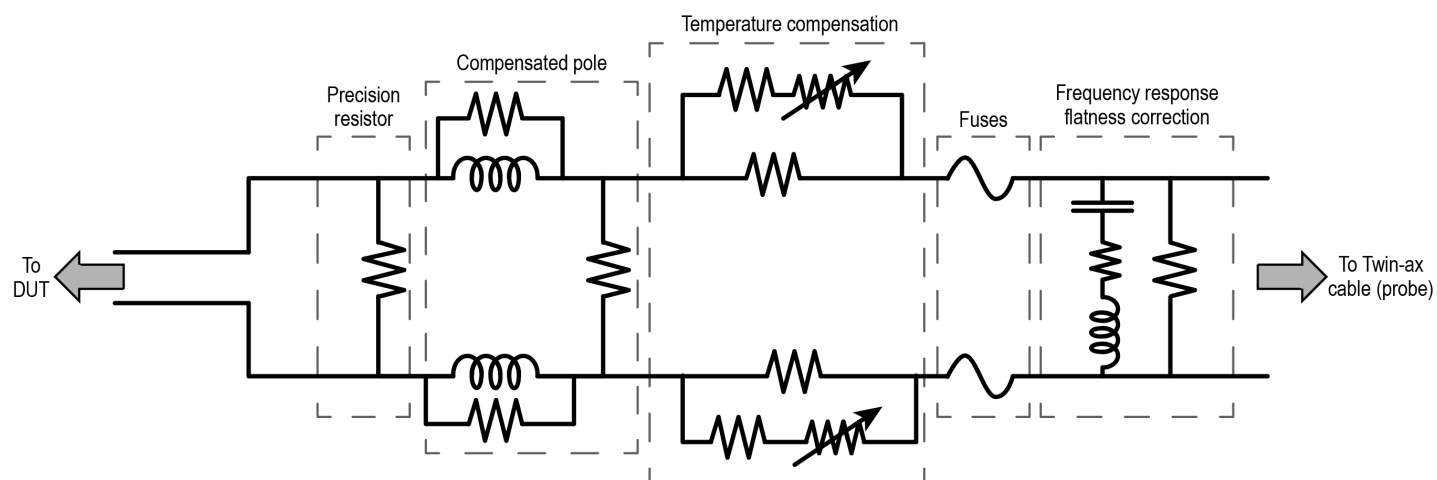
以下の図は TICP シリーズ IsoVu 絶縁電流プローブのブロック・ダイアグラムを示します。



この図には、大地アースに対するコモン・モード抵抗およびキャパシタンスが示されています。プローブは直流絶縁で、コモン・モード抵抗は無視できるため基本的に無限で示されます。大地アースと周囲の回路に対するコモンモード・カップリング・キャパシタンスは、ブリッジ・キャパシタンスで示されています。このキャパシタンスは、プローブ・ヘッドをグラウンド面の上に 15.25cm (6 インチ) 離して配置した状態で約 20 pF です。

コモン・モードの負荷容量の影響を最小限に抑えるには、以下を考慮してください。

- 可能な場合は、大地アースに対して静電ポテンシャルとなる被測定デバイス（DUT）の基準ポイントを選択してください。
- プローブ・チップの同軸（コモン）シールドは回路の最も低いインピーダンス・ポイントに接続してください。
- プローブ・ヘッド間の物理的な距離を大きくすると、導電面によりキャパシタンスが減少します。
- 複数の TICP プローブを使用して、コモン・モード電圧が異なる回路の様々なポイントを測定する場合、プローブ・ヘッドをできるだけ離して容量カップリングを最小限にとどめてください。



1844-037

Wideband shunt block diagram

測定システムの手配に就するベスツ・プラクティス

測定システムは精密な部品で構成されているため、手配の誤りによる損傷や性能劣化が起きないように、慎重に手配する必要があります。プローブとチップを手配するときは、次のことに注意してください。

- ・ プローブ・ケーブルの破損、しわ寄せ、極度の折れ曲がりなどは避けてください。
- ・ ケーブルはひねらないでください。
- ・ プローブ・ケーブルにねじれやもつれが生じないようにしてください。
- ・ プローブ・ケーブルを強く引っ張らないようにしてください。
- ・ 特にねじれやもつれがある場合は、ケーブルを急に引っ張らないでください。
- ・ プローブ・ヘッドや補正ボックスを落下させないでください。内部部品が損傷したりずれたりする可能性があります。
- ・ プローブ・チップが曲がりすぎるのを防ぐため、最小曲げ半径（51 mm（2.0 インチ））を下回らないようにしてください。極限温度用（ET）チップについては、最小曲げ半径（39 mm（1.5 インチ））を下回らないようにしてください。
- ・ 椅子の脚でケーブルを誤って踏む、ケーブルの上に重い物体を落とすなどして、ケーブルを破損しないようにしてください。
- ・ 測定システムを使用しない間は、付属のキャリー・ケースに保管しておいてください。

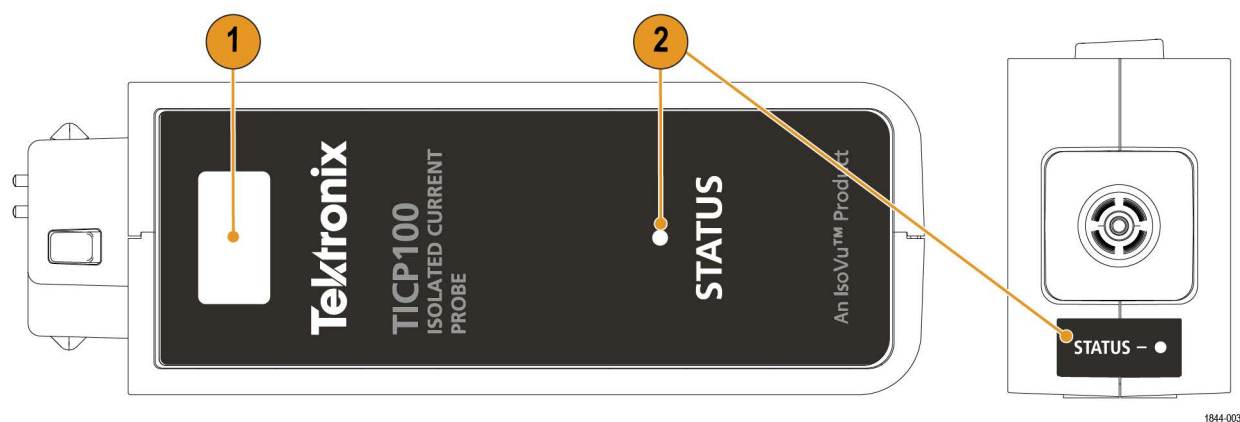
環境要件

性能	コンポーネント	動作時	非動作時
補正ボックス、プローブ・ヘッド、および SMA チップ・アダプタ温度		0℃～+ 50℃	−20℃～+ 70℃
標準チップ・ケーブル温度	TICPMM1、TICPMM10、TICPMM100	−40℃～+ 85℃	40℃～+85℃
過酷な温度チップ（ET）ケーブル・温度	TICPMM1ET、TICPMM10ET、TICPMM100ET	−40℃～+ 125℃	-40℃～+125℃、保管温度は-40℃～+85℃
湿度	全コンポーネント	最大 + 40℃で相対湿度 5%～85%、最大 + 50℃で相対湿度 5%～45%、凝縮なし	最大 + 40℃で相対湿度 5%～85%、最大 + 70℃で相対湿度 5%～45%、凝縮なし
高度	全コンポーネント	最高 3,000 m	最高 12,000 m

テクトロニクス の極限温度用（ET）チップは、環境試験用途の−40℃～+125℃ という広い動作範囲で正確な電流測定を可能にします。

コントロールとインジケータ

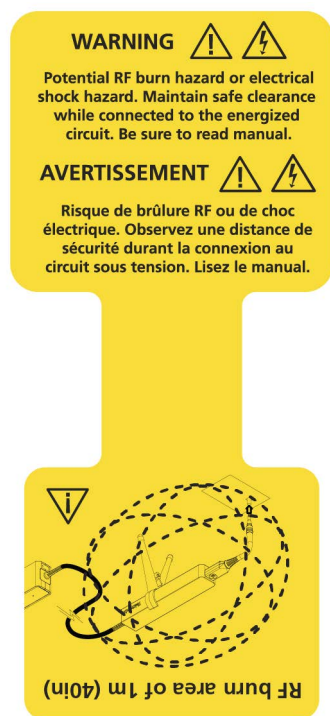
補正ボックスのコントロールとインジケータについて説明します。



1. リリース・ボタンをラッチします。オシロスコープから補正 (comp) ボックスを取り外すには、ラッチ・ボタンを押して、機器から引き抜きます。
2. ステータス・インジケータプローブのステータスを示す LED ライト。補正ボックスの上部と背部にステータス・インジケータがあります。LED の状態に関する詳細は、[トラブルシューティングとエラー状態 \(on page 78\)](#)を参照してください。

ケーブル・フラグ

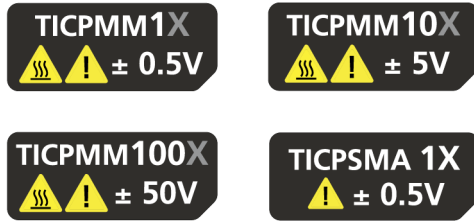
ケーブル上のフラグは RF 火傷の危険性に関する警告を示します。



1844-002

プローブ・チップ

各プローブ・チップには、最大ダイナミック・レンジを記載し減衰係数を示すラベルが付いています。



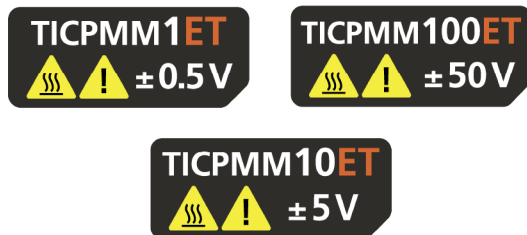
1844-001

TICPMM tip labels



1844-024

Wideband shunt labels

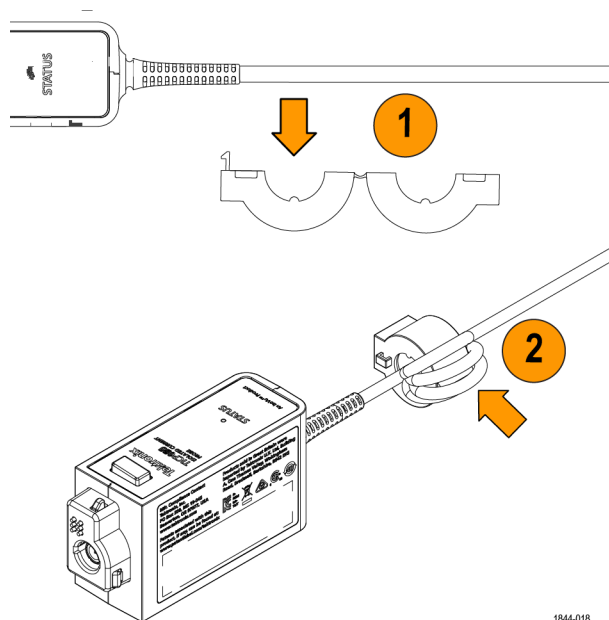


1844-027

Extreme temperature tip labels

フェライト・クランプの設置

以下の手順では、コモン・モード・フェライト・クランプをプローブ・ケーブルに設置する方法を説明します。



1844-018

1. コモン・モード・フェライト・クランプを補正ボックスのストレイン・リリーフの **0.25** インチ以内に配置します。
2. ケーブルを開いたフェライトのクランプ周りで **5** 周ループさせ、クランプを閉じます。

フェライトの効果を最大化するため、ループの大きさはできる限り小さくしてください。

プローブ・ケーブルからフェライト・クランプを取り外すには、クランプのラッチ間の隙間にマイナス・ドライバを差し込み、持ち上げます。

回路への接続

以下の手順は、TICP シリーズ・プローブとオシロスコープおよび被測定装置（DUT）間の測定システムの接続方法を説明するものです。

WARNING: 感電のリスクを回避するために、測定システムを通電中の回路に接続しないでください。被測定回路からチップ・ケーブルを抜き差しする前に、被測定回路の電源を切ってください。プローブ・ヘッドおよびプローブ・チップのプローブ・ケーブルを覆うプラスチック・ケースは絶縁の役割を果たしません。

WARNING: DUT への通電中に感電や RF 火傷のリスクを回避するために、測定中にプローブ・ヘッドまたはプローブ・チップに触れないでください。測定中は、常にプローブ・ヘッドから 1m (40 インチ) 以上離れてください [設置要件](#) (on page 11)を参照してください。

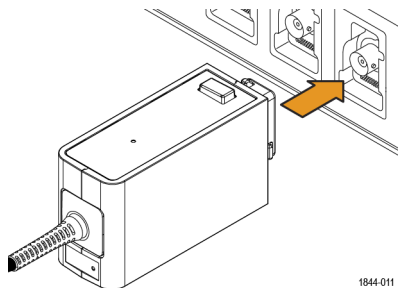
WARNING: 電位差によってアーク・フラッシュが生じることがないように、差動電圧が存在する回路には、プローブ・ヘッドまたはプローブ・チップを置かないでください。

CAUTION: 考えられる機器への損傷を回避するために、プローブ・チップまたは SMA 入力と同軸（コモン）シールドを、回路の高インピーダンス部分に接続しないでください。過剰なキャパシタンスにより回路が破損する可能性があります。同軸（コモン）シールドは回路の低インピーダンス部分に接続してください。

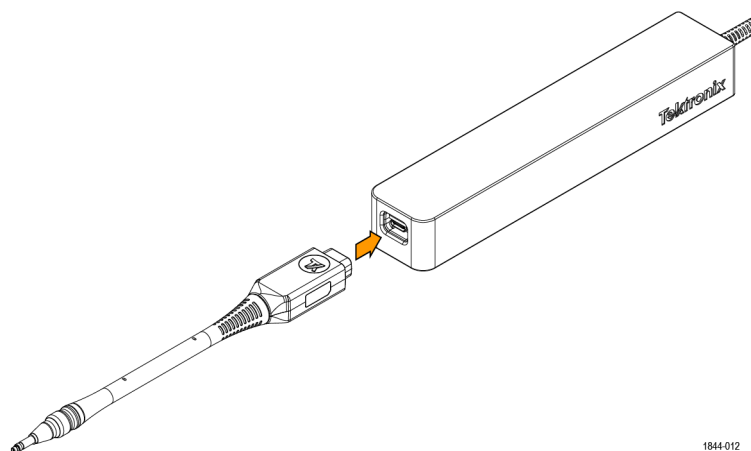
高周波のコモンモード信号の測定中にプローブ・ヘッドまたはプローブ・チップ・ケーブルに触れると、容量結合が増大して被測定回路のコモンモードの負荷が低下する場合があります。測定が不正確に終わることを避けるため、個々のプローブ・ヘッドを山積みせず、計測中は携帯電話を最低でも 3 フィート（91 センチ）離してください。

DUT が通電中の回路に接続されていないことを確認してください。測定の精度を最大限に確保するために、プローブを 5 分間ウォーム・アップしてください。

1. 補正ボックスをオシロスコープのいずれかのチャンネルに接続します。



2. プローブ・チップおよびプローブ・ヘッド IsoConnect™ コネクタを並べます。
作業中、プローブ・チップのアセンブリが曲がったりねじれたりしないように注意してください。
3. プローブ・チップをプローブ・ヘッドに接続します。



プローブ・ヘッドを二脚、三脚（アダプタを使用）、または類似の支持具に接続します。これらの三脚または支持具によりプローブ・ヘッドが固定され、DUT の電気接続部分への機械的な圧迫が軽減されます。また、これらの三脚または支持具により、プローブ・ヘッドと周囲の回路や導電性の物体の間の距離を保ち、これらの周囲部分への寄生容量結合を最小限に抑えます。TICP シリーズ・プローブを三脚に取り付けるには、付属の三脚アダプタが必要です。

4. プローブ・チップの末端を DUT に接続します。

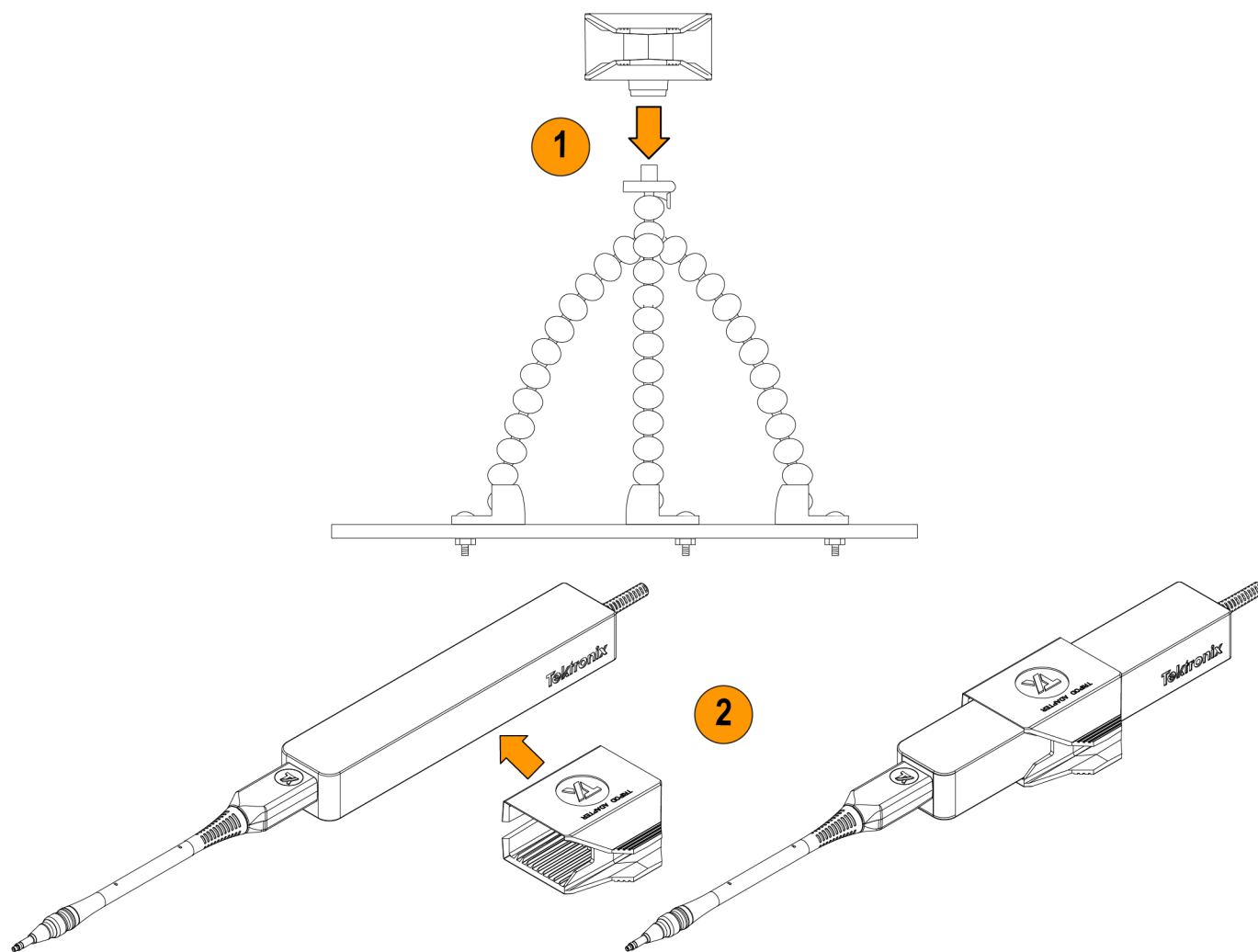
MMCX・チップを使用する場合は、DUT に接続する前にチップを MMCX コネクタまたはスクエア・ピン・アダプタに接続します。アダプタとスクエア・ピンを接続する際、2.54 mm (0.100 インチ) または 1.57 mm (0.062 インチ) の間隔を保ってください。

5. オシロスコープのコントロールをセットアップします。

6. DUT の電源を入れて測定を実行します。

三脚アダプタの設置

以下の手順では、三脚アダプタをプローブ・ヘッドに設置し、三脚に取り付ける方法を説明します。



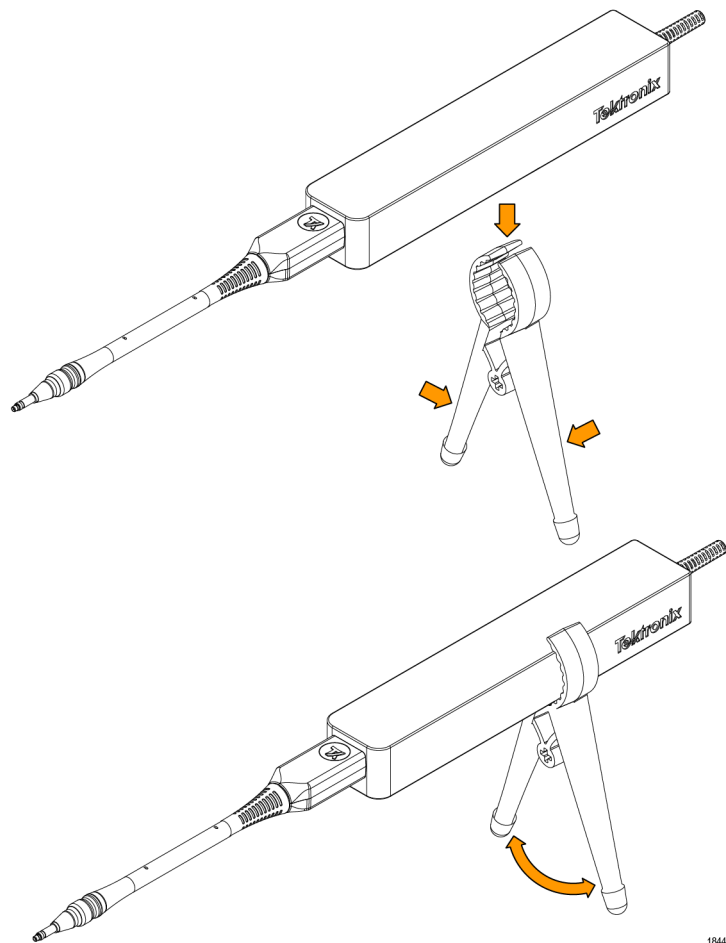
1844-015

1. アダプタを互換性のある三脚に取り付けます。
アダプタのスレッドは **UNC1/4-20** です。三脚のスレッドも **UNC1/4-20** であることを確認してください。
2. 三脚アダプタのクランプを開き、プローブ・ヘッドに取り付けます。

二脚への取り付け

以下の手順でプローブ・ヘッドに二脚を取り付ける方法を説明します。

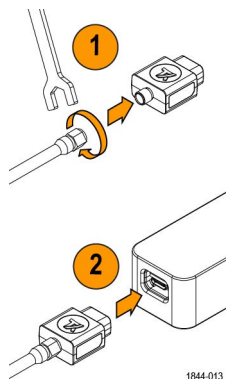
TICP シリーズ・プローブでワイドバンド・シャント (TICS) または極限温度用 (ET) チップを使用する際は、三脚をお勧めします。TWCBL または ET チップが柔軟であるため、二脚ではプローブ本体を完全に支持できない場合があります。



1. 二脚のハンドルを同時に握り、クランプを開きます。
2. クランプの中にプローブ・ヘッドを入れ、ハンドルを離し、プローブが DUT に接続するのに必要な角度になるようにします。

SMA アダプタの接続

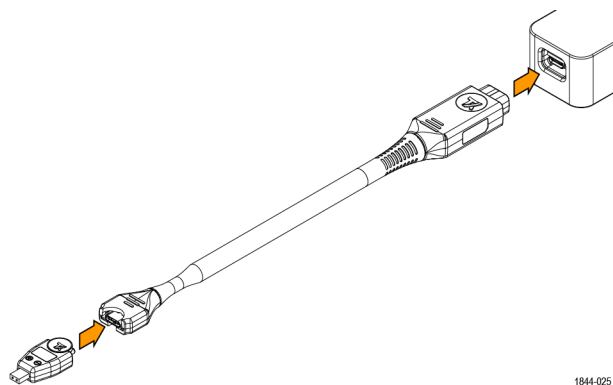
以下の手順では、TICPSMA SMA チップ・アダプタをプローブ・ヘッドおよび SMA ケーブルに接続するプロセスを説明します。まず SMA ケーブルを SMA アダプタに接続し、その後 SMA アダプタをプローブ・ヘッドに接続することを推奨します。



1. SMA ケーブルを SMA アダプタに接続します。
SMA レンチを使用して SMA ケーブルを 8 インチ／ポンドのトルクで締め付けます。
2. SMA アダプタをプローブ・ヘッドに接続します。

ワイドバンド・シャントの接続

以下の手順では、ワイドバンド・シャントおよび Twin-ax ケーブルを TICP プローブに接続する方法について説明します。Twin-ax ケーブルおよびシャントを TICP プローブで使用する場合は、三脚アダプタを使用することを推奨します。Twin-ax ケーブルは柔らかいため、二脚を取り付けた場合はプローブ・ヘッドを支えることができません。

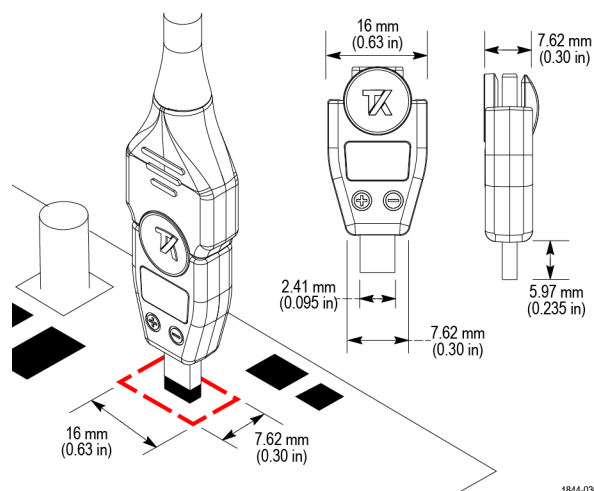


1. シャントを Twin-ax ケーブルに接続します。
2. ケーブルをプローブ・ヘッドに取り付けます。

ワイドバンド・シャントのスクエア・ピンへの取り付け

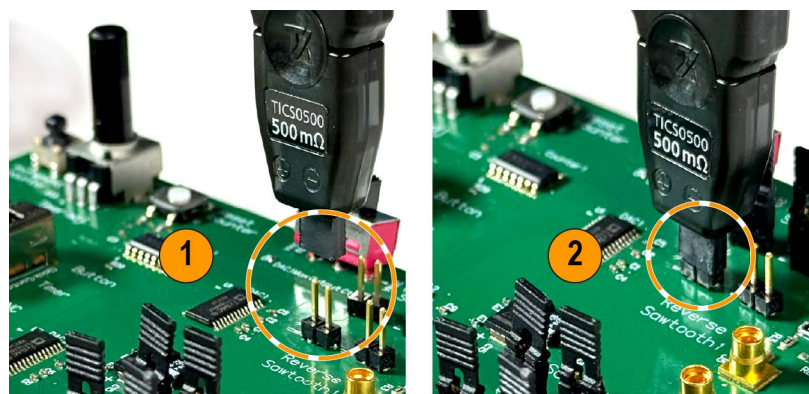
以下の手順では、0.1 インチ・スクエア・ピンにワイドバンド・シャントを取り付ける方法について説明します。スクエア・ピンはワイドバンド・シャントに付属しており、金メッキされた面がシャントに接するようにハンダ付けします。推奨される代替品は、30 μ m 以上の金メッキが施されている必要があります。

以下の図は、回路基板上の 0.1 インチ・スクエア・ピンにワイドバンド・シャントを接続する際に必要な推奨クリアランスを示しています。



1844-036

ワイドバンド・シャントは、回路基板上のスクエア・ピンに接続する前でも後でも、Twin-ax ケーブルに接続できます。最適な信頼性を得るため、シャント・キットに付属の 0.1 インチ・ピッチのスクエア・ピン・ヘッダを使用するか、同等の 30 μ m 金メッキが施されたスクエア・ピンを使用することを推奨します。

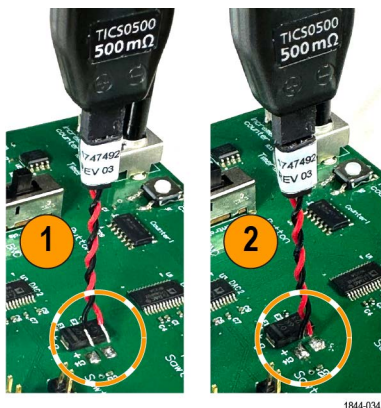


1844-034

1. ワイドバンド・シャントをスクエア・ピンに取り付けるには、シャント・コネクタをスクエア・ピンに合わせます。
2. シャントを軽く押し下げて、スクエア・ピンにしっかりと固定します。

ツイスト・ペアはんだ付けによるワイドバンド・シャントの取り付け

以下の手順では、ツイスト・ペアはんだ付けを用いてワイドバンド・シャントを回路基板に取り付ける方法について説明します。シャントを接続する前に、ツイストペア・アクセサリを回路基板にはんだ付けしてください。



1. 回路基板上のビア、パッド、またはカットしたパターンの上に、ツイスト・ペアはんだ付けアクセサリの位置を合わせます。上記の図は、ツイスト・ペアをパッドにはんだ付けする方法を示しています。
2. ツイスト・ペア線の露出した端を、ビア・パッド、またはカットしたパターンにはんだ付けします。必要に応じて少量の接着剤を塗布すると、さらに回路基板への固定が強化されます。

極限温度用チップの接続

極限温度用 (ET) チップは、 -40°C ~ $+125^{\circ}\text{C}$ までの温度範囲で電流測定を可能にします。

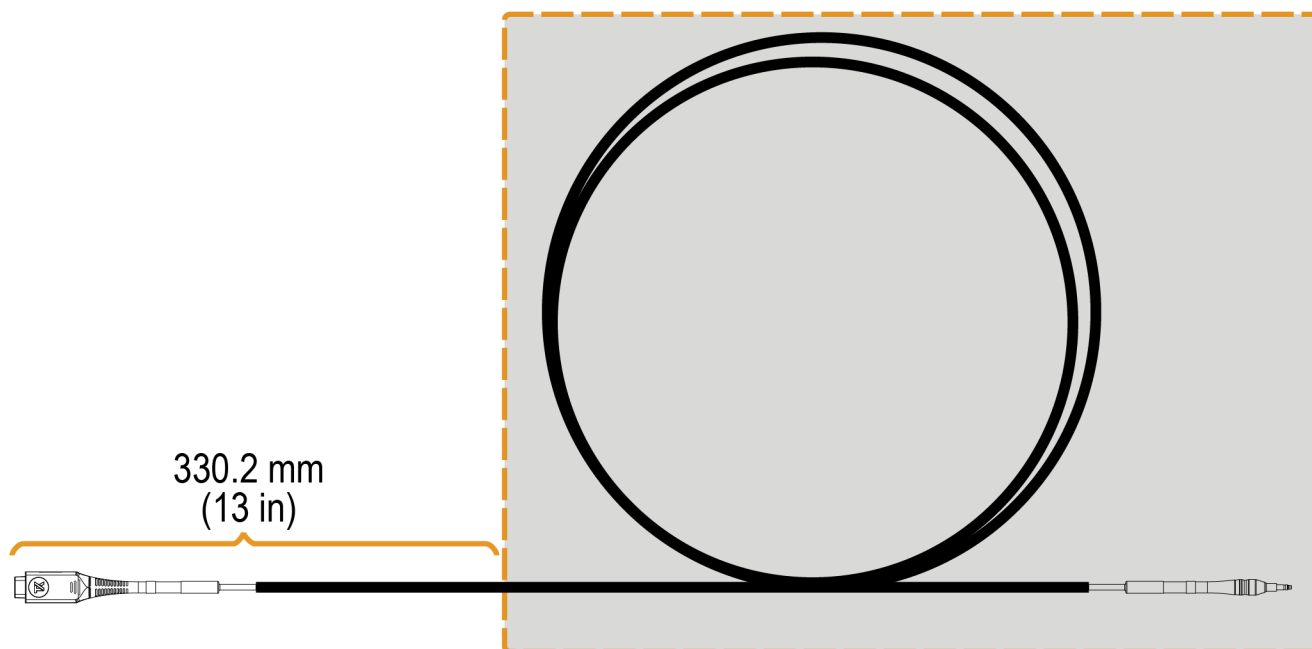
極限温度用チップ・ケーブルは、MMCX コネクタを使用して標準チップと同様に TICP プローブ・ヘッドに接続されます。[回路への接続](#) (on page 28) を参照してください。これらの 6 フィート・チップ・ケーブルは、温度チャンバ内に配置された被測定装置 (DUT) と、チャンバ外に設置されたテクトロニクス製オシロスコープおよび TICP 電流プローブとの間を接続します。

CAUTION: 極限温度用チップ・アクセサリの損傷防止のため、プローブまたは被測定物 (DUT) からチップを取り外そうとしてケーブルを持って引っ張らないでください。プローブからチップを取り外す場合は、コネクタのプラスチック部分を持ってください。DUT からチップを取り外す場合は、チップのプラスチック部分を持ってください。

ET チップは、環境チャンバでの使用を目的としたものです。このチップは、ローカル・ヒーター・ヘッド下で使用することを目的としたものではありません。

CAUTION: 極限温度用チップ・ケーブルの損傷を防止するため、最小曲げ半径 (39 mm (1.5 インチ)) を下回らないようにしてください。

下図の破線部内の陰影部分は、極限温度での動作における推奨作業領域を示しています。環境チャンバのアクセス・ポートからの漏気が TICP プローブ・ヘッドに影響を与えないようにするため、この作業領域はプローブ・ヘッドから 330.2 mm (13 インチ) 以上離す必要があります。



1844-033

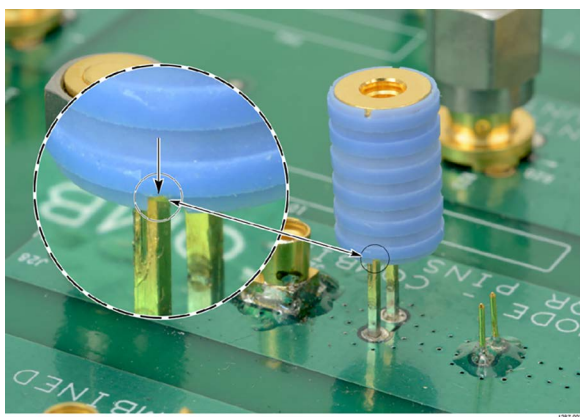
プローブ・チップ・アダプタの取り付け

MMCX プローブ・チップを回路基板のピンに接続するためのテクトロニクス・プローブ・チップ用アダプタは 2 種類です。MMCX~2.54 mm (0.1 インチ) ピッチのアダプタと、MMCX~1.57 mm (0.062 インチ) ピッチのアダプタです。

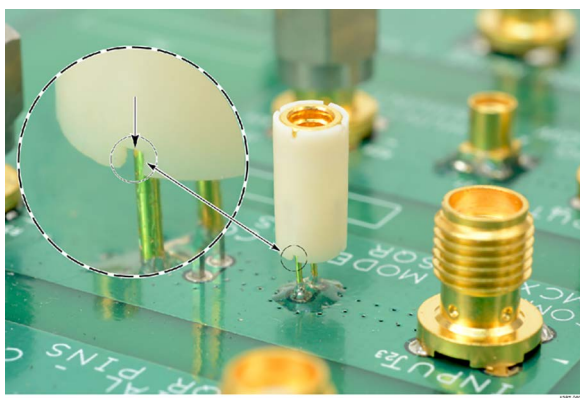
各アダプタの一方には、IsoVu MMCX チップ・ケーブルに接続するための MMCX ソケットがあります。アダプタのもう一方にはセンター・ピン・ソケットがあり、4 つのコモン (シールド) ソケットがアダプタの外周にあります。アダプタのノッチを使用して、シールド・ソケットの位置を合わせます。これらのアダプタの取付手順は基本的に同じですが、主な違いは回路基板のピンの間隔です。

アダプタをスクエア・ピンに取り付けるには、アダプタの中心を回路基板の信号ソース・ピンに合わせます。アダプタのノッチを使用して、シールド・ソケットの 1 つと回路基板の共通ピンの位置を合わせます。以下の図に、回路基板のアダプタ位置合わせの例を示します。

電気性能、特に **CMRR** の性能と **EMI** 磁化率を最大限に発揮するために、プローブ・チップ・アダプタをできるだけ回路基板に近づけて配置してください。

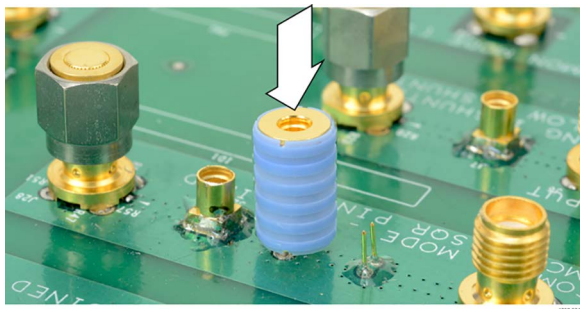


Lining up the MMCX-to-0.1-inch (2.54 mm) adapter on the circuit board

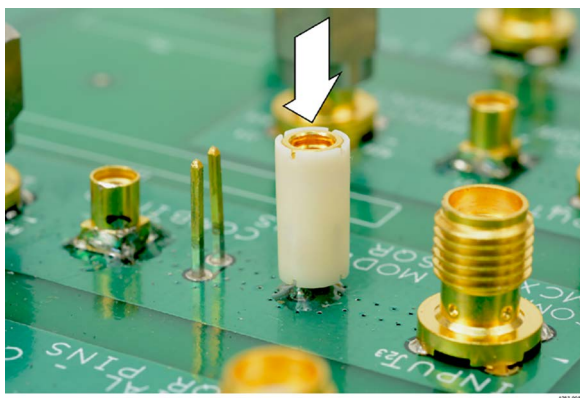


Lining up the MMCX-to-0.062-inch (1.57 mm) adapter on the circuit board

アダプタの位置合わせが完了したら、アダプタを軽く押し下げて回路基板に固定します。



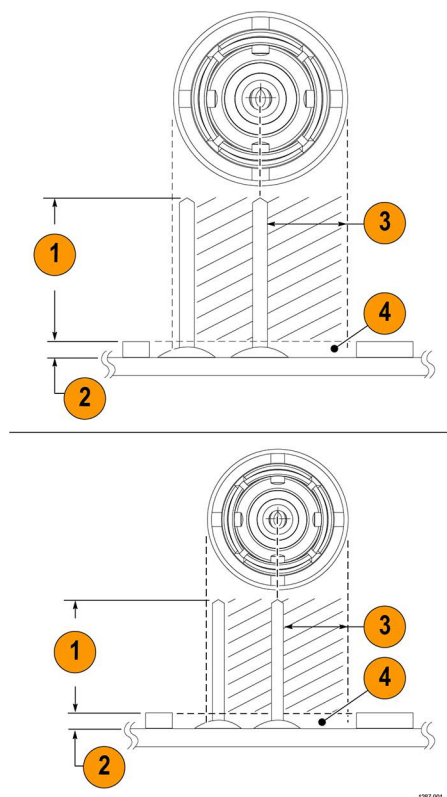
Pushing the MMCX-to-0.1-inch (2.54 mm) adapter in place



Pushing the MMCX-to-0.062-inch (1.57 mm) adapter in place

スクエア・ピンの回路基板への取り付け

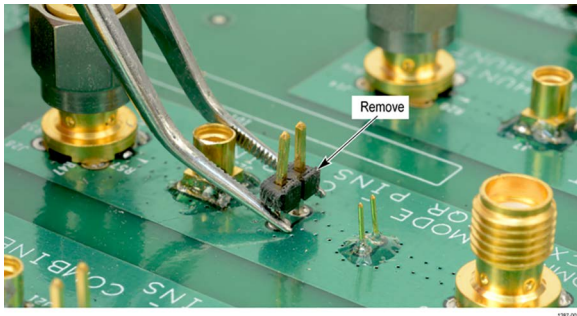
以下の図に、アダプタと回路基板のスクエア・ピンを接続する際に推奨される設置要件を示します。アダプタの下部が図の一番上に表示されています。



Adapter clearance requirements

図の参照番号	プローブ・チップ・アダプタ、MMCX～0.1 インチ・ピッチ・スクエア・ピン～0.635 mm (0.025 インチ) スクエア・ピン	プローブ・チップ・アダプタ、MMCX～0.062 インチ・ピッチ・スクエア・ピン～0.406 mm (0.016 インチ) スクエア・ピン
1	推奨最大ピン長 6.00 mm (0.235 インチ)	推奨最大ピン長 4.40 mm (0.170 インチ)
2	アダプタと回路基板の間の領域を最小にする	
3	立ち入り禁止領域 (各アダプタの径)	
4	キープアウトエリアには部品を置かないか最低限にする	

0.635 mm (0.025 インチ) スクエア・ピンは、既に回路基板に取り付けられています。いくつかのスクエア・ピンには、回路基板に設置されたヘッダーがあります。下図に示すように、電気性能、特に **CMRR** の性能を最大限に発揮できるように、回路基板に取り付けやすくするためにプラスチック・スペーサをスクエア・ピンから剥がします。図に示すように、スペーサを剥がすのにピンセットが必要となる場合があります。



Removing the header from square pins on the circuit board

テクトロニクスでは、MMCX～1.57 mm (0.062 インチ) アダプタ用に、回路基板に取り付ける一連のソルダ・ピン（直径 0.46 mm (0.018 インチ)）を用意しています。回路基板へのこれらのピンの取り付けには、はんだ付け補助器具（当社部品番号 003-1946-xx）を使用してください。

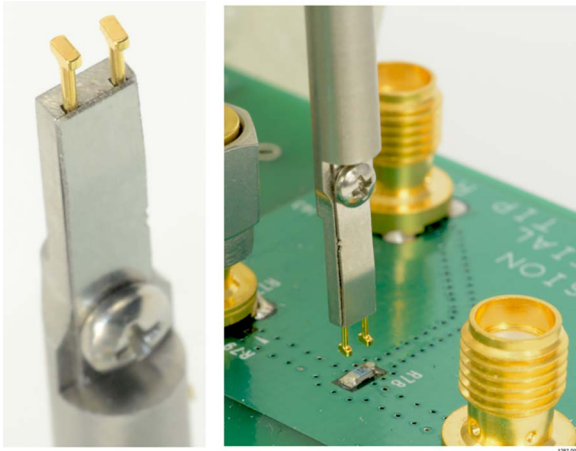
ソルダ・ピンは非常に小さいため、取り扱いが難しい場合があります。これらのピンを回路基板に取り付ける場合は、ピンセットや拡大鏡の使用をお勧めします。

ソルダ・ピンは、回路基板の表面実装コンポーネントの周囲に取り付けることができますが、アダプタの電気接続を良好にするために、十分な隙間を確保してくださいアダプタの設置図を参照してください。

波形の精度を最大限に確保するために、プローブ・チップとチップ・アダプタの同軸（コモン）シールドを常に（プローブ・チップ・ケーブル／中心導体に対応した）被測定回路のインピーダンスが最も低いポイント（通常は回路のコモン・レールまたは電源レール）に接続する必要があります。

以下の手順に従って、はんだ付け補助器具を用いてソルダ・ピンを回路基板に取り付けます。

1. 下図に示すように、ソルダ・ピンを慎重にはんだ付け補助器具に差し込みます。



Using the soldering aide to install the square pins on the circuit board

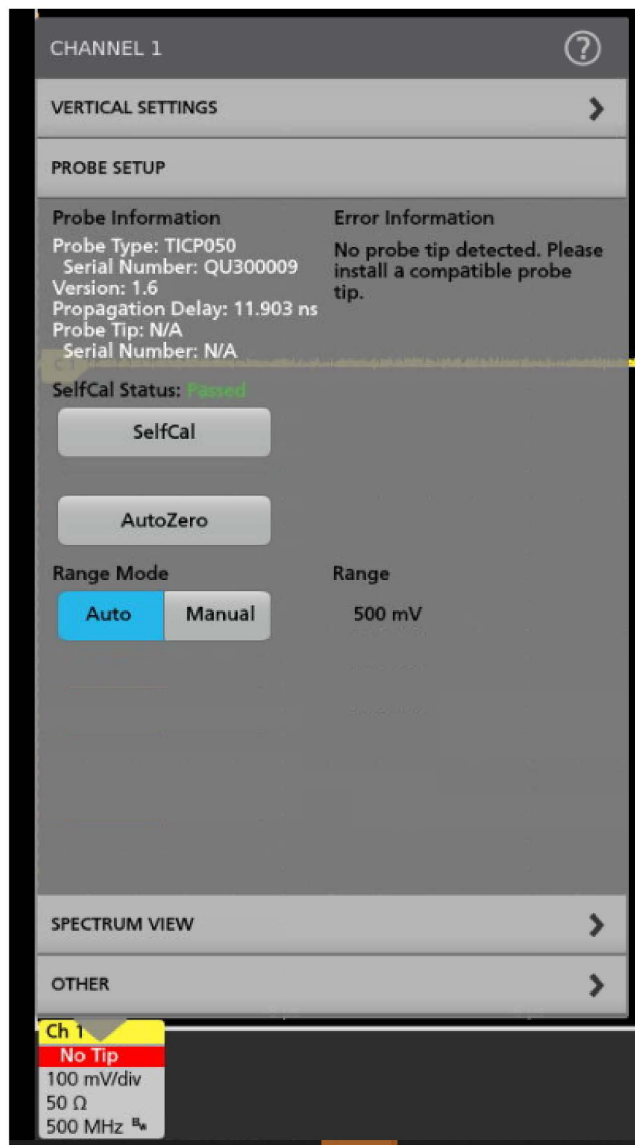
2. はんだ付け補助器具を用いてスクエア・ピンをつかんだまま、回路基板にスクエア・ピンをはんだ付けします。
3. 必要に応じて少量の接着剤を塗布すると、さらに回路基板への固定が強化されます。ただし、アダプタの電気接点を良好に保つために、塗布する接着剤の厚みを最小限に抑えてください。アダプタの設置図を参照してください。

Probe Setup（プローブ設定）メニュー

プローブ設定メニューを使用してプローブ情報を閲覧し、自己校正（SelfCal）を実行し、AutoZero を実行し、レンジ・モードを変更し、レンジを設定します。

オシロスコープ上でプローブ設定メニューにアクセスするには、設定バーで該当するアナログ・チャンネル・バッジをダブル・タップし、**Probe Setup（プローブ設定）**をタップします。

プローブ・チップを取り付けずにプローブをオシロスコープに接続すると、警告が表示されます。次の図では、チップに関する警告がある場合とない場合のメニューを示します。



自己校正

ゲイン確度と DC オフセットを修正する自己校正 (**SelfCal**) 機能です。これらのパラメータは、プローブが動作温度までウォームアップまでは変化し、温度が定常状態に達すると一定になります。

Probe Setup (プローブ設定) メニューで **SelfCal Status** (自己校正ステータス) を確認します。ステータスでは、自己校正が **Passed** (合格) したか、**Failed** (失敗) したか、自己校正の実行が **Recommended** (推奨) されるかが表示されます。

自己校正の状態をリモートで確認するには、`SELF CAL:STATE?` を使用します。PI コマンドを使用して、自己校正が **RECOMMENDED** (推奨)、**RUNNING** (実行中)、または **PASSED** (合格) のいずれかであるかどうかを判断できます。

周囲温度で 10 °C の変動があるとき、またはステータスが **Recommended** (推奨) であるときに自己校正を実行することを推奨します。自己校正を実行するには、以下の手順を踏みます：

1. プローブの接続先のチャンネルに対応するチャンネル・バッジをタップします。
2. チャンネル・メニューで、**Probe Setup** (プローブ設定) タブを展開します。
3. **SelfCal** (自己校正) ボタンをタップします。

自己校正をリモートで実行するには、`CH<x>:PROBE:SELF CAL EXECUTE` PI コマンドを使用します。接続チャンネルは "x" で指定します。

NOTE: 最良の結果を得るには、プローブが電源をオフにした DUT に接続されているときに自己校正を実行してください。

10 mV/div 以下の垂直軸スケールを使用しているとき、プローブの自己校正はプローブ・チップがまだ取り付けられ、プローブ・チップに信号が適用されていないときに実行してください。さらに、**TICPSMA** および **TICPMX1X** チップでは、自己校正の際プローブ・チップに代表ドライブ・インピーダンス (電源をオフにした DUT) を接続したままにすることを推奨します。

さらに高い垂直軸スケール、または具体的には、非常に低いインピーダンス (シャントレジスタが 5 Ω 以下) で駆動する **TICPSMA** や **TICPMX1X** を使用する場合、自己校正中に信号が確実に適用されていないようにするため、プローブ・ヘッドからチップを取り外すのに代替的なアプローチを取ることができます。

TICP シリーズプローブはウォーム・アップに 5 分要し、自己校正は 2 分未満で完了します。**SelfCal Status** (自己校正ステータス) が **Passed** (合格) または **Failed** (失敗) に変わります。

AutoZero

AutoZero と自己校正は、測定システムの異なる部分で動作します。自己校正は、プローブ内のパラメータを調整することで、測定を最適化します。**AutoZero** は、オシロスコープの機能であり、表示された波形の中心が正しくない場合に使用されます (たとえば、わずかな DC オフセット誤差がある場合など)。**AutoZero** は、自己校正後に自動的に実行されます。

AutoZero を動作させる前に、DUT の電源を落とす、または DUT とプローブの接続を解除することが重要です。

オート・レンジ

レンジ・モードはオートまたはマニュアルから選択できます。レンジ・モードを **Auto** (オート) に設定した場合、オシロスコープの V/div ノブを回すと、プローブのレンジが自動的に選択されます。プローブのレンジと V/div 設定の関係は、レンジおよび 4/5/6 シリーズ MSO 電圧/div 設定の表に示したものと一致します。

レンジ

測定システムでは、プローブでチップを使用するかどうかに関わらず、さまざまなレンジを選択し、使用できます。これにより、実行する測定のニーズに応じて、ノイズとダイナミック・レンジのどちらをより重視するのか、自由度の高い測定が行えます。

CAUTION: プローブの損傷を防ぐために、特定のチップまたはプローブ・ヘッドのピーク電圧定格を超えないようにしてください。プローブのレンジを変更しても、最大非破壊電圧の制限値（ピーク電圧）は増加しません。

4/5/6 シリーズ・オシロスコープでは、**Range Mode**（レンジ・モード）を **Manual**（マニュアル）に設定することで、レンジを選択できます。推奨される V/div の設定を下表に示します。プローブで **SMA** 入力と **1:1** チップを使用した場合のレンジを示しています。レンジと V/div の設定値にチップの減衰比を乗算することで、プローブ・チップの値が得られます。

レンジと 4/5/6 シリーズ MSO の V/div 設定

4/5/6 シリーズ MSO のプローブ・レンジ	V/div の推奨設定
20 mV	2 mV/div
30 mV	5 mV/div
45 mV	5 mV/div
65 mV	10 mV/div
90 mV	10 mV/div
125 mV	20 mV/div
175 mV	20 mV/div
250 mV	20 mV/div
350 mV	50 mV/div
500 mV	100 mV/div

チップを使用する場合、各プローブ・チップのラベルに、最大ダイナミック・レンジと減衰比が表記されています。より感度の高いレンジを選択すると、ダイナミック・レンジが制限されます。詳細は仕様表の線形差動入力電圧レンジを参照してください。

プローブ・チップの選択

CAUTION: 過電圧状態はプローブ・ヘッドの入力終端の破損や性能低下につながるため、正しいプローブ・チップを選択してください。過電圧状態によりプローブ・ヘッドの入力終端が低下または破損しないようにするには、プローブ・チップの減衰係数を正しく選択することが不可欠です。測定する信号に対し、できるだけ低い減衰を選択できるプローブ・チップを選択してください。

特定用途でプローブ・チップを選択する場合、以下の点を考慮してください。

- 測定するテスト・ポイント（障害状況下など）における最大 **RMS**／ピーク電圧は？
- 回路が耐え得る最小シングルエンド入力抵抗は？
- オシロスコープで一度に表示する信号の大きさは？
- 必要な感度（V/div の最小設定など）は？

次の表は、プローブ・チップの正しい選択に役立ちます。表を上から順に調べます。すべての条件を満たす最初のチップを選択します。

プローブ・チップの選択

プローブ・チップ	最高感度の V/div 設定	ダイナミック・レンジ	最大非破壊電圧 (DC + ピーク AC)	シングルエンド入力抵抗
TICPSMA	1 mV	±0.5 V	±3 V	50 Ω
TICPMM1/TICPMM1ET	1 mV	±0.5 V	±3 V	50 Ω
TICPMM10/ TICPMM10ET	10 mV	±5 V	±15 V	500 Ω
TICPMM100/ TICPMM100ET	100 mV	±50 V	±60 V	5,000 Ω

最大非破壊電圧については、最大差動入力電圧対周波数ディレーティングのグラフを参照してください。

Deskew（デスキュー）

各プローブには、公称伝搬遅延値が組み込まれており、オシロスコープの **Vertical**（垂直軸）メニューから自動的に適用されます。既知の信号とデスキュー・フィクスチャを使用することで、デスキューの確度を向上させることができます。波形間のタイミング関係が重要な場合は、必ず既知の機器を使用してテスト・システムをデスキューしてください。

入力オフセット

測定システムには調整可能な入力換算オフセット電圧があります。これにより、画面外の信号の一部を表示したり、より大きな差動電圧に重畳された細かい挙動まで詳細に調査したりできます。たとえば、0V～600 V ステップであれば、通常は±0.5 V の入力レンジを超えてしまいます。250 V のオフセットを適用すれば、600 mV ステップがプローブのダイナミック・レンジに組み込まれるため、正確な表示が可能になります。オフセットはプローブにより適用されます。

電圧範囲

プローブは、コモンモード電圧が存在する、幅広いレンジの差動電圧を持つ高周波回路の特性評価に最適な機能を備えています。優れた信号忠実度と測定確度を実現するには、このセクションで説明するそれぞれの電圧定格のリミットと差異について十分に理解しておく必要があります。

プローブは極めて高いコモン・モード電圧レンジ (1,000 V CATII) を持っていますが、差動入力レンジには制限があり、チップの減衰比、選択されたゲイン・レンジ、適用されたオフセットなどにより影響を受けます。

入力電圧の条件は、差動入力レンジの種類によって異なります。

コモンモード電圧範囲

プローブ・ヘッドは大地アースから絶縁されているため、コモン・モード入力電圧レンジは 1,000 V CATII 以上になります。差動入力レンジはより制限された値となり、コモンモード電圧の状態に関わらず、プローブ・チップ全体に適用可能な信号で表されます。

差動電圧範囲とは、IsoVu™ を使用したときにオシロスコープの画面に表示される実際の測定値を指します。正確な結果を得るためには、測定値がチップに適用されたオフセットの範囲内 ($\pm V_{\text{diff}}$) に収まっている必要があります。

$$V_{\text{meas}} = V_{\text{offset}} \pm V_{\text{diff}}$$

オフセット電圧レンジ

オフセット電圧は、オシロスコープの **Vertical** (垂直軸) メニュー設定で適用することができます。プローブの入力オフセット機能は、 $\pm 0.5 \text{ V}$ ~ $\pm 50 \text{ V}$ という広い範囲をカバーしています (使用するチップにより異なる)。このオフセットはプローブ・ヘッドで適用され、適用された信号をプローブのダイナミック・レンジ (V_{diff}) 内に収めるのに役立ちます。

最大非破壊差動電圧レンジ

最大非破壊差動入力レンジは、プローブを損傷させることなく入力に適用可能な最大差動電圧を指します。これは DC + ピーク AC の定格で表されます (差動入力信号のどの部分についてもこの値を超過してはなりません)。最大非破壊差動電圧は、使用されるプローブ・チップによって異なり、 $\pm 3 \text{ V}$ ~ $\pm 60 \text{ V}$ まで変動します。これらのレベルを超えると、プローブ・ヘッドのコンポーネントに恒久的な損傷を与える可能性があります。

仕様

このセクションには、機器の仕様に関する情報が記載されます。すべての仕様は、特に保証されていると明記がない限り、代表値です。代表値はお客様の便宜のために記載されているものであり、その性能を補償するものではありません。✓ シンボルがマークされた仕様は、保証され性能検査でチェックされたものです。

すべての仕様は、特に断りのないかぎり代表値であり、すべての機種に適用されます。

仕様どおりの性能を発揮させるには、次の条件を満たす必要があります：

- 機器は、このマニュアルに示されている環境制限内で動作させる必要があります。
- 機器は、指定された動作温度範囲内であらかじめ 5 分間以上連続して動作させておく必要があります。
- 測定システムが TekVPI 対応オシロスコープから給電されていること。

保証仕様とは、許容限界内または一定のタイプ・テストされた要件で保証される性能です。

プローブとチップの概要

TICP プローブ・シリーズの概要

性能	TICP100	TICP050	TICP025
周波数帯域	1 GHz	500 MHz	250 MHz
立上り時間	400 ps	700 ps	1.4 ns
DC ゲイン確度	±1.5%		
最大コモン・モード電圧	1800 V; For use in a Pollution Degree 1 environment; Max with transient level not to exceed 5kV _{pk}		
	1300 V; Pollution degree 2; Max with transient level not to exceed 5kV _{pk}		
	600 V for CAT III; Pollution degree 2		
	1000 V for CAT II; Pollution degree 2		
RMS 雑音スペクトル密度	4.70 nV / √Hz (20 MHz で <21 μV _{RMS})		
プローブ・ケーブル長	2 m		

TICS ワイドバンド・シャントの概要

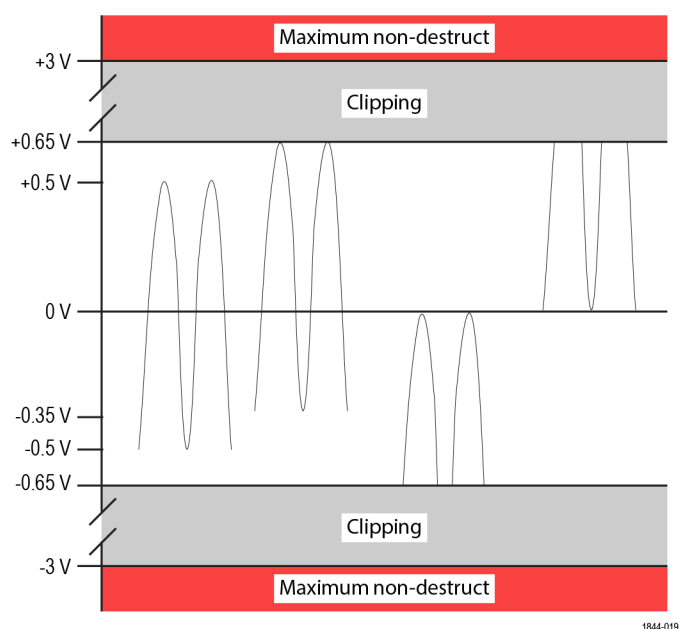
性能	TICS0005	TICS0050	TICS0500	TICS5000
抵抗	5 mΩ	50 mΩ	500 mΩ	5 Ω
周波数帯域	200 MHz	250 MHz	250 MHz	250 MHz
立上り時間	1.2 ns	1.2 ns	1.2 ns	1.3 ns

性能	TICS0005	TICS0050	TICS0500	TICS5000
最大パルス電流（電流パルス幅に応じて低下。パルス電流曲線図を参照）	200 A	20 A	2 A	200 mA
全帯域でのノイズ・フロア（A RMS）	13 mA	1.5 mA	150 μ A	15 μ A
DC ゲイン確度	2%未満			
挿入インダクタンス	スクエア・ピンおよび TICS の場合は 6 nH～7 nH			
	スクエア・ピンおよびジャンパ単体の場合は 2 nH～3 nH			
温度係数（Tcr）	100 ppm/°C			
電源定格	1 W 連続			
Twin-ax ケーブル長さ	236 mm			
シャント寸法	16 mm x 9 mm x 33 mm			
DUT の入力接続部	スクエア・ピン（100 mil 間隔）			

入力電圧範囲、入力インピーダンス

差動入力電圧範囲+ オフセット範囲は計測可能最大入力電圧を超えません。たとえば、TICPSMA の ± 0.5 V 範囲ではオフセットは ± 0.15 V に制限されます。

プローブ・チップ	差動入力電圧範囲	オフセット・レンジ	測定可能な最大入力電圧 (V _{pk})	最大非破壊差動電圧	入力インピーダンス
TICPSMA	± 0.5 V	± 0.5 V	0.65 V	± 3 V ; 3 V _{RMS}	50 Ω N.A.
TICPMM1/ TICPMM1ET	± 0.5 V	± 0.5 V	0.65 V	± 3 V ; 3 V _{RMS}	50 Ω N.A.
TICPMM10/ TICPMM10ET	± 5 V	± 5 V	6.5 V	± 15 V ; 15 V _{RMS}	500 Ω <3 pF
TICPMM100/ TICP100MMET	± 50 V	± 50 V	50 V	± 60 V ; 60 V _{RMS}	5,000 Ω <3 pF
完全な ± 0.5 V オフセットは TICP シリーズ・プローブの ± 0.125 V 範囲で利用可能です。					



1844-019

Differential input voltage range

ノイズ・フロア (A RMS)

$$\text{Noise Floor (A RMS)} = \frac{4.70 \frac{nV}{\sqrt{Hz}} \times \sqrt{Bandwidth}}{R_{shunt}}$$

TICP シリーズ・プローブ・ノイズ・フロア (A RMS)

シャントの選択	20 MHz	250 MHz	1 GHz
50 Ω TICP、シャントとして	420 nA	1.5 μA	3.0 μA
5 Ω シャント	4.2 μA	14.9 μA	29.7 μA
1 Ω シャント	21 μA	74.3 μA	149 μA
500 mΩ シャント	42 μA	149 μA	297 μA
50 mΩ シャント	420 μA	1.5 mA	3.0 mA
5 mΩ シャント	4.2 mA	14.9 mA	29.7 mA
500 μΩ シャント	42 mA	149 mA	297 mA
50 μΩ シャント	420 mA	1.5 A	3.0 A
15 μΩ シャント	1.4 A	5.0 A	9.9 A

ワイドバンド・シャント・ノイズ・フロア (A RMS)

シャントの選択	20 MHz	200 MHz	250 MHz
5 Ω (TICS5000)	4.2 μA	13 μA	15 μA
500 mΩ (TICS0500)	42 μA	130 μA	150 μA
50 mΩ (TICS0050)	420 μA	1.3 mA	1.5 mA
5 mΩ (TICS0005)	4.2 mA	13 mA	-

ワイドバンド・シャント・ノイズ・フロアは、TICP 入力範囲、帯域幅、およびシャント値によって異なります。±20 mV の範囲内の TICP を用いて計算された数値。

最大測定可能電流

最大値はシャントの電源定格に依存します。

$$\text{Maximum Measurable Current (A)} = \frac{\text{Maximum Measurable Input } V_{pk}}{R_{shunt}}$$

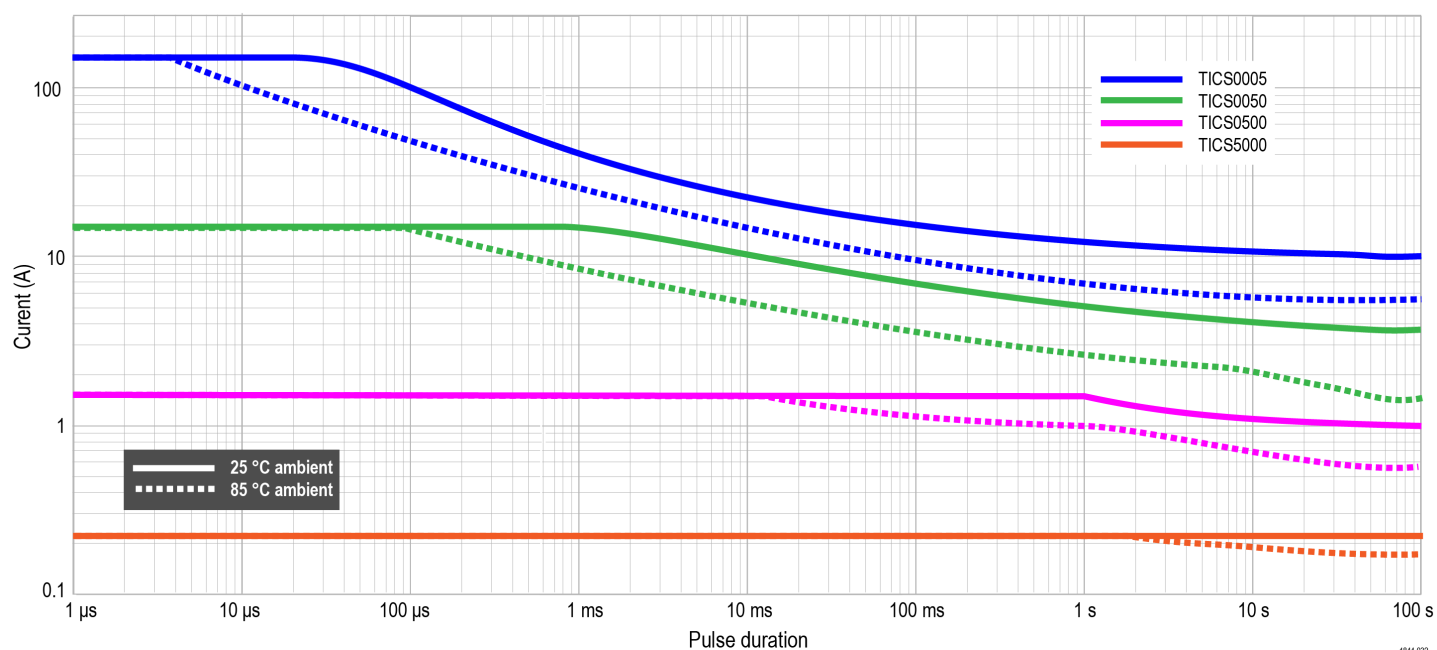
TICP シリーズ・プローブ最大測定可能電流

シャントの選択	TICPMM1	TICPSMA	TICPMM10	TICPMM100
50 Ω TICP、シャントとして	13 mA		-	-
5 Ω シャント	130 mA		1.3 A	10 A
1 Ω シャント	650 mA		6.5 A	50 A
500 mΩ シャント	1.3 A		13 A	100 A
50 mΩ シャント	13 A		130 A	1.0 kA
5 mΩ シャント	130 A		1.3 kA	10 kA
500 μΩ シャント	1.3 kA		13 kA	100 kA
50 μΩ シャント	13 kA		130 kA	1,000 kA
15 μΩ シャント	43.3 kA		433.3 kA	3,300 kA

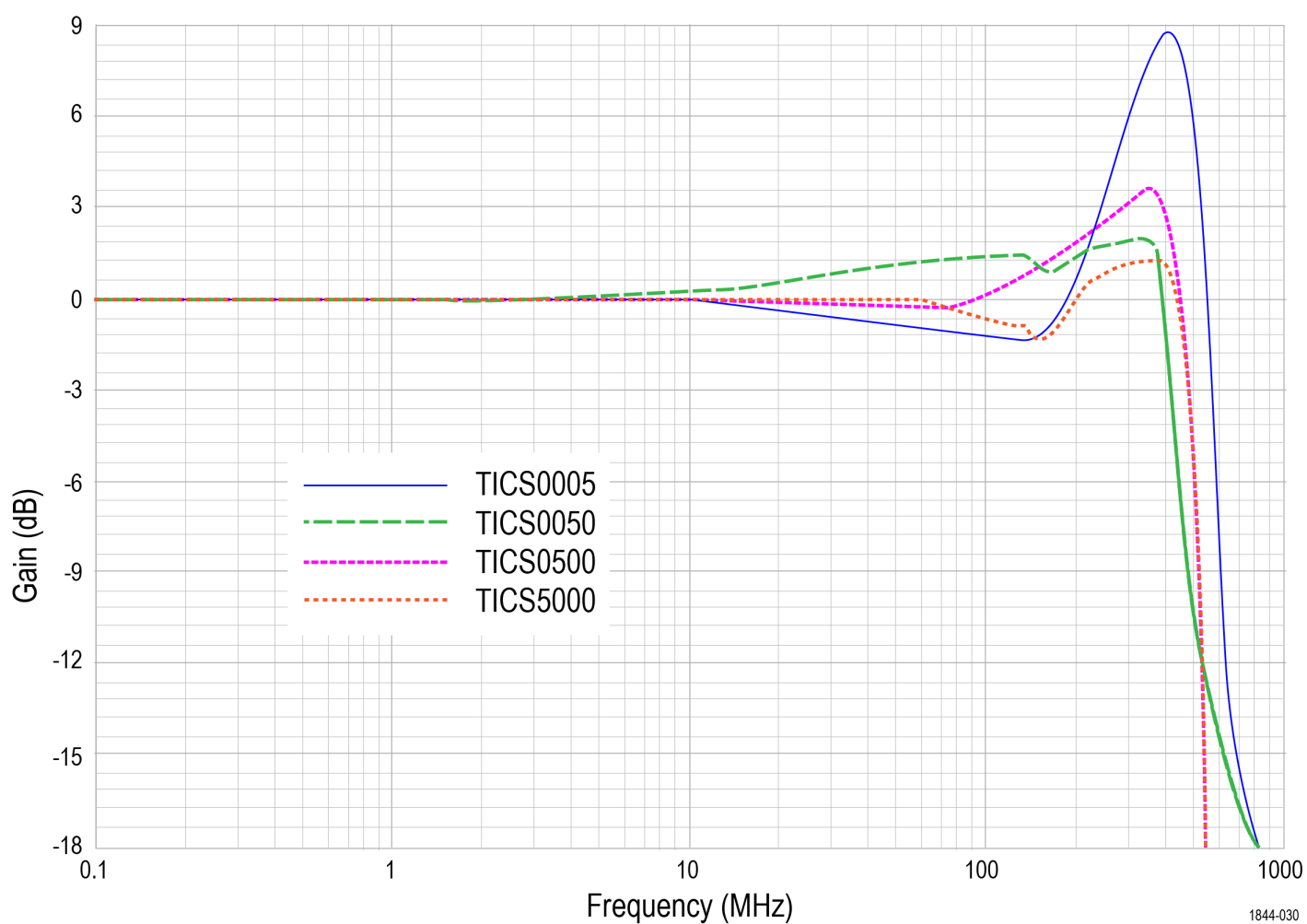
ワイドバンド・シャントの最大測定可能電流

シャントの選択	20 μs	1 ms	100 ms	1 s	100 s
5 Ω (TICS5000)	0.2 A	0.2 A	0.2 A	0.2 A	0.2 A
500 mΩ (TICS0500)	2 A	2 A	2 A	2 A	1.4 A
50 mΩ (TICS0050)	20 A	19 A	8.8 A	6.4 A	4.5 A
5 mΩ (TICS0005)	200 A	70 A	28 A	20 A	14 A

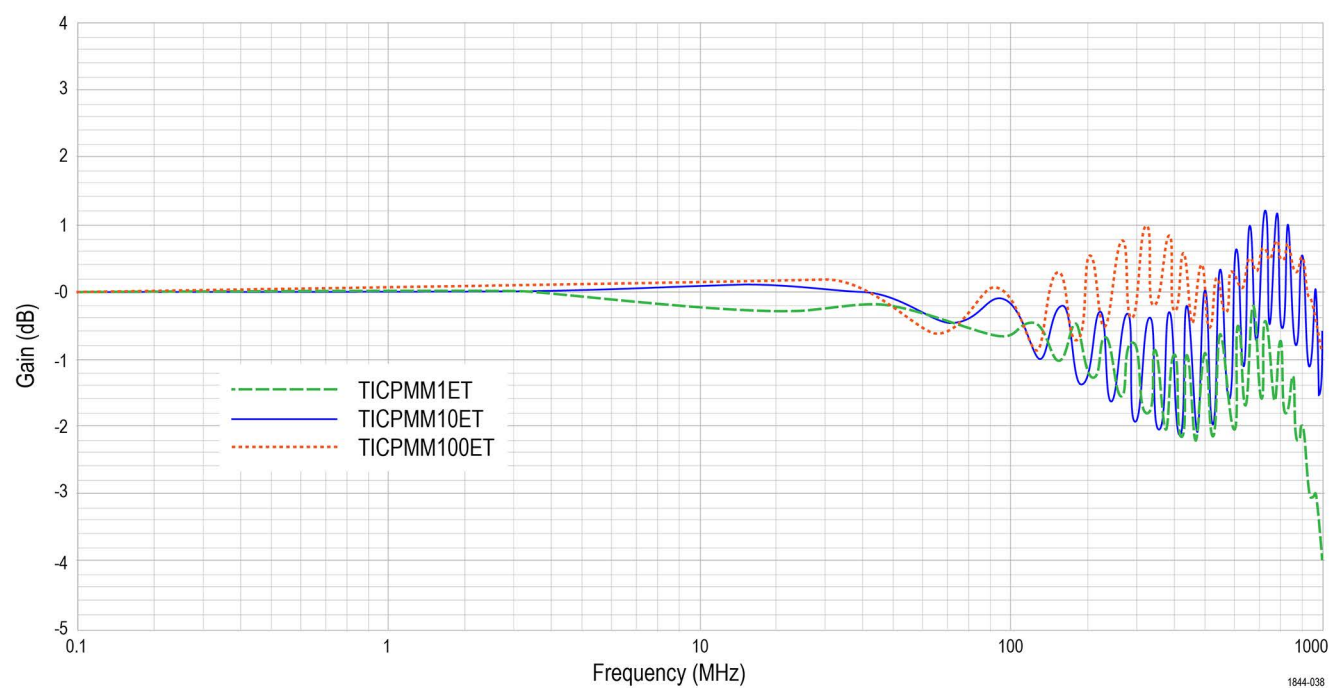
電流パルス幅に応じて低下。パルス電流曲線図を参照。ランプ・パルス（ダブル・パルス試験など）は、同じピーク電流において、方形波時間の 3 倍の長さで動作する場合があります。



Wideband shunts pulse current curve



Wideband shunts frequency response

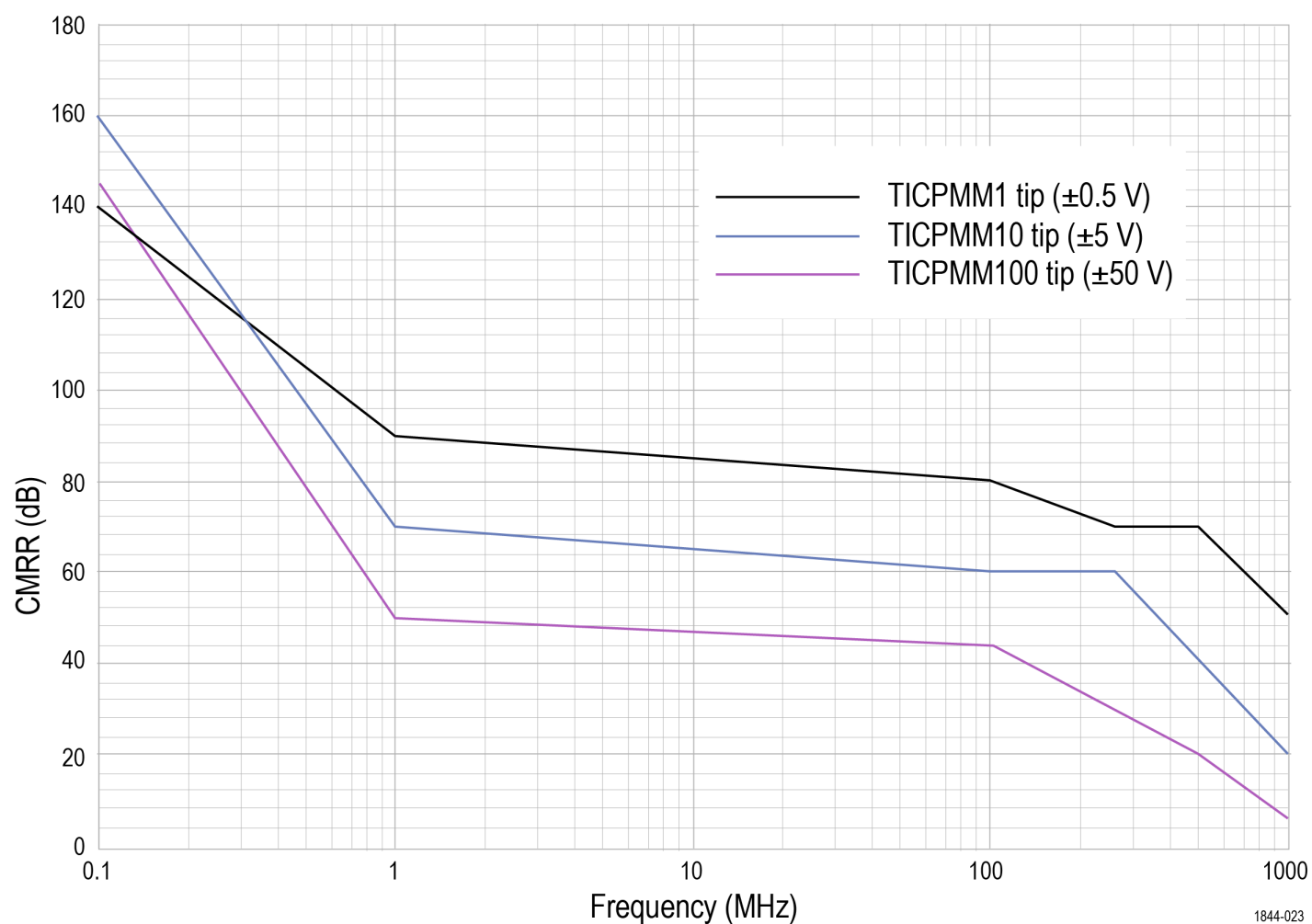


Extreme temperature tip frequency response

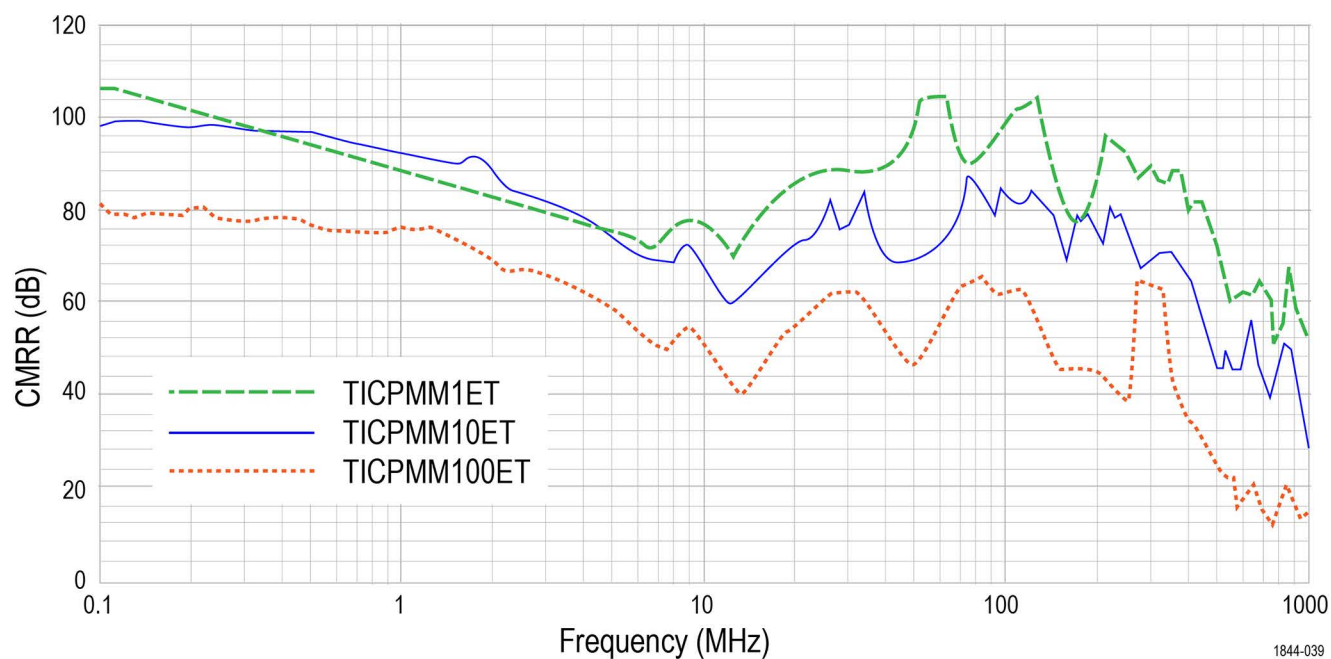
プローブ範囲

TICPSMA と TICPMM1 チップの数値を示します。10X または 100X チップに関しては、それぞれ 10 または 100 を乗じてください。

入力レンジ	オフセット・レンジ	RMS 雑音スペクトル密度 (V_{RMS})	20 MHz でのノイズ・フロア (V_{RMS})
± 0.5 V	± 0.15 V	22.9 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$	102.5 μV_{RMS}
± 0.35 V	± 0.30 V	17.4 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$	77.8 μV_{RMS}
± 0.25 V	± 0.40 V	15.0 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$	67.2 μV_{RMS}
± 0.175 V	± 0.475 V	9.5 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$	42.4 μV_{RMS}
± 0.125 V	± 0.5 V	8.7 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$	38.9 μV_{RMS}
± 0.09 V	± 0.5 V	6.3 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$	28.3 μV_{RMS}
± 0.065 V	± 0.5 V	5.5 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$	24.7 μV_{RMS}
± 0.045 V	± 0.5 V	4.7 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$	21.2 μV_{RMS}
± 0.03 V	± 0.5 V	4.7 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$	21.2 μV_{RMS}
± 0.02 V	± 0.5 V	4.7 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$	21.2 μV_{RMS}



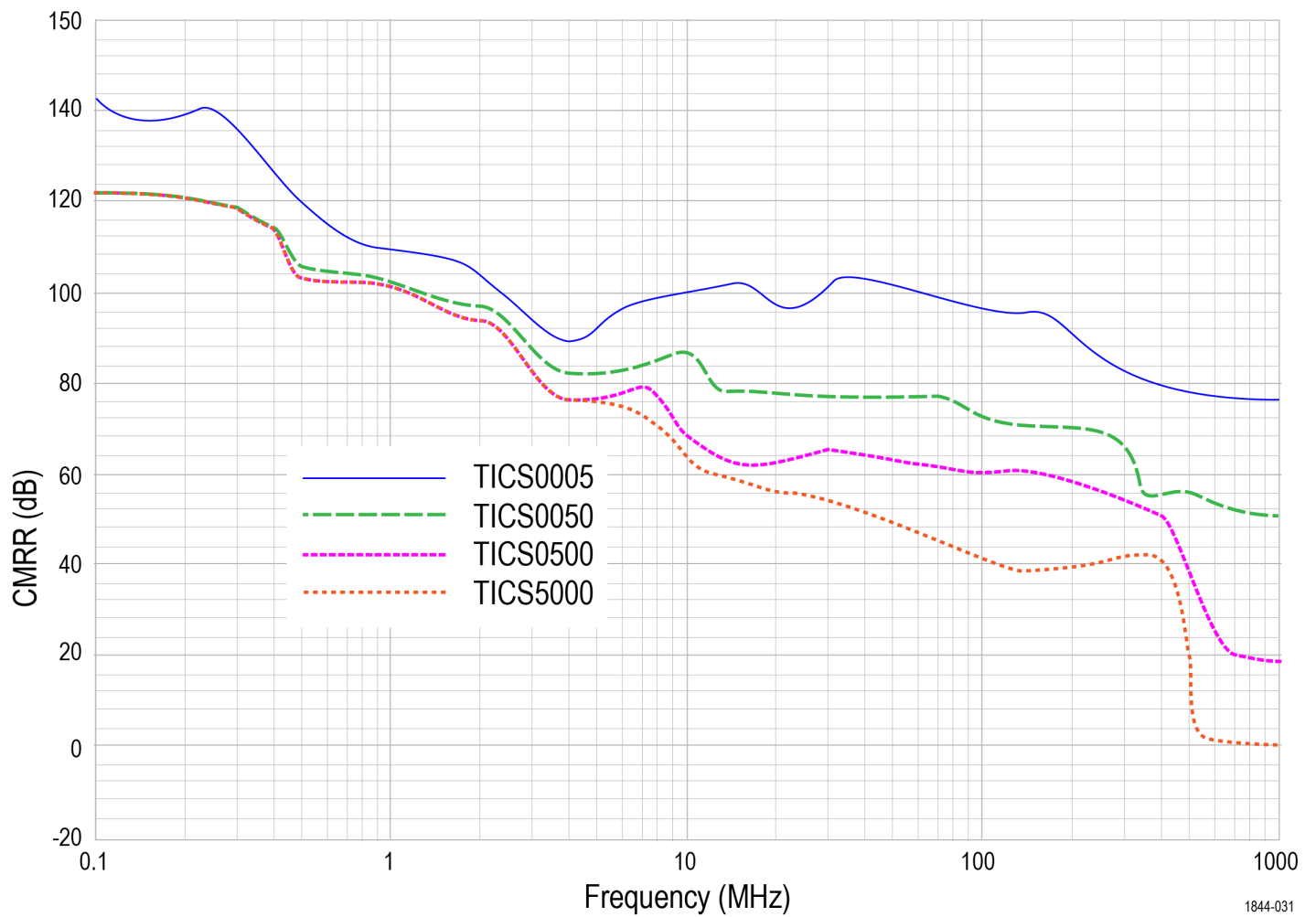
The IsoVu isolated current probes common mode rejection ratio (CMRR)



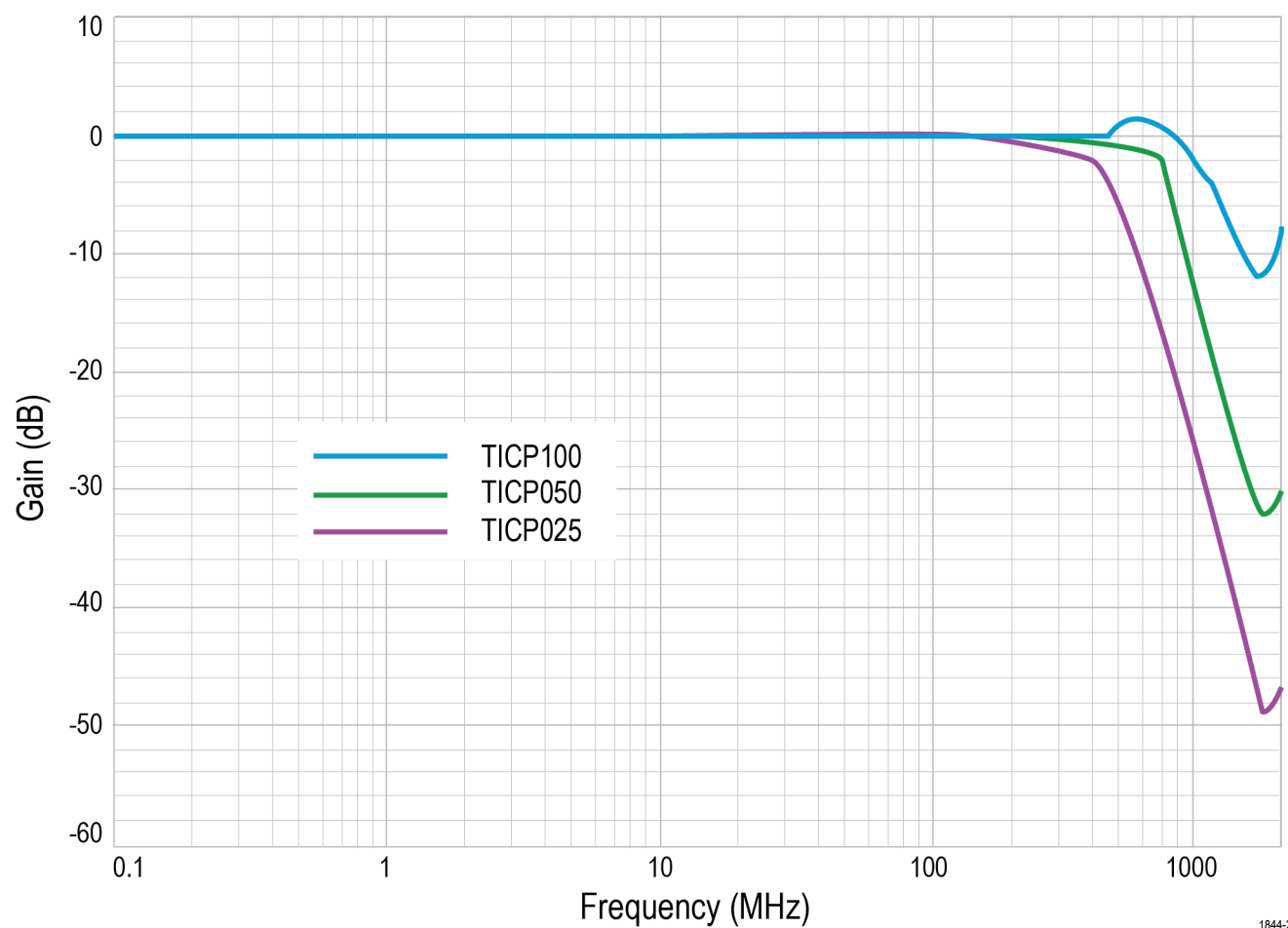
Extreme temperature CMRR

ワイドバンド・シャント CMRR

センサ・チップ・ケーブル	DC	1 MHz	100 MHz	250 MHz	500 MHz	1 GHz
5 Ω (TICS5000)	110 dB	89 dB	41 dB	41 dB	43 dB	12 dB
500 m Ω (TICS0500)	111 dB	89 dB	56 dB	56 dB	57 dB	32 dB
50 m Ω (TICS0050)	110 dB	90 dB	71 dB	71 dB	62 dB	50 dB
5 m Ω (TICS0005)	127 dB	99 dB	99 dB	99 dB	84 dB	70 dB

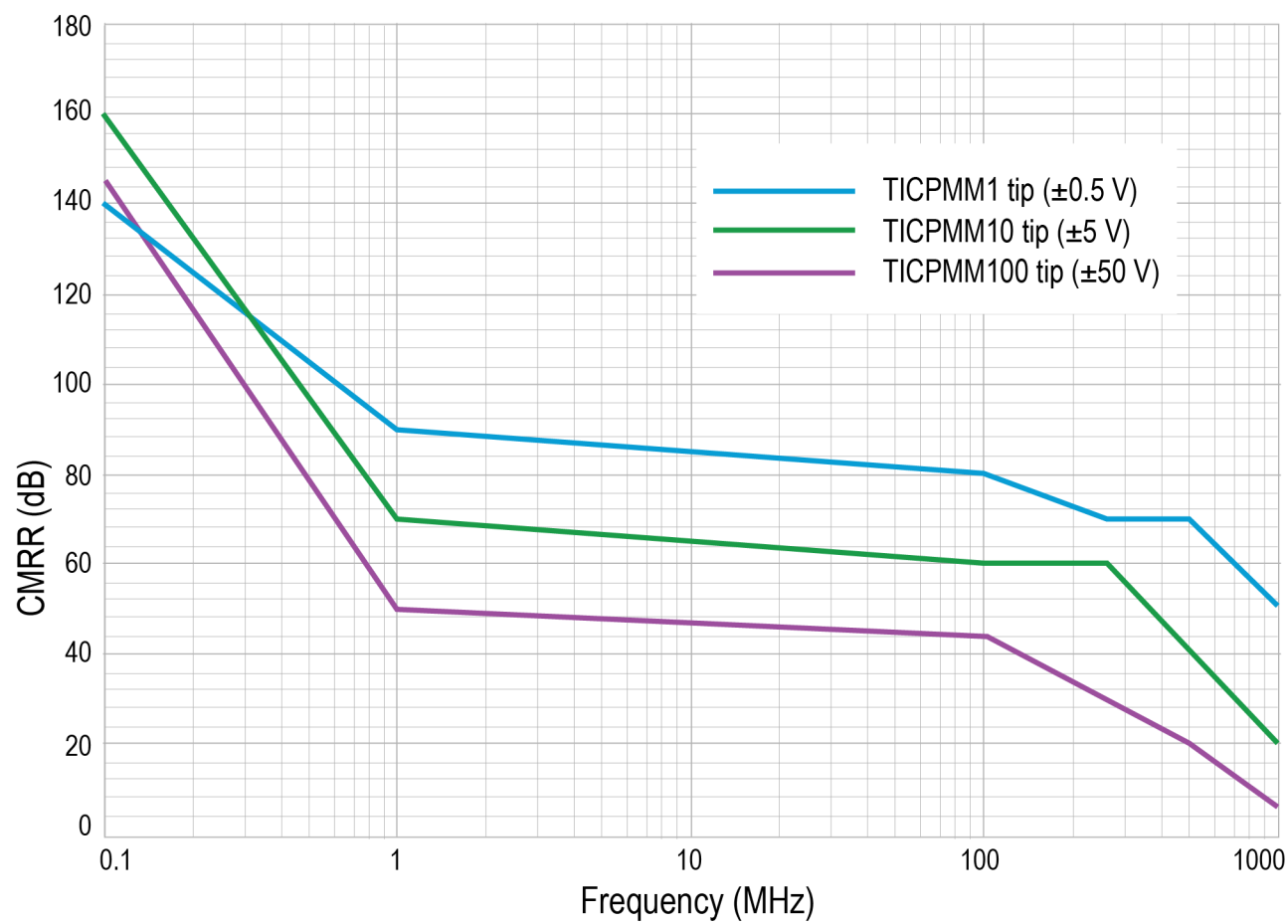


1844-031



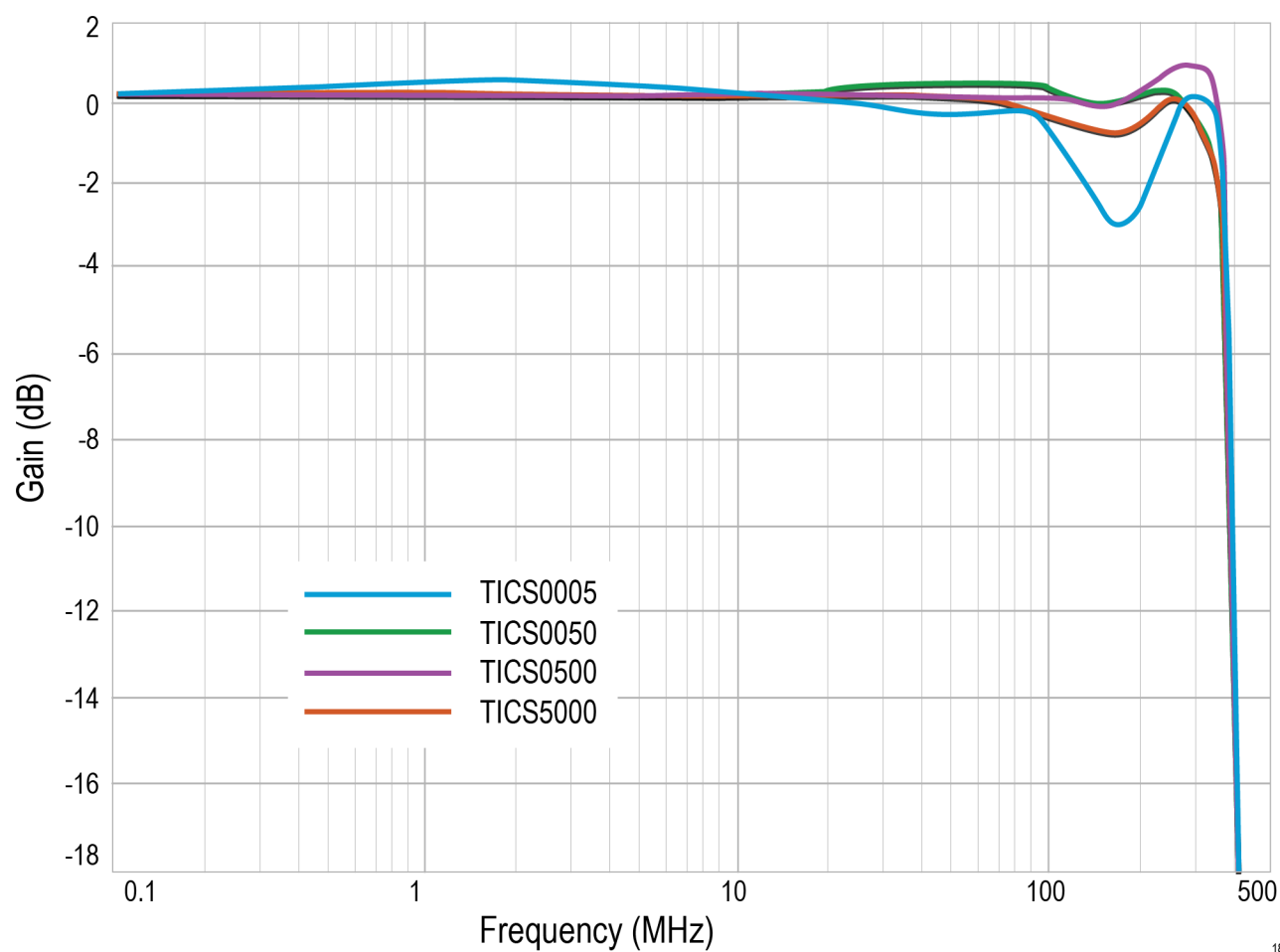
1844-22

IsoVu isolated current probes frequency response



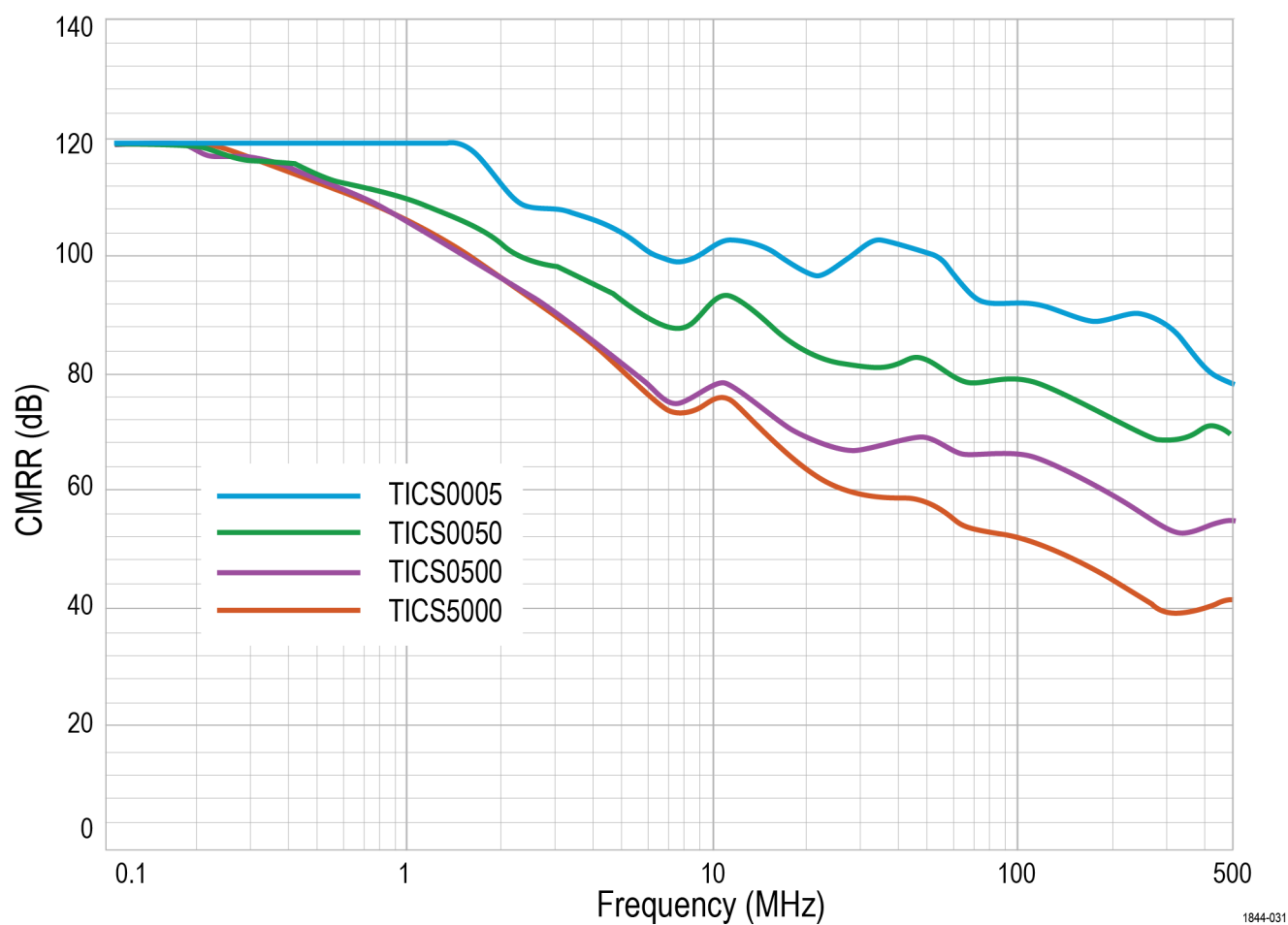
1844-023

IsoVu isolated current probes common mode rejection ratio (CMRR)

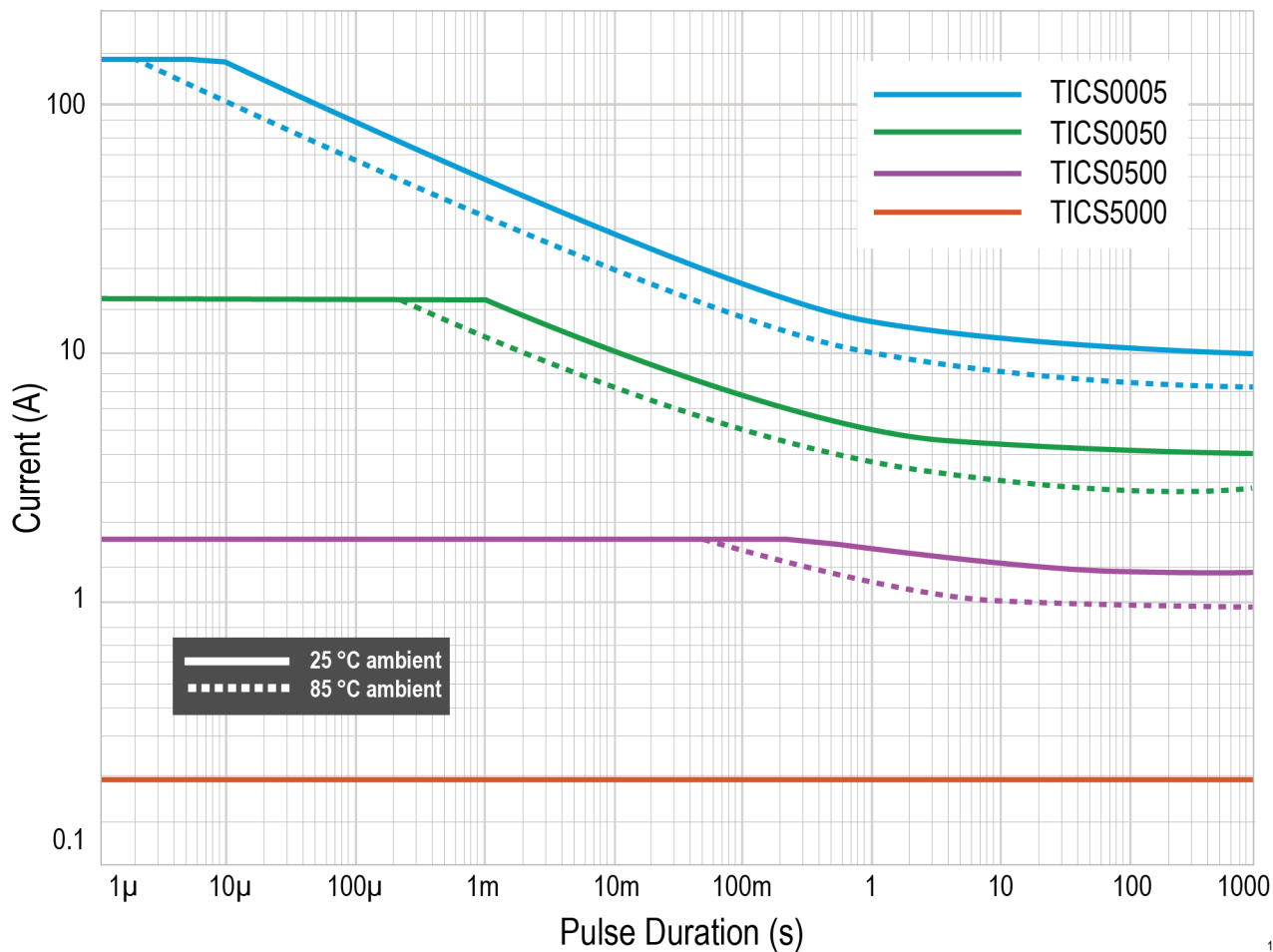


1844-030

Wideband shunts frequency response



Wideband shunts CMRR



1844-032

Wideband shunts square-wave pulse current derating curve

Pulse Width durations are based on a Square Wave input. For Triangle Wave input (as in Double Pulse Test), the Maximum Pulse Width can be multiplied by 3.5. For example, for a double-pulse test that peaks at 20 A, the 50 mΩ TICS can withstand a 3.5 ms ramp. A 20 A square wave impulse could only be held for 1 ms.

Wideband shunts pulse current derating calculations

Calculate max current for a square current pulse of width t using the following equation:

$$I_{max} = \min \left(\sqrt{\frac{P_{max}}{R_{shunt}}}, \frac{1V}{R_{shunt}} \right)$$

For an isolated pulse or ramp (effectively zero duty cycle):

$$P_{max} = P_d + \frac{C}{\sqrt{t}}$$

For repetitive operation with duty cycle $0 < D \leq 1$, P_{max} is further reduced according to the duty-cycle derating expression below:

$$P_{max} = \frac{P_d}{P_d + D \cdot \frac{C}{\sqrt{t}}} \cdot \left(P_d + \frac{C}{\sqrt{t}} \right)$$

The coefficients P_d and C are tabulated by ambient temperature and shunt model; refer to the following table for values.

Shunt	25°C		85°C	
	C	P_d	C	P_d
5 mΩ	0.6	0.69	0.31	0.36
50 mΩ	0.6	1.0	0.31	0.52
500 mΩ	0.6	1.0	0.31	0.52
5 Ω	0.6	1.0	0.31	0.52

Example

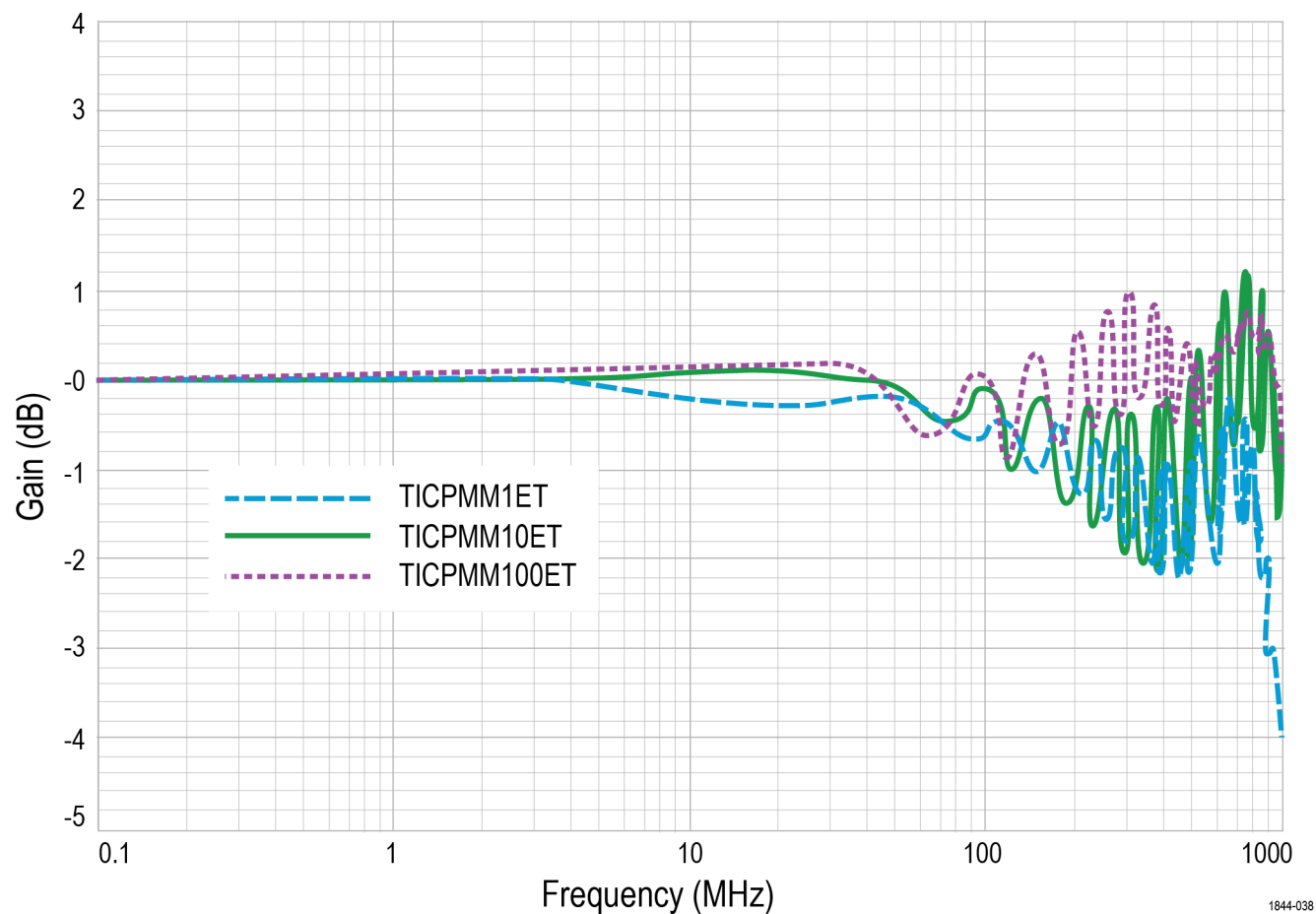
A pulse train double pulse test with 5 pulses starts at 0 A and ramps over a period of 100 μs. Though there are short OFF periods between the pulses, it is more conservative to calculate the pulse width assuming that those periods do not exist and model the ramp as a continuous signal. In addition, because the double pulse test is a ramp waveform, the 3.5X scaling factor is applied to t .

$$R_{shunt} = 5 \text{ m}\Omega, t = \frac{100 \mu s}{3.5} = 28.6 \mu s, P_d = 0.69, C = 0.6$$

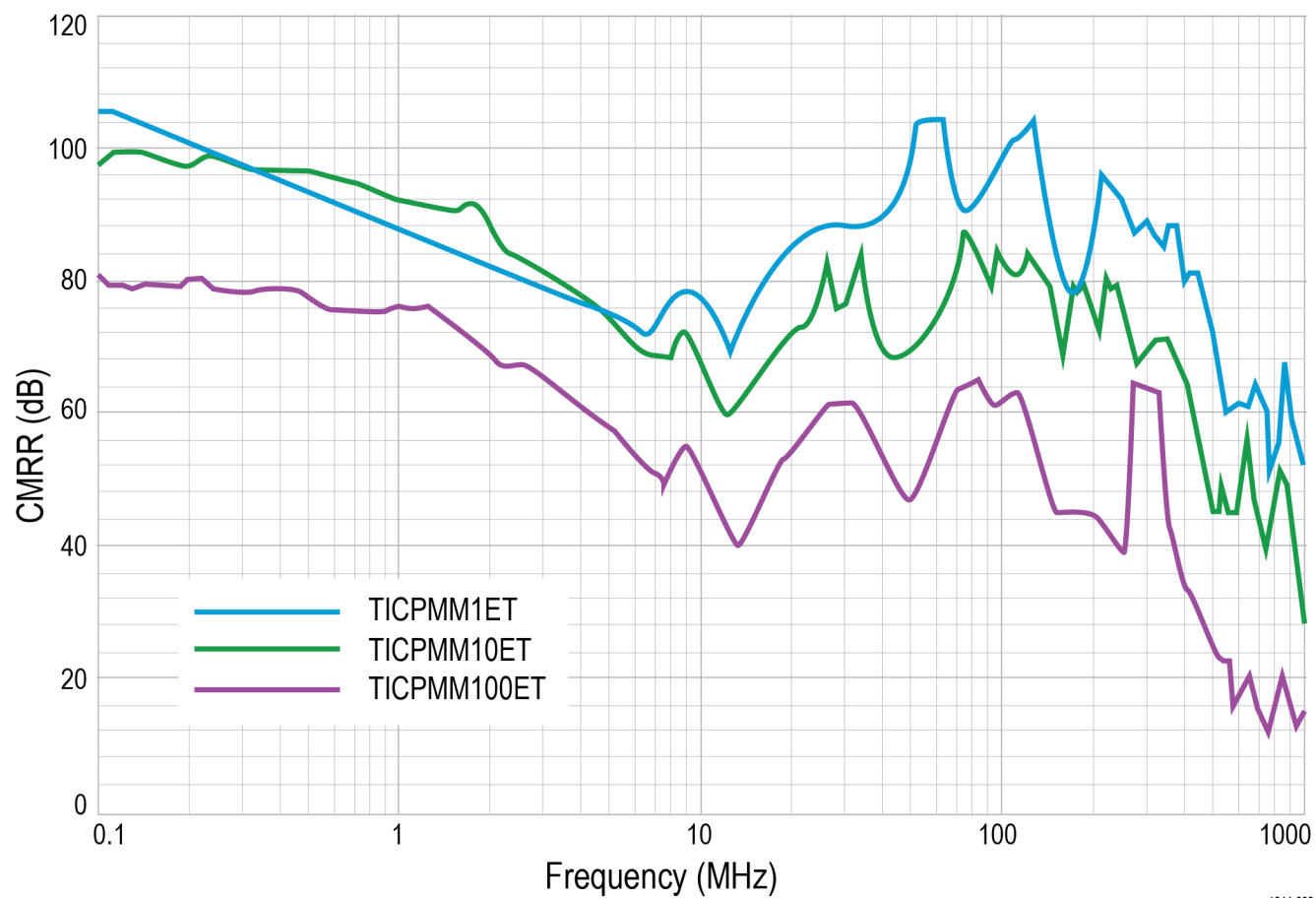
$$P_{max} = P_d + \frac{C}{\sqrt{t}} = 0.69 + \frac{0.6}{\sqrt{28.6 \cdot 10^{-6}}} = 113 \text{ W}$$

$$I_{max} = \sqrt{\frac{P_{max}}{R_{shunt}}} = \sqrt{\frac{113 \text{ W}}{5 \cdot 10^{-3} \Omega}} = 150 \text{ A}$$

The calculation above shows the 5 mΩ TICS0005 will survive a 150 A ramp that lasts less than 100 μs.



Extreme temperature tip frequency response



Extreme temperature tip CMRR

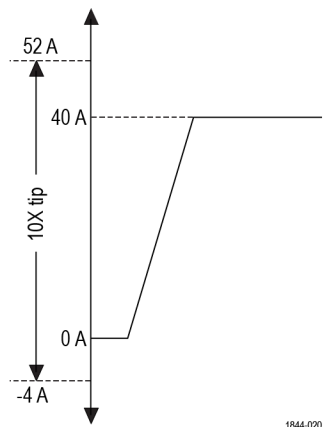
使用例

ワイド・バンドギャップ (WBG) および PMIC パワー・インテグリティのアプリケーション例。

WBG の例 (800 V、40 A 代表値、0.125 Ω シャント)

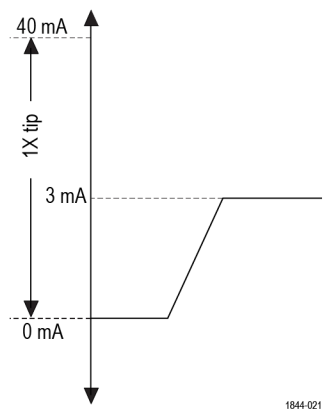
40 A で切り替わる 800 V SiC 回路では、125 m Ω シャントが 5 V の信号を生成します。これを測定するには、TICP 10X チップを使用しなければなりません。 ± 3.5 V の範囲で、24 A のオフセットを適用します。

計測可能な電流範囲は 52 A から -4 A です。この設定では、RMS ノイズ・フロア（帯域幅は 250 MHz）は 2.2 mA RMS です。



PMIC パワー・インテグリティ (48 V、3 mA 代表値、1 Ω シャント)

48 V PMIC バスでは、3 mA の待機電流が 1 Ω シャントで 3 mV 信号を生成します。1X チップを最も感度の高い ± 20 mV の範囲で使用し、オフセットを適用して 3 mA 電流を観測し、21.2 μ A の RMS ノイズ・フロアで 0 A ~ 40 mA のトランジェントを取り込みます。



電気仕様

アナログ帯域

プローブ・チップ	周波数帯域
TICPSMA	> 1 GHz
TICPMM1	> 1 GHz
TICMM10	> 1 GHz
TICPMM100	> 1 GHz
TICPMM1ET	> 700 MHz
TICPMM10ET	> 700 MHz
TICPMM100ET	> 700 MHz

リニアリティ

最良線からの偏差はピーク FS の $\pm 2\%$ 未満です。

保証値ダイナミック・レンジのパーセンテージとして示された線形回帰からの最大偏差です。

入力インピーダンス

プローブ・チップ	入力抵抗	入力容量
TICPMM1/TICPMM1ET	50 $\sim$ 0.5%、49.75 $\sim$ 50.25	
TICMM10/TICPMM10ET	500 $\pm 2\%$ 、490 $\sim$ 510	< 3 pF
TICPMM100/TICPMM100ET	5,000 $\pm 2\%$ 、4,900 $\sim$ 5,100	< 3 pF

絶縁ガード線形インピーダンス（大地アースへ）

> 120 M Ω 、17 pF 未満

オフセット・ゲイン確度

$\pm 0.5\%$

オフセット・リニアリティ

$\pm 0.1\%$

動作入力電圧範囲

± 0.65 V 最大差動

入力カップリング

DC

DC バランス

< 0.1 divs

動作不規則振動

0.31 GRMS、5-500 Hz、各軸に 10 分間、3 軸（計 30 分）

規制適合性

EMC

欧州 EMC 指令に準拠（CE マーク）

安全性

欧州低電圧指令に準拠（CE マーク）

ANSI/UL61010-1 に準拠（CSA マーク）

ANSI/UL61010-2-030 に準拠（CSA マーク）

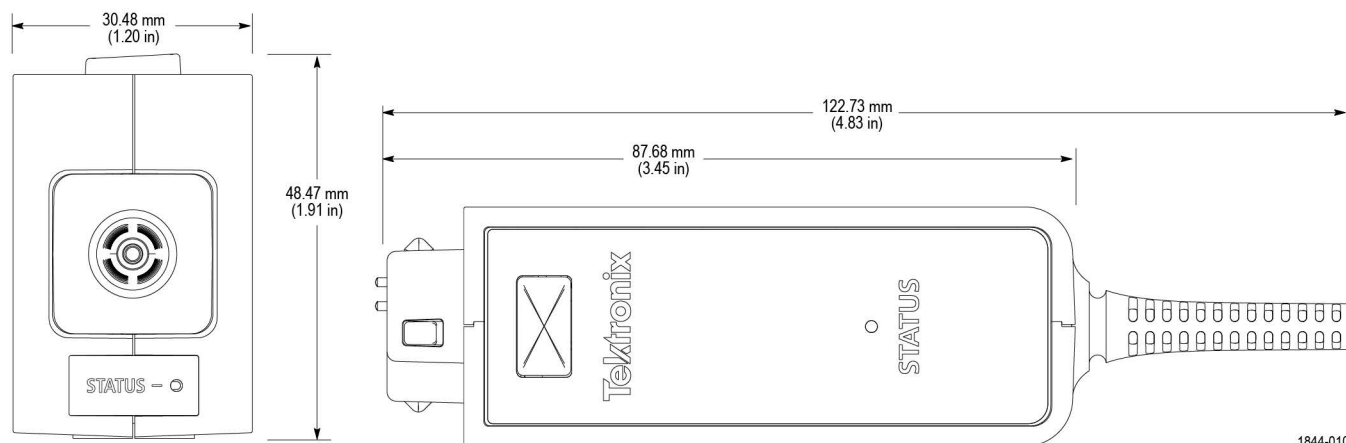
CAN/CSA C22.2 No. 61010-1 に準拠（CSA マーク）

CAN/CSA C22.2 No.61010-2-030 に準拠（CSA マーク）

RoHS

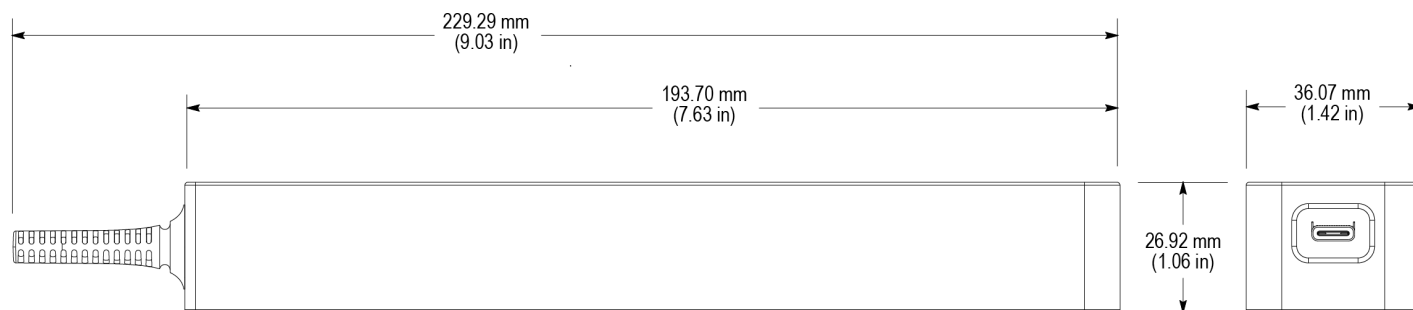
欧州有害物質規制に準拠（CE マーク）

プローブの寸法



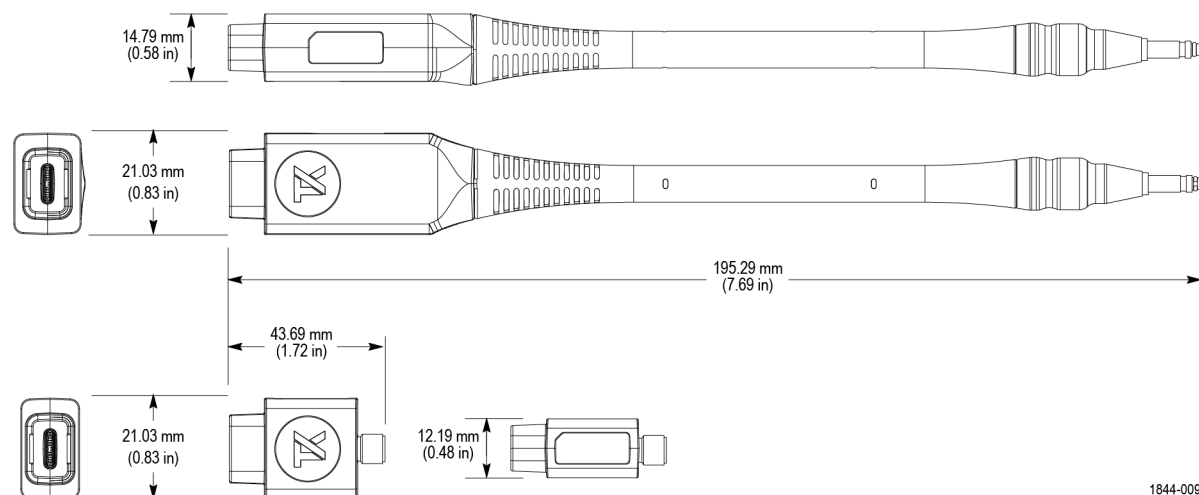
1844-010

Compensation box



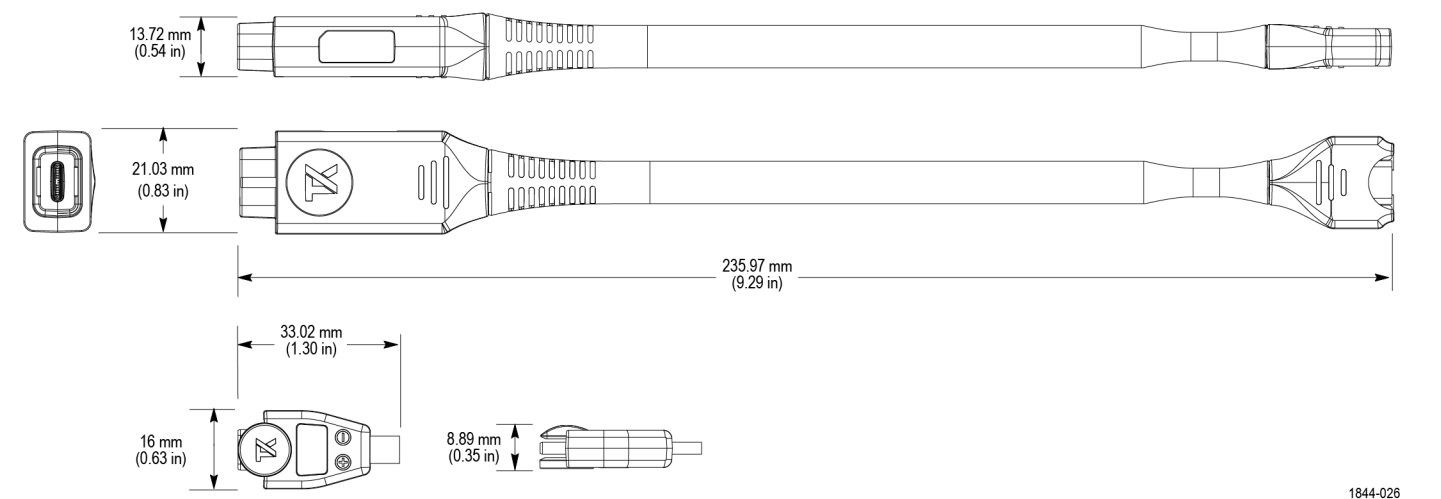
1844-008

Probe head

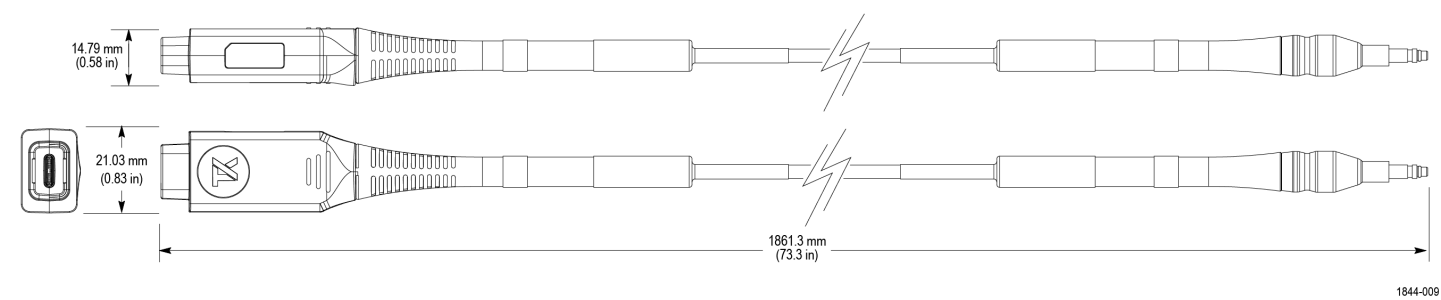


1844-009

Probe tips



Wideband shunts and Twin-ax cable



Extreme temperature tips

性能検査手順

IsoVu 測定システムの性能を検証するには、次の手順を実行します。次の手順を開始する前に、検査記録を印刷し、その用紙を性能試験結果の記録に使用してください。

必要な機器

性能検査手順を実行するために必要な機器を次の表に記します。

説明	最低限の必要条件	製品の一例
TekVPI インタフェースを備えた対応オシロスコープ	50 Ω 入力対応、TekVPI インタフェース完全対応	テクトロニクス 5 シリーズ B MSO
DC 電圧源	3 mV~4 V、確度 $\pm 0.1\%$	Fluke 9500C オシロスコープ・キャリブレータ (Fluke 9540 アクティブ・ヘッド付き)
SMA (Ma) 短絡コネクタ・キャップ (オプション)	内部短絡、銅メッキ接点	Fairview Microwave SC2135
デジタル・マルチメータ (DMM)	確度 0.1%以上	Tektronix DMM6500
高確度ターミネーション・テスト・フィクスチャ		テクトロニクス部品番号 : 067-3281-XX
TekVPI 校正性能検査装置		テクトロニクス部品番号 : 067-1701-XX

システム RMS ノイズ

この手順により、TIVP シリーズ・プローブが正常に機能していることと、ノイズの保証仕様が満たされていることを確認します。ノイズは、最も感度の高い範囲で入力信号がない状態で測定されます。

開始する前に

1. TekVPI オシロスコープの電源を投入します。
2. TICP プローブをオシロスコープのチャンネル 1 に接続し、TICP プローブ・チップを取り外します (取り付けられている場合)。
3. 室温 (約 20 $^{\circ}\text{C}$ (68 $^{\circ}\text{F}$)) でテスト機器を 30 分間ウォーム・アップします。

手順

この手順は、すべてのバージョンの TICP シリーズ・プローブで有効です。

1. **File (ファイル) > Default Setup (デフォルト設定)** の順にタップします。
2. **Signal Path Compensation (信号パス補正)** を実行します (**Utility > Calibration...** (ユーティリティ > 機器校正で推奨されている場合))。
3. [自己校正](#) (on page 41)を実行します。
4. TICPSMA プローブ・チップを TICP プローブに接続します。
5. SMA ショート・コネクタ・キャップを TICPSMA に接続します。 .

6. TICP チャンネルを有効にし、以下の **Vertical**（垂直軸）メニュー設定を使用します。
 - a. **Vertical Scale**（垂直軸スケール）：**1mV/div**
7. 以下のように **Trigger**（トリガ）メニューの設定を編集します。
 - a. タイプ：**エッジ**
 - b. **Source**（ソース）：**AC ライン**
 - c. **Slope**（スロープ）：**立上り**
 - d. レベル：**0 V**
 - e. **Coupling**（カップリング）：**DC**
8. 以下のように **Horizontal**（水平軸）メニューの設定を編集します。
 - a. 水平スケール：**100 μ s/div**
 - b. レコード長：**6.25 M**
9. 以下の **Acquisition**（アキュイジション）メニュー設定を編集します：
 - a. 後の単一シーケンス/停止：**1 アクイシジョン**
10. 以下の設定で測定項目を追加します。
 - a. 振幅測定項目 **AC RMS**
 - b. **Source**（ソース）：**CH1**
11. **Single / Seq** ボタンを押して測定を実行します。
12. 検査記録表に **AC RMS** の測定結果を記録します。

システム RMS ノイズ検査記録

システム RMS ノイズ性能検査手順の結果を記録するために、検査記録表を使用してください。

型名番号：

検査担当者：

シリアル番号：

日付：

プローブ	最大ノイズ	測定ノイズ
TICP025	75 μ V _{RMS}	
TICP050	125 μ V _{RMS}	
TICP100	155 μ V _{RMS}	

DC ゲイン確度

この手順により、TICP シリーズ・プローブが正常に機能していることと、DC ゲイン確度の保障仕様が満たされていることを確認します。

開始する前に

1. TekVPI オシロスコープの電源を投入します。
2. 067-3281-XX 50 Ω 高精度ターミネーションを 067-1701-XX フィクスチャの出力に接続します。
3. BNC ティーを用いて DMM を 50 Ω 高精度出力に接続します。
4. 50 Ω 高確度ターミネーションのティークの BNC ケーブルを他のオシロスコープ・チャンネルに接続します。チャンネルが 1 MΩ モードで、200 mV/div であることを確認します。これは、適切に接地するためのみに使用されます。
5. オシロスコープのチャンネル 1 に 067-1701-XX フィクスチャを接続します。
6. TICP シリーズ・プローブを 067-1701-XX フィクスチャに接続します。
7. Fluke 9500B オシロスコープ校正器をオンにします。
8. Fluke 9530 Active Head を Fluke 9500B のチャンネル 1 に接続します。
9. 室温（約 20 °C（68 °F））でテスト機器を 30 分間ウォーム・アップします。

手順

この手順は、すべてのバージョンの TICP シリーズ・プローブで有効です。

1. **File**（ファイル）> **Default Setup**（デフォルト設定）の順にタップします。
2. **Signal Path Compensation**（信号パス補正）を実行します（**Utility > Calibration...**（ユーティリティ > 機器校正で推奨されている場合））。
3. [自己校正](#) (on page 41)を実行します。
4. TICPSMA プローブ・チップを TICP プローブに接続します。
5. Fluke 9500 アクティブ・ヘッドに TICPSMA を接続します。
6. TICP チャンネルを有効にし、以下の **Vertical**（垂直軸）メニュー設定を使用します。
 - a. レンジ・モード：**マニュアル**
 - b. レンジ：**500 mV**
 - c. オフセット：**0 V**
7. Fluke 9500B で **Mode:Manual Waveform**（モード：手動波形）を選択し、次のように設定します。
 - a. **Waveform:DC**（波形：DC）を選択
 - b. **400 mV/div** を選択
 - c. 出力を **ON**
8. **Single / Seq** ボタンを押して測定を実行します。
9. 表に高精度 50 Ω レジスタ上の DC 電圧値を記録します。
10. Fluke 9500B で **invert voltage (+/-)**（電圧反転（+/-））ボタンを押し、プローブに -400 mV をかけて出力電圧を表に記録します。
11. 残りのレンジで同じ手順を繰り返し、検査記録表に値を記録します。

DC ゲイン確度検査記録

DC ゲイン確度性能検査手順の結果を記録するために、検査記録表を使用してください。

型名番号：

検査担当者：

シリアル番号：

日付：

プローブ・ゲインは入力での変動で出力での変動を割った値として定義されます。

ゲイン = (計測値 1 - 計測値 2) / (入力 1 - 入力 2)

範囲	入力 1	入力 2	出力 1 計測値	出力 2 計測値	ゲイン計算値	ゲイン上限	ゲイン理想値	ゲイン下限
500 m	+0.400 V	-0.400 V				1.010	1.000	0.990
350 m	+0.280 V	-0.280 V				1.443	1.429	1.415
250 m	+0.200 V	-0.200 V				2.020	2.000	1.980
175 m	+0.140 V	-0.140 V				2.886	2.857	2.828
125 m	+0.100 V	-0.100 V				4.040	4.000	3.960
90 m	+0.072 V	-0.072 V				5.612	5.556	5.500
65 m	+0.052 V	-0.052 V				7.769	7.692	7.615
45 m	+0.036 V	-0.036 V				11.222	11.111	11.000
30 m	+0.024 V	-0.024 V				16.834	16.667	16.500
20 m	+0.016 V	-0.016 V				25.250	25.000	24.750

DC バランス

この手順により、TICP シリーズ・プローブが正常に機能していることと、入力がゼロ、オフセットがゼロのときノイズの保証仕様が満たされていることを確認します。

開始する前に

1. TekVPI オシロスコープの電源を投入します。
2. 067-3281-XX 50 Ω 高精度ターミネーションを 067-1701-XX フィクスチャの出力に接続します。
3. BNC ティーを用いて DMM を 50 Ω 高精度出力に接続します。
4. 50 Ω 高精度ターミネーションのティークの BNC ケーブルを他のオシロスコープ・チャンネルに接続します。チャンネルが 1 M Ω モードで、200 mV/div であることを確認します。これは、適切に接地するためのみに使用されます。
5. オシロスコープのチャンネル 1 に 067-1701-XX フィクスチャを接続します。
6. TICP シリーズ・プローブを 067-1701-XX フィクスチャに接続します。
7. 室温（約 20 °C (68 °F)）でテスト機器を 30 分間ウォーム・アップします。

手順

この手順は、すべてのバージョンの TICP シリーズ・プローブで有効です。

1. **File** (ファイル) > **Default Setup** (デフォルト設定) の順にタップします。
2. **Signal Path Compensation** (信号パス補正) を実行します (**Utility > Calibration...** (ユーティリティ > 機器校正で推奨されている場合)。
3. [自己校正](#) (on page 41) を実行します。
4. TICPSMA プローブ・チップを TICP プローブに接続します。
5. TICP チャンネルを有効にし、以下の **Vertical** (垂直軸) メニュー設定を使用します。
 - a. レンジ・モード: **マニュアル**
 - b. プローブ・レンジ: **500 mV**
6. **Single / Seq** ボタンを押して測定を実行します。
 - a. 高精度 50 Ω ターミネーションの出力側で DMM を用いて電圧を測定します。
7. 残りのレンジで同じ手順を繰り返し、検査記録表に値を記録します。

DC バランス検査記録

DC バランス性能検査手順の結果を記録するために、検査記録表を使用してください。

型名番号：

検査担当者：

シリアル番号：

日付：

どのレンジでも残留出力は ± 10 mV より小さくしなければなりません。

レンジ	リミット	測定
500 mV	± 10 mV	
350 mV	± 10 mV	
250 mV	± 10 mV	
175 mV	± 10 mV	
125 mV	± 10 mV	
90 mV	± 10 mV	
65 mV	± 10 mV	
45 mV	± 10 mV	
30 mV	± 10 mV	
20 mV	± 10 mV	

オフセット・ゲイン確度

この手順により、TICP シリーズプローブが正常に機能していることと、オフセット・ゲイン確度の保障仕様が満たされていることを確認します。

開始する前に

1. TekVPI オシロスコープの電源を投入します。
2. 067-3281-XX 50 Ω 高精度ターミネーションを 067-1701-XX フィクスチャの出力に接続します。
3. BNC ティーを用いて DMM を 50 Ω 高精度出力に接続します。
4. 50 Ω 高確度ターミネーションのティークの BNC ケーブルを他のオシロスコープ・チャンネルに接続します。チャンネルが 1 M Ω モードで、200 mV/div であることを確認します。これは、適切に接地するためのみに使用されます。
5. オシロスコープのチャンネル 1 に 067-1701-XX フィクスチャを接続します。
6. TICP シリーズ・プローブを 067-1701-XX フィクスチャに接続します。
7. 室温（約 20 °C (68 °F)）でテスト機器を 30 分間ウォーム・アップします。

手順

この手順は、すべてのバージョンの TICP シリーズ・プローブで有効です。

1. **File (ファイル) > Default Setup (デフォルト設定)** の順にタップします。
2. **Signal Path Compensation (信号パス補正)** を実行します (**Utility > Calibration...** (ユーティリティ > 機器校正で推奨されている場合)。
3. [自己校正](#) (on page 41) を実行します。
4. TICPSMA プローブ・チップを TICP プローブに接続します。
5. Fluke 9500 アクティブ・ヘッドに TICPSMA を接続します。
6. TICP チャンネルを有効にし、以下の **Vertical (垂直軸)** メニュー設定を使用します。
 - a. レンジ : **20 mV**
 - b. オフセット : **20 mV/div**
7. Fluke 9500B で **Mode:Manual Waveform (モード : 手動波形)** を選択し、次のように設定します。
 - a. **Waveform:DC (波形 : DC)** を選択
 - b. **20 mV/div** を選択
 - c. 出力を **ON**
8. **Single / Seq** ボタンを押して測定を実行します。
 - a. DMM で測定した値でオフセットを追加します。
9. 全手順を以下のオシロスコープ・オフセットおよび Fluke 入力電圧設定で繰り返します : **0.25 V、0 V、-0.25 V、-0.5 V**。

オフセット・ゲイン確度性能検査手順の結果を記録するために、検査記録表を使用してください。

シリアル番号： 日付：

1. オフセット電圧値と対応する実測結果平均値を **Excel** に入力します。
2. オフセット電圧値を **Y 軸**、平均電圧値を **X 軸**にプロットしたデータの散布図を作成します。
3. 散布図に傾向線を加え、数式を表示する を選択します。

範囲	500 mV 測定	250 mV 測定	0 V 測定	-250 mV 測定	-500 mV 測定	リミット	計算値
20 mV						$0.995 < x < 1.005$	

メンテナンス

起こりうるエラーを回避するための情報とプローブのメンテナンス手順

利用できるサービス

当社では、保証書に基づく修理サービスの他に、お客様固有のニーズに合わせたさまざまなサービスを提供します。

当社のサービス技術者はお客様のプローブのサービスを行うための装備を十分に備えています。サービスは当社サービス受付センターか、お客様の所在地によってはオンサイトで提供されます。tek.com/service で利用可能なサービスすべてをご覧ください。tek.com/warranty-status-search でお客様の保証のステータスをご確認ください。

クリーニング

CAUTION: 噴霧、液体、または溶剤が測定システムに触れないようにしてください。測定システムが損傷する可能性があります。表面をクリーニングしているときに補正ボックスまたはセンサ・ヘッドの内部が湿らないようにしてください。

光コネクタが正しく使用できるように、汚れが付かないように保ってください。低圧の清潔で乾いた圧縮空気を使い、コネクタに付いたすべてのごみを除去します。

トラブルシューティングとエラー状態

以下の表に、各 LED の状態についての説明とプローブで測定を行う際に直面する可能性のある問題点を示します。テクトロニクスに修理を依頼する前に、この表をトラブルシューティングのクイック・リファレンスとしてご活用ください。

ステータス LED の説明

LED		ステータス	アクション
●	点灯（緑）	正常に動作	-
☀	点滅（緑）	電力系統の障害	プラグを抜いて、再び差し込んでみてください。プローブ／オシロスコープのインタフェースを点検してください。プローブの修理が必要な場合があります。
●	点灯（赤）	プローブ・アプリケーション・エラー	プラグを抜いて、再び差し込んでみてください。プローブの修理が必要な場合があります。
☀	点滅（赤）	プローブ・アプリケーション・エラーおよび電力系統の障害	プラグを抜いて、再び差し込んでみてください。プローブ／オシロスコープのインタフェースを点検してください。プローブやオシロスコープ本体の修理が必要な場合があります。
☀	点滅（・・・のパターンで点滅）	プローブの絶縁側に電力が供給されていない	プラグを抜いて、再び差し込んでみてください。プローブの修理が必要な場合があります。

測定中に発生する問題と考えられる対策

問題	ソリューション
信号に DC オフセットが存在する	自己校正を実行します。
	入力信号が選択されたチップのダイナミック・レンジ内にあることを確認する
方形波のエッジが「滑らかに」（ロール・オフしたように、または補正されていないように）表示される	自己校正を実行します。
	オシロスコープの帯域フィルタが全帯域に設定されていることを確認する
	入力信号がプローブ入力をオーバードライブしていないことを確認する
測定された振幅が想定よりも小さい	入力信号が「レール・ツー・レール」の可能性
	入力信号が選択されたプローブ・チップのダイナミック・レンジ内にあることを確認する
	入力信号が選択したプローブ・チップのダイナミック・レンジ内に収まるようにオフセットを適用する
DC 測定が不正確	自己校正を実行します。
	オプティカル・コンポーネントが正しい DC 値に安定するまでの時間を確保できるように、レコード長を少なくとも 200 μ s（長いほど良い）
ノイズが多すぎるため微小な信号を正確に測定できない	減衰が低いチップを選択する
	オシロスコープの垂直軸スケールを小さめの値に設定する
	手動で低いレンジを選択してノイズを減少させる
信号が検出されない（波形が線形を示している）	チップを取り外し、入力インピーダンス表を参照しながら導通を確認する。
プローブ・ヘッドの電源が断続的に失われる	プローブ・ヘッドが動作温度範囲内にあることを確認する
	小型デスクトップ・ファンなどの外部冷却装置を追加する
コモン・モード・ノイズが多すぎる	テスト・ポイントとプローブ・チップの間にあるアクセサリ、フライング・リード、露出したワイヤを取り外してみる
	基板内部に接続するために設計された MMCX テスト・ポイントで、または計画外のテスト・ポイントとして MMCX チップを使用する
チップが検出されなかった警告	チップを取り外し、再度取り付ける

出荷に備えた測定システムの再梱包

修理のため当社に測定システムを返送する必要がある場合、元の梱包資材を使用してください。元の梱包資材がなくなっている場合または使用に適していない場合は、当社代理店にお問い合わせいただき、新しい梱包資材を入手してください。

測定システムを当社に返送する場合、以下の情報を示すタグを貼付してください。

- 製品所有者の名前
- 所有者の住所
- 機器のシリアル番号
- 発生した問題および必要なサービスの説明

リモート・プログラミング

このセクションでは、当社のオシロスコープに接続したときにセンサ・ヘッドから送信できる、コマンドと問い合わせについて説明します。キーワードについては、大文字と小文字の長いバージョンと短いバージョンを示します。これらのコマンドと問い合わせは、大部分のオシロスコープでサポートされていますが、サポートされているオシロスコープ間で違いがある場合は、その違いをコマンドと併記します。

詳細については、お使いのオシロスコープのプログラマ・マニュアルを参照してください。

CH<x>:PRObe? (問い合わせのみ)

このコマンドは問い合わせ専用であり、選択したチャンネルに接続されているプローブに関するすべての情報を返します。チャンネルは **x** で指定されます。

シンタックス

CH<x>:PRObe?

例

10 : 1 プローブで **CH2:PROBE?** を実行した結果、**1.0000E-01; RESISTANCE 1.0000E+07; UNITS "V"; ID:TYPE "10X" SERNUMBER "N/A"** が返された場合、チャンネル 2 に接続されたプローブの減衰係数が 100.0mV であることを示しています (プローブの単位がボルトに設定されている場合)。

CH<x>:PRObe:AUTOZero (問い合わせ形式なし)

このコマンドは、AutoZero (自動ゼロ) 機能を実行します。操作は全てオシロスコープで行われます。チャンネルは **x** で指定されます。

自己校正の実行方法については、自己校正の手順を参照してください ()。自己校正

シンタックス

CH<x>:PRObe:AUTOZero EXECute

引数

EXECute : 指定されたチャンネルに接続されたプローブを自動ゼロに設定します。

例

CH1:PROBE:AUTOZERO EXECUTE : チャンネル 1 に接続されたプローブを自動ゼロに設定します。

CH<x>:PRObe:FORCEDRange

プローブのダイナミック・レンジ (+/-V) を 1~9 の中から選択します。取り付けられているプローブ・チップにより異なります。チャンネルは x で指定されます。このコマンドは、**CH<x>:PROBECONTROL** が **MANUAL** に設定されている場合にのみ使用してください

プローブ・チップ・ケーブルとダイナミック・レンジ

プローブ・チップ・ケーブル	ダイナミック・レンジ (+/-V)
チップなしまたは 1:1 チップ	0.02 0.03 0.045 0.065 0.09 0.125 0.175 0.25 0.35 0.5
10 : 1	0.2 0.3 0.45 0.65 0.9 1.25 1.75 2.5 3.5 5.0
100 : 1	2 3 4.5 6.5 9 12.5 17.5 25 35 50

この問い合わせはプローブ・チップのダイナミック・レンジ (+/-V) を返します。

シンタックス

CH2:PRObe:FORCEDRange <NR3>

CH2:PRObe:FORCEDRange?

引数

<NR3> : プローブのダイナミック・レンジを指定

例

チャンネル 1 入力に電流プローブが接続されている場合、**CH1:PROBE:FORCEDRANGE 5.0** を実行すると、接続されているプローブを 5V レンジに設定します。

CH3:PROBE:FORCEDRANGE?を実行した結果、**5.0000** が返された場合、チャンネル 3 に接続されているプローブのレンジが 5V に設定されていることを示します。

CH<x>:PRObe:GAIN? (問い合わせのみ)

このコマンドは、現在選択されているレンジのゲイン・ファクタ (減衰の逆数) を返します。チャンネルは x で指定されます。

シンタックス

CH<x>:PRObe:GAIN?

例

CH2:PROBE:GAIN?を実行した結果、**100.0000E-3** が返された場合、接続されている 10 : 1 プローブでは、プローブ入力に 1.0V の電圧が適用されるごとに、0.1 V がチャンネル 2 (BNC) に出力されることを示しています。

CH<x>:PRObe:ID? (問い合わせのみ)

このコマンドは問い合わせ専用であり、選択したチャンネルに接続されているプローブのタイプとシリアル番号を返します。チャンネルは **x** で指定されます。

シンタックス

CH<x>:PRObe:ID?

例

CH2:PROBE:ID?を実行した結果、"**B010289**";"**TICP100**"が返された場合、チャンネル 2 に接続された TICP100 プローブのシリアル番号が B010289 であることを示しています。

CH<x>:PRObe:ID:SERnumber? (問い合わせのみ)

このコマンドは問い合わせ専用であり、選択したチャンネルに接続されているプローブのシリアル番号を返します。チャンネルは **x** で指定されます。レベル 0 および 1 のプローブの場合、シリアル番号は"**N/A**"となります。

シンタックス

CH<x>:PRObe:ID:SERnumber?

例

CH1:PROBE:ID:SERNUMBER?を実行した結果、"**B010289**"が返された場合、チャンネル 1 に接続されたプローブのシリアル番号が B010289 であることを示しています。

CH<x>:PRObe:ID:TYPE? (問い合わせのみ)

このコマンドは問い合わせ専用であり、選択したチャンネルに接続されているプローブのタイプを返します。チャンネルは **x** で指定されます。

シンタックス

CH<x>:PRObe:ID:TYPE?

例

CH1:PROBE:ID:TYPE?を実行した結果、"**TICP100**"が返された場合、チャンネル 1 に接続されたプローブのタイプが TICP100 型であることを示しています。

CH<x>:PRObe:SELFCal:State? (問い合わせのみ)

この問い合わせ専用コマンドは、自己校正の状態 (RECOMMENDED、RUNNING、PASSED) を返します。チャンネルは **x** で指定されます。

シンタックス

CH<x>:PRObe:SELFCal:State?

例

CH1:PRObe:SELFCal:State?を実行した結果、**RUNNING** が返された場合、チャンネル 1 のプローブが現在自己校正を実行中であることを示します。

CH<x>:PRObe:SELFCal

この問い合わせ専用コマンドは、プローブの自己校正を開始します。チャンネルは **x** で指定されます。

シンタックス

CH<x>:PRObe:SELFCal EXECUTE

例

CH1:PRObe:SELFCal EXECUTE を実行すると、チャンネル 1 のプローブで自己校正を実行します。

CH<x>:PRObe:STATus? (問い合わせのみ)

このコマンドは、プローブの符号なし整数エラー値を問い合わせます。チャンネルは **x** で指定されます。

条件

関連するエラー・メッセージをサポートしたプローブが必要です。

シンタックス

CH<x>:PRObe:STATus?

戻り値

B0～B15 のバイナリ・エラー・ビットの総和を表す整数値を返します。エラー・ビットは表示されず、整数値に連結されます。以下、各ビットのエラーの一覧です。

- B0 – プローブ無効
- B1 – 開口部が開放
- B2 – オーバレンジ
- B3 – プローブ温度がリミットを超過
- B4 – 消磁が必要
- B5 – プローブ・チップの欠損
- B6 – プローブ・チップの異常
- B7 – プローブ・チップがサポート外
- B8 – 自己校正が必要または推奨（問い合わせでは、10 進数の 256 が戻される）
- B9～B15 – 予約

例

CH4:PRObe:STATus? を実行した結果、**2** が返された場合、プローブの開口部が開いた状態であることを示しています。

CH<x>:PRObe:UNIts? (問い合わせのみ)

この問い合わせ専用コマンドは、指定されたチャンネルに接続されたプローブの測定単位を記述した文字列を返します。チャンネルは **x** で指定されます。

シンタックス

CH<x>:PRObe:UNIts?

例

CH4:PROBE:UNITS?を実行した結果、"**V**"が返された場合は、チャンネル 4 に接続されたプローブの測定単位がボルトであることを示しています。

CH<x>:PROBECOntrol

このコマンドは、CH<x>に接続されているプローブのマルチレンジ・プローブ・レンジコントロール・ポリシーのユーザ設定を設定または問い合わせます。チャンネル番号は x で指定されます。

シンタックス

CH<x>:PROBECOntrol {AUTO|MANual}

CH<x>:PROBECOntrol?

引数

AUTO : 値を設定します。プローブのレンジは自動計算されます。

MANual : 特定のチャンネルに接続されたプローブのさまざまな有効な値を選択できます。

例

CH2:PROBECOntrol AUTO は値を設定します。プローブのレンジは自動計算されます。

CH2:PROBECOntrol?を実行した結果、**MANUAL** が返された場合、チャンネル 2 に接続されたプローブについて、さまざまな有効な値を選択できることを示しています

CH<x>:PROBEFunc:EXTAtten

このコマンドは、指定されたチャンネルのスケール・ファクタの乗数として減衰量を指定するのに使用されます。チャンネルは x で指定されます。

このコマンドの問い合わせ形式では、ユーザが指定した減衰量が返されます。

シンタックス

CH<x>:PROBEFunc:EXTAtten <NR3>

CH<x>:PROBEFunc:EXTAtten?

引数

<NR3> : 減衰値。1.00E-10～1.00E+10 の範囲の乗算器として指定されます。

例

CH1:PROBEFunc:EXTATTEN 167.00E-3 は、入力信号とチャンネル 1 に接続されたプローブの入力との間に接続される外部減衰を指定します。

CH2:PROBEFunc:EXTATTEN?を実行した結果、**1.0000E+00** が返された場合、チャンネル 2 に接続されたプローブがユーザの信号に直接接続されていることを示しています。

CH<x>:PROBEFunc:EXTDBatten

このコマンドは、信号と機器の入力チャンネル間の外部減衰器またはゲインの入出力比（デシベル単位）を設定または問い合わせます。チャンネルは **x** で指定されます。

このコマンドの問い合わせ形式では、ユーザが指定した減衰量（デシベル単位）が返されます。

シンタックス

CH<x>:PROBEFunc:EXTDBatten <NR3>

CH<x>:PROBEFunc:EXTDBatten?

引数

<NR3> : 減衰値。 -200.00 dB～200.00dB の範囲で指定されます。

例

CH3:PROBEFunc:EXTDBATTEN 2.5 は、チャンネル 3 に 2.5dB の外部減衰を指定します。

CH1:PROBEFunc:EXTDBATTEN?を実行した結果、**2.5000E+00** が返された場合、チャンネル 1 の減衰が 2.5dB であることを示しています。

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits

このコマンドは、指定したチャンネルの外部減衰器の測定の単位を設定します。チャンネルは **x** で指定されます。代替単位が有効になっている場合は、それが使用されます。**CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits:STATE** コマンドを使用することで、減衰の単位を有効または無効にできます。

シンタックス

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits <QString>

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits?

引数

<QString> : 指定されたチャンネルの減衰の測定単位を示します。

例

CH4:PROBEFunc:EXTUNITS "Pascals"は、チャンネル 4 の外部減衰器の測定の単位を設定します。

CH2:PROBEFunc:EXTUNITS?を実行した結果、**"Pascals"**が返された場合、チャンネル 2 の減衰器の測定の単位がパスカルであることを示しています。

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits:STATE

このコマンドは、指定されたチャンネルに対してカスタム・ユニットを設定またはその有効状態を問い合わせます。チャンネルは **x** で指定されます。

シンタックス

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits:STATE {ON|OFF|<NR1>}

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits:STATE?

引数

OFF : 外部ユニットをオフにします。

ON : 外部ユニットをオンにします。

<NR1> = 0 を指定すると、外部ユニットをオフにします。それ以外の値では外部ユニットをオンにします。

例

CH2:PROBEFunc:EXTUnits:STATE ON は、外部ユニットをオンにします。

CH2:PROBEFunc:EXTUnits:STATE?を実行した結果、**0** が返された場合、指定したチャンネルの外部ユニットがオフであることを示しています。

CH<x>:PROBE:DYNAMICRANGE? (問い合わせのみ)

このコマンドは、選択したチャンネルに接続されているプローブのダイナミック・レンジを返します。チャンネルは **x** で指定されます。

シンタックス

CH<x>:PROBE:DYNAMICRANGE?

戻り値

戻り値は、現在の最小値と最大値の範囲の間のデルタであり、許容範囲を表します。また、プローブ・レンジ・インジケータ（現在表示されている場合）間のデルタ値でもあります。

例

CH1:PROBE:DYNAMICRANGE?を実行した結果、**1.3056** が返された場合、チャンネル **1** に接続されているプローブのダイナミック・レンジが **1.3056 V** に設定されていることを示します。

TICP-serie

IsoVu™ Geïsoleerde stroomsondes

Gebruikershandleiding

Registreer nu!

Klik op de onderstaande link om uw product te beschermen.

www.tek.com/register



Copyright © 2026, Tektronix, Inc. Alle rechten voorbehouden. Gelicentieerde softwareproducten zijn het eigendom van Tektronix, haar dochterondernemingen of leveranciers en zijn beschermd door nationale auteursrechtwetten en de bepalingen van internationale verdragen. Tektronix-producten zijn beschermd door Amerikaanse en buitenlandse verleende en aangevraagde octrooien. De informatie in deze publicatie vervangt alle eerder gepubliceerde materialen. Specificaties en prijswijzigingen voorbehouden.

TEKTRONIX en TEK zijn geregistreerde handelsmerken van Tektronix, Inc.

Dit is een vertaling van de originele Engelse instructies.

Ga naar tek.com/eula om de Tektronix End User License Agreement te lezen.



Contact opnemen met Tektronix

Tektronix, Inc.
13725 SW Karl Braun Drive
P.O. Box 500
Beaverton, OR 97077
VS

Voor productinformatie, verkoop, service en technische ondersteuning:

In Noord-Amerika, bel 1-800-833-9200.

Wereldwijd, ga naar www.tek.com voor de contactgegevens in uw gebied.

Contents

Softwarelicenties van derden	6
Belangrijke veiligheidsinformatie	7
Samenvatting algemene veiligheid	7
Brand of persoonlijk letsel vermijden	8
Sondes en testkabels	9
Termen in deze handleiding en op het product	9
Symbolen op het product	11
Afstandsvereisten	12
Nalevingsinformatie	14
Naleving van veiligheidsvoorschriften	14
Elektrische specificaties	15
Naleving van milieuvoorschriften	16
Preface	17
Belangrijke prestatie-specificaties en kenmerken	18
Modeloverzicht	18
Standaardaccessoires	18
Aanbevolen accessoires	20
Operationele informatie	23
Blokschema T1CP	23
Beste methoden voor hantering van meetsystemen	25
Omgevingsvereisten	25
Besturingselementen en indicatoren	26
Kabelmarkeringen	26
Sondepunten	27
Ferrietklem aanbrengen	28
Aansluiten op een circuit	29
Installatie statiefadapter	31
Bevestiging op een tweepootstatief	32
De SMA-adapter aansluiten	33
De breedbandshunts aansluiten	33
De breedbandshunt op een vierkante pin monteren	34
De breedbandshunt installeren met de twisted-pair soldeerverbinding	35
De extreme temperatuurpunten aansluiten	36
De sondepuntadapters installeren	37
De vierkante pinnen aanbrengen op de printplaat	39
Menu Probe Setup (Sondeconfiguratie)	41

Zelfkalibratie.	42
AutoZero.	42
Auto Range.	42
Bereiken.	43
Een sondepunt selecteren.	44
Scheefstand.	44
Offset invoer.	44
Spanningsbereik.	45
Common mode-spanningsbereik.	45
Spanningsbereik voor offset.	45
Maximaal niet-destructief differentieel spanningsbereik.	45
Specificaties.	47
Overzicht sondes en punten.	47
Toepassingsvoorbeelden.	61
Elektrische specificaties.	62
Naleving van regelgeving.	63
Afmetingen sonde.	64
Procedures voor prestatieverificatie.	66
Vereiste apparatuur.	66
RMS-ruis systeem.	66
Testregistratie RMS-ruis systeem.	67
Nauwkeurigheid DC-versterking.	68
Testregistratie Nauwkeurigheid DC-versterking.	69
DC-balans.	70
Testregistratie DC-balans.	71
Nauwkeurigheid offset-versterking.	72
Testregistratie Nauwkeurigheid offset-versterking.	73
Onderhoud.	75
Serviceaanbod.	75
Reiniging.	75
Storingzoeken en foutcondities.	75
Het meetsysteem opnieuw verpakken voor verzending.	77
Programmeren op afstand.	78
CH<x>:PRObe? (Query Only).	78
CH<x>:PRObe:AUTOZero (No Query Form).	78
CH<x>:PRObe:FORCEDRange.	79
CH<x>:PRObe:GAIN? (Query Only).	79
CH<x>:PRObe:ID? (Query Only).	80
CH<x>:PRObe:ID:SERnumber? (Query Only).	80
CH<x>:PRObe:ID:TYPE? (Query Only).	80
CH<x>:PRObe:SELFCal:State? (Query Only).	80
CH<x>:PRObe:SELFCal.	81
CH<x>:PRObe:STATus? (Query Only).	81

CH<x>:PROBe:UNIts? (Query Only)	81
CH<x>:PROBEControl.	82
CH<x>:PROBEFunc:EXTAtten.	82
CH<x>:PROBEFunc:EXTDBatten.	83
CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits.	83
CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits:STATE.	84
CH<x>:PROBE:DYNAMICRANGE? (Query Only).	84

Softwarelicenties van derden

Freescall Kinetis Design Studio

Deze componentmodule is gegenereerd door Processor Expert. Wijzig deze niet.

Copyright : 1997 - 2015 Freescale Semiconductor, Inc.

Alle rechten voorbehouden.

Herdistributie en gebruik in bron- en binaire vorm, met of zonder wijzigingen, zijn toegestaan, mits aan de volgende voorwaarden wordt voldaan:

- Bij herdistributie van de broncode moeten de bovenstaande copyrightvermelding, deze lijst met voorwaarden en de volgende disclaimer behouden blijven.
- Bij herdistributie in binaire vorm moeten de bovenstaande copyrightvermelding, deze lijst met voorwaarden en de volgende disclaimer worden opgenomen in de documentatie en/of andere materialen die bij de distributie worden geleverd.
- Noch de naam van Freescale Semiconductor, Inc., noch de namen van de medewerkers mogen worden gebruikt om producten die van deze software zijn afgeleid te onderschrijven of te promoten zonder specifieke voorafgaande schriftelijke toestemming.

DEZE SOFTWARE WORDT DOOR DE AUTEURSRECHTHOUDERS EN BIJDRAGERS GELEVERD "ZOALS HIJ IS" EN ALLE UITDRUKKELIJKE OF IMPLICIETE GARANTIES, WAARONDER, MAAR NIET BEPERKT TOT, DE IMPLICIETE GARANTIES VAN VERKOOPBAARHEID EN GESCHIKTHEID VOOR EEN SPECIFIEK DOEL, WORDEN AFGEWEEZEN. IN GEEN GEVAL ZULLEN DE AUTEURSRECHTHOUDER OF BIJDRAGERS AANSPRAKELIJK ZIJN VOOR ENIGE DIRECTE, INDIRECTE, INCIDENTELE, SPECIALE, EXEMPLAIRE OF GEVOLGSCHADE (INCLUSIEF, MAAR NIET BEPERKT TOT, DE AANSCHAFFING VAN VERVANGENDE GOEDEREN OF DIENSTEN; VERLIES VAN GEBRUIK, GEGEVENS OF WINST; OF BEDRIJFSINTERRUPTIE), ONGEACHT DE OORZAAK EN OP BASIS VAN ENIGE AANSPRAKELIJKHEIDSTHEORIE, HETZIJ CONTRACTUELE AANSPRAKELIJKHEID, STRIKTE AANSPRAKELIJKHEID OF ONRECHTMATIGE DAAD (INCLUSIEF NALATIGHEID OF ANDERSZINS), VOORTVLOEIEND UIT HET GEBRUIK VAN DEZE SOFTWARE, ZELFS INDIEN GEADVISEERD OVER DE MOGELIJKHEID VAN DERGELIJKE SCHADE.

[http: www.freescale.com](http://www.freescale.com)

e-mail: support@freescale.com

IAR Embedded Workbench voor ARM

IARSourceLicense.txt Versie 1.0

De volgende licentieovereenkomst is van toepassing op linker-opdrachtbestanden, voorbeeldprojecten (tenzij expliciet anders vermeld), de cstartup-code, low_level_init.c en enkele andere low-level runtime-bibliotheekbestanden.

Copyright 2012, IAR Systems AB.

De broncode is eigendom van IAR Systems. De broncode mag alleen samen met de IAR Embedded Workbench worden gebruikt. Herdistributie en gebruik in bron- en binaire vorm, met of zonder wijzigingen, is toegestaan, mits aan de volgende voorwaarden wordt voldaan:

- Bij herdistributie van de broncode, gedeeltelijk of in zijn geheel, moeten de bovenstaande copyrightvermelding, deze lijst met voorwaarden en onderstaande disclaimer behouden blijven.
- De naam IAR Systems mag niet worden gebruikt om producten die van deze software zijn afgeleid te onderschrijven of te promoten zonder specifieke, voorafgaande schriftelijke toestemming.

DE SOFTWARE WORDT GELEVERD "ZOALS HIJ IS" EN DE AUTEUR WIJST ALLE GARANTIES MET BETREKKING TOT DEZE SOFTWARE AF, INCLUSIEF ALLE IMPLICIETE GARANTIES VAN VERKOOPBAARHEID EN GESCHIKTHEID VOOR EEN BEPAALD DOEL. IN GEEN GEVAL ZAL DE AUTEUR AANSPRAKELIJK ZIJN VOOR ENIGE SPECIALE, DIRECTE, INDIRECTE OF GEVOLGSCHADE OF ENIGE ANDERE SCHADE HOE DAN OOK VOORTVLOEIEND UIT VERLIES VAN GEBRUIK, GEGEVENS OF WINST, HETZIJ IN EEN CONTRACTUELE ACTIE, NALATIGHEID OF ANDERE ONRECHTMATIGE HANDELING, VOORTVLOEIEND UIT OF IN VERBAND MET HET GEBRUIK OF DE PRESTATIES VAN DEZE SOFTWARE.

Belangrijke veiligheidsinformatie

Deze handleiding bevat informatie en waarschuwingen die door de gebruiker moeten worden opgevolgd voor veilig gebruik en om het product in een veilige toestand te houden.

Voor het veilig uitvoeren van onderhoud aan dit product, zie de *Samenvatting onderhoudsveiligheid* die volgt op de *Samenvatting algemene veiligheid*.

Samenvatting algemene veiligheid

Gebruik het product uitsluitend zoals gespecificeerd. Lees de onderstaande veiligheidsmaatregelen om letsel te vermijden en schade aan dit product of de producten die hiermee zijn verbonden te voorkomen. Lees alle instructies zorgvuldig door. Bewaar deze instructies voor toekomstige raadpleging.

Dit product moet worden gebruikt in overeenstemming met de lokale en nationale codes.

Voor een juiste en veilige werking van het product is het van essentieel belang dat u de algemeen aanvaarde veiligheidsprocedures opvolgt, naast de veiligheidsmaatregelen die in deze handleiding zijn gespecificeerd.

Het product is uitsluitend ontworpen voor gebruik door getraind personeel.

Alleen gekwalificeerd personeel dat zich bewust is van de gevaren mag de afdekking verwijderen voor reparatie, onderhoud of aanpassing.

Controleer het product vóór gebruik altijd met een bekende bron om er zeker van te zijn dat het correct functioneert.

Dit product is niet bedoeld om gevaarlijke spanningen te detecteren.

Gebruik persoonlijke beschermingsmiddelen om schokken en letsel door vlambogen te voorkomen wanneer gevaarlijke, onder spanning staande geleiders zijn blootgelegd.

Dit product is uitsluitend bedoeld voor gebruik in non-residentiële gebieden. Gebruik in residentiële gebieden kan elektromagnetische interferentie veroorzaken.

Tijdens gebruik van dit product moet u zich mogelijk toegang verschaffen tot andere onderdelen van een groter systeem. Lees de veiligheidssecties van de handleidingen van de andere componenten voor waarschuwingen en aanwijzingen voor de bediening van het systeem.

Wanneer deze apparatuur in een systeem wordt geïntegreerd, is de monteur van dat systeem verantwoordelijk voor de veiligheid van dat systeem.

Brand of persoonlijk letsel vermijden

De nominale waarden van alle aansluitklemmen in acht nemen

Om het gevaar van brand of een schok te vermijden, dient u alle nominale waarden en markeringen op het product in acht te nemen. Raadpleeg de producthandleiding voor meer informatie over de nominale waarden voordat u de aansluitingen naar het product tot stand brengt.

Zorg dat u de certificering van de meetcategorie (CAT) en de nominale spannings- of stroomwaarden van de individuele component met de laagste nominale waarde van een product, sonde of accessoire niet overschrijdt.

Pas geen potentiaal toe op een aansluitklem, waaronder de algemene aansluiting, die de maximale nominale waarde van die aansluitklem overschrijdt.

De meetklemmen op dit product zijn niet gecertificeerd voor aansluiting op circuits van categorie IV.

Sluit geen stroomsondes aan op bedradingen met een spanning boven de nominale spanning van de stroomsonde.

Niet bedienen zonder afdekkingen

Bedien dit product niet als de afdekkingen of panelen zijn verwijderd, of wanneer de behuizing is geopend. Blootstelling aan gevaarlijke spanning is mogelijk.

Blootgelegde circuits vermijden

Raak de blootgelegde aansluitingen en componenten niet aan wanneer er netspanning aanwezig is.

Niet bedienen bij vermoeden van defecten

Als u vermoedt dat dit product beschadigd is, laat het inspecteren door gekwalificeerd onderhoudspersoneel.

Schakel het product uit als het beschadigd is. Gebruik het product niet als het beschadigd is of incorrect functioneert. Als u twijfelt over de veiligheid van het product, schakel het dan uit. Breng een duidelijke markering aan op het product om verder gebruik te voorkomen.

Inspecteer vóór gebruik de spanningssondes, testkabels en accessoires op mechanische schade en vervang ze wanneer deze beschadigd zijn. Gebruik de sondes of testkabels niet als deze beschadigd zijn, als er blootgelegd metaal zichtbaar is of als er tekenen van slijtage aanwezig zijn.

Inspecteer de buitenkant van het product voordat u het gaat gebruiken. Controleer op scheuren of ontbrekende onderdelen.

Gebruik alleen gespecificeerde vervangingsonderdelen.

Niet bedienen in natte/vochtige omstandigheden

Houd er rekening mee dat condensatie kan optreden wanneer een unit van een koude naar een warme omgeving wordt verplaatst.

Niet bedienen in een explosieve atmosfeer

Productoppervlakken schoon en droog houden

Verwijderd de ingangssignalen voordat u het product reinigt.

Vermijd het gebruik van chemische producten bij de sonde en sondetips, omdat dergelijke producten tijdelijke of permanente schade kunnen veroorzaken en de goede werking van de sonde kunnen aantasten. Voor de reiniging wordt het gebruik van perslucht aangeraden.

Een veilige werkomgeving bieden

Plaats het product altijd op een locatie die geschikt is voor het aflezen van het display en de indicatoren.

Vermijd onjuist of langdurig gebruik van toetsenborden, aanwijzers en toetsenblokken. Onjuist of langdurig gebruik van een toetsenblok of aanwijzers kan leiden tot ernstig letsel.

Zorg dat uw werkgebied voldoet aan de toepasselijke ergonomische normen. Raadpleeg een professional op het gebied van ergonomie om stressgerelateerd letsel te vermijden.

Sondes en testkabels

WARNING: Houd de sondedraad zo ver mogelijk uit de buurt van de punt en de hoogspanningscircuits om elektrische schokken te voorkomen. De spanningswaarde van de sondedraad is lager dan de spanningswaarde van de sondepunt. Zodoende biedt de sondedraad mogelijk onvoldoende bescherming.

Gebruik de sonde nooit als de slijtage-indicator op de kabel zichtbaar wordt, om elektrische schokken te voorkomen. Neem contact op met Tektronix via [tek.com](https://www.tek.com) voor een vervangend onderdeel.

Oppassen voor hoge spanningen

Zorg ervoor dat u de nominale spanningswaarden van de sonde die u gebruikt, begrijpt en overschrijd deze nominale waarden niet. Twee nominale waarden zijn belangrijk om het volgende te weten en te begrijpen:

- De maximale meetspanning van de sondepunt naar de referentiekabel van de sonde.
- De maximale zwevende spanning van de referentiekabel van de sonde naar het aardingspunt.

Deze twee nominale spanningswaarden zijn afhankelijk van de sonde en uw toepassing. Raadpleeg de sectie Specificaties van de handleiding voor meer informatie.

WARNING: Om een elektrische schok te voorkomen, mag de maximale meting of de maximale zwevende spanning van de oscilloscoop-ingang van de BNC-aansluiting, de sondepunt of de referentiekabel van de sonde niet worden overschreden.

Op de juiste manier aansluiten en loskoppelen.

Sluit geen sondes of testkabels aan of ontkoppel deze niet wanneer ze zijn aangesloten op een spanningsbron.

Gebruik alleen geïsoleerde spanningssondes, testkabels en adapters die bij het product worden geleverd of die door Tektronix worden aangegeven als geschikt voor het product.

Maak het te testen circuit spanningsloos voordat de stroomsonde wordt aangesloten of losgekoppeld.

Sluit geen stroomsondes aan op kabels met een spanning of frequentie die hoger is dan de spanningswaarde van de stroomshunt

De sonde en accessoires inspecteren

Inspecteer de sonde en accessoires vóór elk gebruik op schade (insnijdingen, scheuren of defecten in de sondebehuizing, accessoires of kabelmantel). Niet gebruiken indien beschadigd.

Gebruik van zwevende metingen

Laat de referentiekabel van de sonde niet boven de nominale zwevende spanning zweven.

De sonde en accessoires onderhouden

Ga naar [tek.com/support](https://www.tek.com/support) voor meer informatie over hoe u contact kunt opnemen met Tektronix Service Support.

Termen in deze handleiding en op het product

Deze termen kunnen in deze handleiding voorkomen:

WARNING: Waarschuwingen betreffen omstandigheden of werkwijzen die zouden kunnen leiden tot letsel of de dood.

CAUTION: Let op-meldingen betreffen omstandigheden of werkwijzen die zouden kunnen leiden tot schade aan dit product of andere eigendommen.

Deze termen kunnen op het product voorkomen:

- GEVAAR duidt op een risico op letsel dat onmiddellijk kan optreden zodra u de markering leest.
- WAARSCHUWING duidt op een risico op letsel dat niet onmiddellijk kan optreden zodra u de markering leest.
- LET OP duidt op een gevaar voor eigendommen, met inbegrip van het product.

Symbolen op het product



Wanneer dit symbool op het product is aangebracht, moet u de handleiding raadplegen om de aard van de mogelijke gevaren op te zoeken en welke eventuele acties moeten worden ondernomen om deze gevaren te vermijden. (Dit symbool kan ook worden gebruikt om de gebruiker te verwijzen naar de certificeringen in de handleiding.)

Op het product kunnen de volgende symbolen voorkomen.



LET OP: Raadpleeg de handleiding



Beschermende aardingsklem



Aardingsklem



WAARSCHUWING: Hoogspanning



Aansluiting op en loskoppeling van gevaarlijke niet-geïsoleerde bedrading toegestaan.



Niet aansluiten op of verwijderen van een niet-geïsoleerde geleider die ONDER SPANNING GEVAARLIJK is.



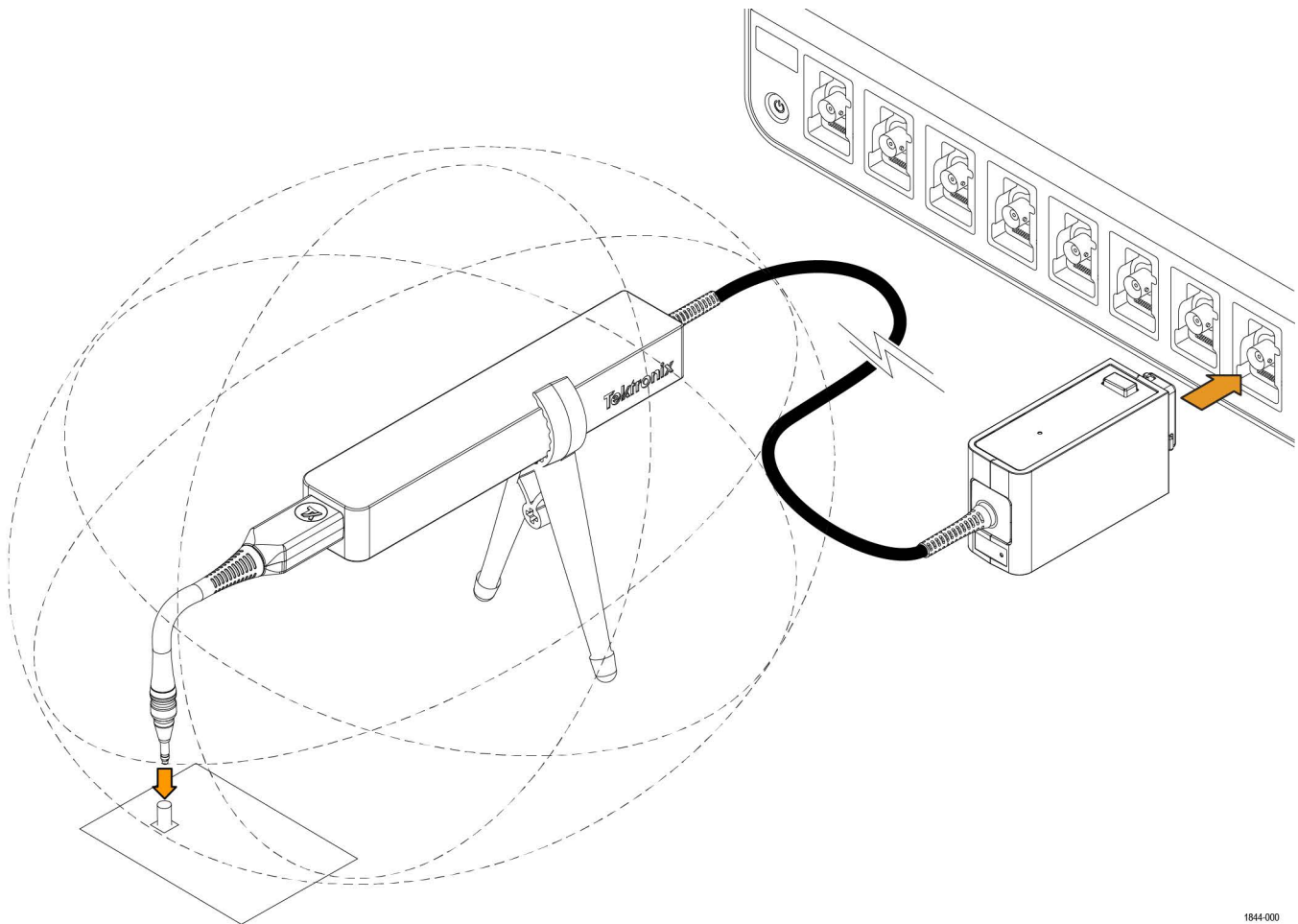
WAARSCHUWING: Heet oppervlak

Afstandsvereisten

Dankzij het unieke common mode-spanningsbereik van het meetsysteem kan het in de buurt van common mode-signalen met een hoge frequentie/een hoge spanning worden gebruikt. Het is belangrijk dat alle voorzorgsmaatregelen worden opgevolgd tijdens het gebruik van dit product.

WARNING: Er is een risico van elektrische schokken tijdens het gebruik van dit meetsysteem. Het systeem is bedoeld om de gebruiker te isoleren van gevaarlijke ingangsspanningen (common mode-spanningen); de kunststof behuizing van de sondekop en de afscherming op de sondepunt leveren geen veilige isolatie. Houd een veilige afstand tot de sondekop en de sondepunt zolang het meetsysteem is aangesloten op het spanningvoerende circuit, zoals aanbevolen in dit document. Blijf uit de buurt van de gevarenszone voor verbranding door radiofrequentie tijdens het verrichten van metingen op een spanningvoerend circuit.

De volgende afbeelding toont de onderdelen van het meetsysteem en de gevarenszone voor RF-brandwonden bij het werken met gevaarlijke spanningen. De gevarenszone voor RF-brandwonden van 1 m (40 inch) wordt aangegeven met de stippellijnen rondom de sondekop.

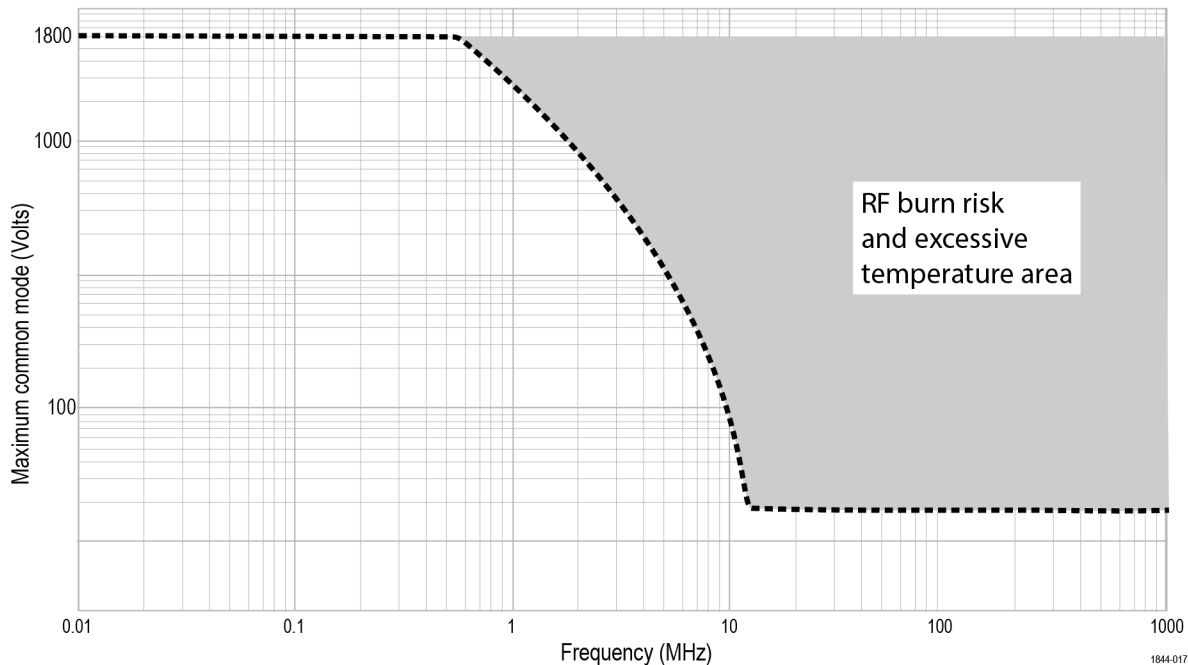


1844-000

RF burn hazard zone around the probe head

WARNING: Risico op RF-brandwonden. Raadpleeg de volgende vermogensafnamecurve om de gevarenczones te identificeren. Gebruik de sonde niet binnen de grenzen van het grijs gearceerde gebied in de grafiek om RF-brandwonden te voorkomen.

WARNING: Er is een risico van verbranding door verhoogde temperaturen van de punt bij continuous-wave signalen of common-mode signalen met een hoge burst-inschakelduur tussen ca. 10 MHz en 50 MHz. Hierdoor dissiperen de ferieten van de punt een aanzienlijk vermogen bij spanningen lager dan die worden vermeld in de volgende grafiek. Om het risico van verbranding te vermijden, moet u de temperatuur van de punt beperken tot 85°C (185°F) of lager, door de toegepaste common-mode spanning en/of inschakelduur te beperken, de omgevingstemperatuur te verlagen en/of een geforceerde convectie-luchtstroom toe te passen.



Maximum safe handling limits for common mode voltages

Nalevingsinformatie

Deze sectie bevat de veiligheids- en milieunormen waaraan het instrument voldoet. Dit product is uitsluitend bedoeld voor gebruik door professionals en getraind personeel; het is niet bedoeld voor huishoudelijk gebruik of gebruik door kinderen.

Vragen ten aanzien van de naleving kunnen rechtstreeks worden gericht aan het volgende adres:

Tektronix, Inc. · PO Box 500, MS 19-045 · Beaverton, OR 97077, VS

tek.com

Naleving van veiligheidsvoorschriften

Deze sectie bevat de veiligheidsnormen waaraan het product voldoet en andere informatie over de naleving van veiligheidsvoorschriften.

EU-verklaring van overeenstemming – laagspanning

Naleving met de volgende specificatie werd aangetoond, zoals aangegeven in het Publicatieblad van de Europese Unie.

Richtlijn inzake laagspanning 2014/35/EU.

- EN 61010-1. Veiligheidseisen voor elektrisch materieel voor meet- en regeltechniek en laboratoriumgebruik - Deel 1: Algemene eisen
- EN 61010-2-030. Veiligheidseisen voor elektrisch materieel voor meet- en regeltechniek en laboratoriumgebruik - Deel 2-030: Specifieke eisen voor het testen en meten van circuits

Overzicht van in de VS nationaal erkende testlaboratoria

- UL 61010-1. Veiligheidseisen voor elektrisch materieel voor meet- en regeltechniek en laboratoriumgebruik - Deel 1: Algemene eisen
- UL 61010-2-030. Veiligheidseisen voor elektrisch materieel voor meet- en regeltechniek en laboratoriumgebruik - Deel 2-030: Specifieke eisen voor het testen en meten van circuits

Canadese certificering

- CAN/CSA-C22.2 nr. 61010-1. Veiligheidseisen voor elektrisch materieel voor meet- en regeltechniek en laboratoriumgebruik - Deel 1: Algemene eisen
- CAN/CSA-C22.2 nr. 61010-2-030. Veiligheidseisen voor elektrisch materieel voor meet- en regeltechniek en laboratoriumgebruik - Deel 2-030: Specifieke eisen voor het testen en meten van circuits

Aanvullende nalevingen

- IEC 61010-1. Veiligheidseisen voor elektrisch materieel voor meet- en regeltechniek en laboratoriumgebruik - Deel 1: Algemene eisen
- IEC 61010-2-030. Veiligheidseisen voor elektrisch materieel voor meet- en regeltechniek en laboratoriumgebruik - Deel 2-030: Specifieke eisen voor het testen en meten van circuits

Type apparatuur

Test- en meetapparatuur

Beschrijving van vervuilingsgraad

Een meting van de verontreinigingen die zouden kunnen optreden in de omgeving rond en in een product. Gewoonlijk wordt de interne omgeving binnenin een product beschouwd als dezelfde als de externe omgeving. Producten mogen alleen worden gebruikt in de omgeving waarvoor deze zijn gecertificeerd.

- Vervuilingsgraad 1. Geen vervuiling of alleen droge, niet-geleidende vervuiling. Producten in deze categorie zijn gewoonlijk ingekapseld, hermetisch afgesloten of geplaatst in cleanrooms.
- Vervuilingsgraad 2. Gewoonlijk alleen droge, niet-geleidende vervuiling. Incidenteel moet een tijdelijke geleiding veroorzaakt door condensatie worden verwacht. Deze locatie is een typische kantoor-/thuisomgeving. Tijdelijke condensatie treedt alleen op als het product buiten gebruik is.
- Vervuilingsgraad 3. Geleidende vervuiling of droge, niet-geleidende vervuiling die als gevolg van condensatie geleidend wordt. Dit zijn beschutte locaties waarin de temperatuur en de luchtvochtigheid niet worden geregeld. Het gebied is beschermd tegen direct zonlicht, directe regen of wind.
- Vervuilingsgraad 4. Vervuiling die aanhoudende geleiding genereert door middel van geleidende stof, regen of sneeuw. Gewoonlijk buitenlocaties.

IP-certificering

IPx0 (zoals gedefinieerd in IEC 60529).

Elektrische specificaties

Elektrische specificaties

TICP025: Stroom 20 mA, 250 MHz

TICP050: Stroom 20 mA, 500 MHz

TICP100: Stroom 20 mA, 1 MHz

Max. spanning naar aarde

1300 V; Vervuilingsgraad 2; Max met transiënniveau mag 5kV_{pk} niet overschrijden

1800 V; Voor gebruik in een omgeving met vervuilingsgraad 1800; max. met transiënniveau mag 5kV_{pk} niet overschrijden

600 V voor CAT III; Vervuilingsgraad 2

1000 V voor CAT II; Vervuilingsgraad 2

Naleving van milieuvoorschriften

In deze sectie vindt u informatie over de impact van het product op het milieu.

Behandeling van producten aan het einde van de levensduur

Neem de volgende richtlijnen in acht bij het recyclen van een instrument of component:

Recyclen van apparatuur

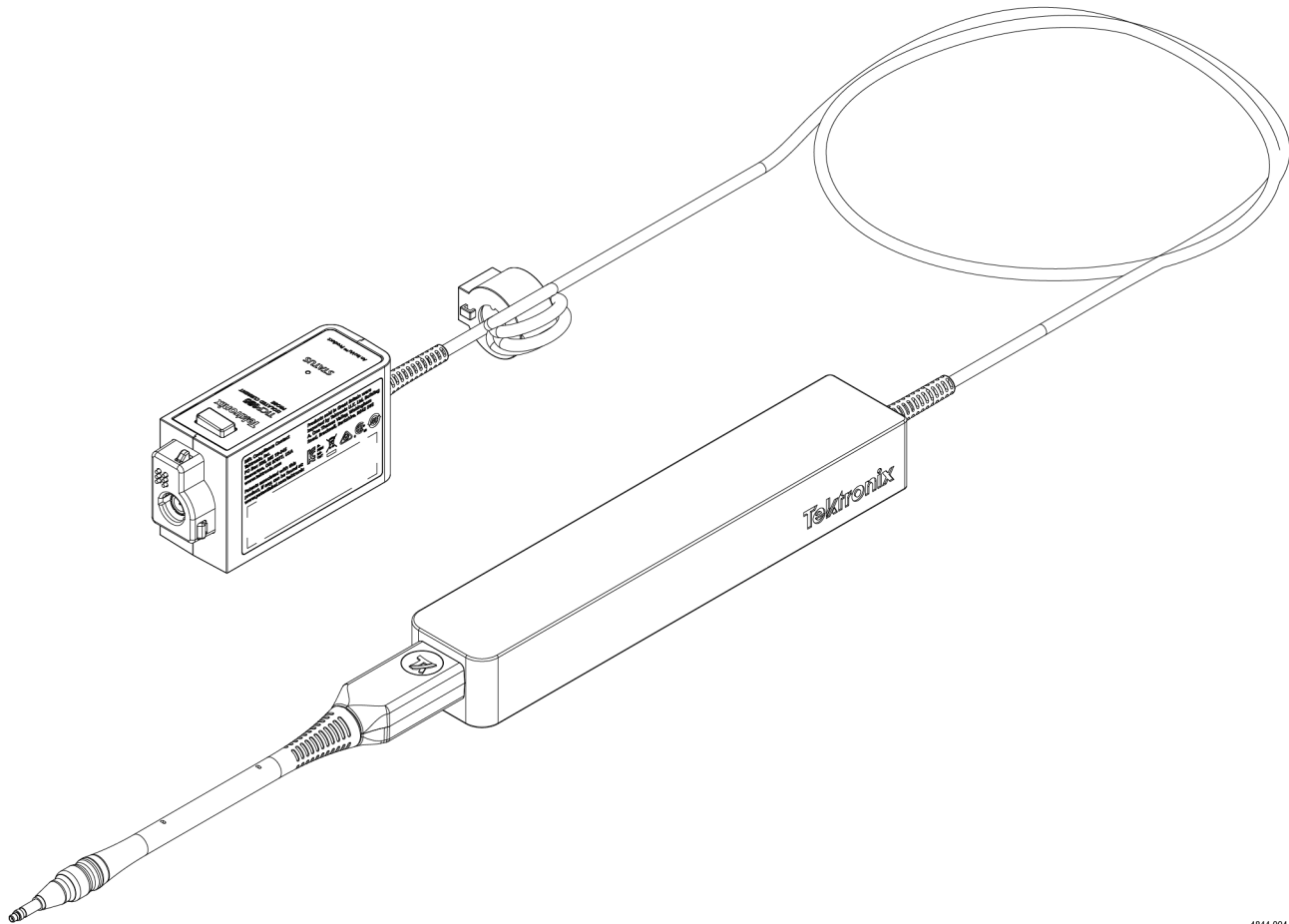
De productie van deze apparatuur vereist de winning en het gebruik van natuurlijke hulpbronnen. De apparatuur kan stoffen bevatten die schadelijk kunnen zijn voor het milieu of de menselijke gezondheid indien deze aan het einde van de levensduur van het product niet op de juiste manier worden verwerkt. Om het vrijkomen van deze stoffen in het milieu te voorkomen en het gebruik van natuurlijke hulpbronnen te verminderen, moedigen we u aan dit product in een daarvoor geschikt systeem te recyclen waardoor de meeste materialen zullen worden hergebruikt of op de juiste wijze worden gerecycled.



Dit symbool geeft aan dat dit product voldoet aan de toepasselijke voorschriften van de Europese Unie volgens Richtlijnen 2012/19/EU en 2006/66/EG inzake afgedankte elektrische en elektronische apparatuur (WEEE) en accu's. Voor informatie over recyclingopties, raadpleegt u de Tektronix-website (<http://www.tek.com/productrecycle>).

Preface

Dit document bevat informatie over het installeren en gebruiken van de actieve geïsoleerde stroomshuntsondes uit de Tektronix T1CP-serie. De sonde biedt ongeëvenaarde bandbreedte, nauwkeurigheid, gebruiksgemak en isolatie op het gebied van stroomshuntmetingen.



1844-004

Compensatiebox

De TekVPI-compensatiebox (comp) verbindt het meetsysteem met een van de ingangskanalen op de oscilloscoop. Het meetsysteem wordt van stroom voorzien via de TekVPI-interface van de oscilloscoop. Met behulp van de leds op de compbox wordt de algehele status van de sonde aangegeven.

Sondekop

De sondekop vormt een interface tussen het te testen apparaat (DUT - device-under-test) en de compensatiebox. De sondekop bevat de isolatiebarrière die het DUT scheidt van de aarde.

Sondepunten

Er zijn sondepuntopties beschikbaar om de sondekop op het DUT aan te sluiten.

Belangrijke prestatie-specificaties en kenmerken

- Galvanische isolatie tussen de sondepunt en de oscilloscoop
- Beschikbaar in drie bandbreedtes: 1 GHz, 500 MHz en 250 MHz
- Brede reikwijdte voor stroommeting, bepaald door de shunt die wordt gebruikt met 1X, 10X of 100X sondepunten
- Ruis $<4,70 \text{ nV} / \sqrt{\text{Hz}}$ ($<21 \mu\text{V}_{\text{RMS}}$ bij 20 MHz)
- Tot 90 dB CMRR bij 1 MHz
- Maximale common mode-spanning: 1800 V; Voor gebruik in een omgeving met vervuilingsgraad 1; max. met transiëntniveau mag niet 5 kV_{pk} overschrijden
- 1,5% nauwkeurigheid DC-versterking
- Compatibel met de MSO-instrumenten uit de 4-, 5- en 6-serie, inclusief de nieuwste B-modellen
- TekVPI™-interface maakt besturing en sondeconfiguratie mogelijk vanaf het voorpaneel van de oscilloscoop of de programmeerinterface
- Optionele tips voor het meten van stroom in klimaatkamers van -40°C tot $+125^\circ\text{C}$

Modeloverzicht

Model	Beschrijving
TICP025	250 MHz Tektronix geïsoleerde stroomsonde
TICP050	500 MHz Tektronix geïsoleerde stroomsonde
TICP100	1 GHz Tektronix geïsoleerde stroomsonde

Standaardaccessoires

In de volgende tabel worden de accessoires vermeld die met de sonde worden meegeleverd.

Accessoire	Beschrijving	Onderdeelnummer
	1X sondepuntkabel met MMCX-connector	TICPMM1
	10X sondepuntkabel met MMCX-connector	TICPMM10
	SMA-puntadapter	TICPSMA
	Ferriet klemfilter common mode	276-0905-XX

Accessoire	Beschrijving	Onderdeelnummer
	Statief wordt gebruikt om de sonde vast te houden.	020-3210-XX
	Statiefadapter voor ¼ in - 20 UNC schroefdraadaccessoires.	103-0508-XX
	Sondepuntadapter. Hiermee kan een MMCX IsoVu-punt worden gebruikt op standaard vierkante pinnen van 0,100 inch, 0,025 inch.	131-9717-XX
	Zachte draagtas met schuiminzetstuk.	016-2147-XX

Aanbevolen accessoires

De volgende tabel geeft een overzicht van de optionele accessoires.

Accessoire	Beschrijving	Onderdeelnummer
	Sondepunt 100X met MMCX-connector	TICPMM100
	TICP 5 mΩ laagvermogen shunt	TICS0005 (Qty. 1) TICS0005PK (Qty. 10)
	TICP 50 mΩ laagvermogen shunt	TICS0050 (Qty. 1) TICS0050PK (Qty. 10)
	TICP 500 mΩ laagvermogen shunt	TICS0500 (Qty. 1) TICS0500PK (Qty. 10)
	TICP 5000 mΩ (5 Ω) laagvermogen shunt	TICS5000 (Qty. 1) TICS5000PK (Qty. 10)
	TICP-kabel voor shunts	TICPTWCBL (Qty. 1) TICPTWCBLPK (Qty. 5)
	1x extreme temperatuurpunt met MMCX-connector	TICPMM1ET
	10x extreme temperatuurpunt met MMCX-connector	TICPMM10ET
	100x extreme temperatuurpunt met MMCX-connector	TICPMM100ET
	Getwist paar soldeeraccessoire	174-7492-XX
	Vierkante pin voor MMCX-adapter, 0.062\" afstand	131-9677-XX
	MMCX voor IC grijperkabel	196-3546-XX

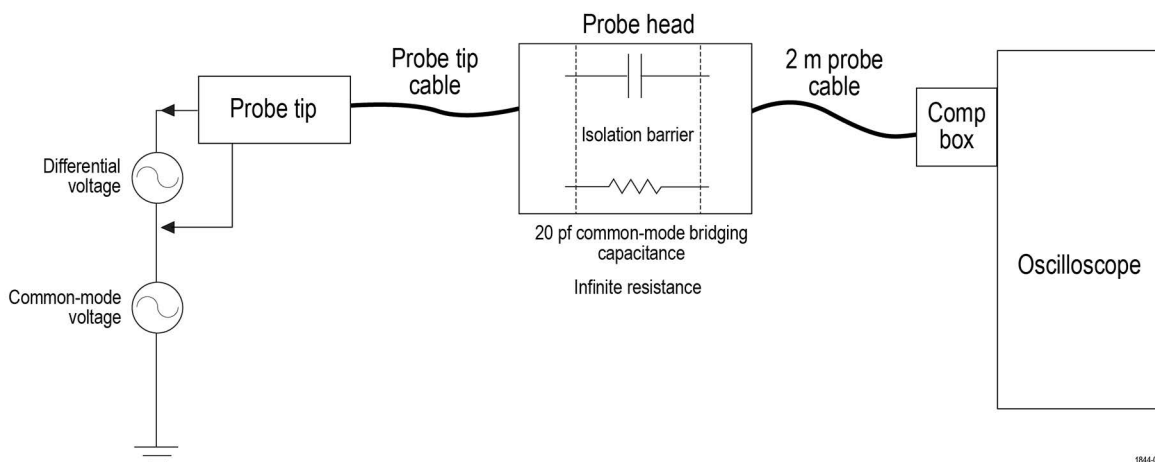
	Vierkante pin voor IC grijperkabel	196-3547-XX
	MicroCKT-grijpers	206-0569-XX

Operationele informatie

Gebruik dit gedeelte om u te helpen de sonde veilig en effectief te gebruiken. Lees alle veiligheidsinformatie voordat u uw meetsysteem installeert, zodat u op de hoogte bent van de operationele en afstandsvereisten, inclusief mogelijke gevaarlijke gebieden wanneer het meetsysteem is aangesloten op het DUT (device under test).

Blokschema TICP

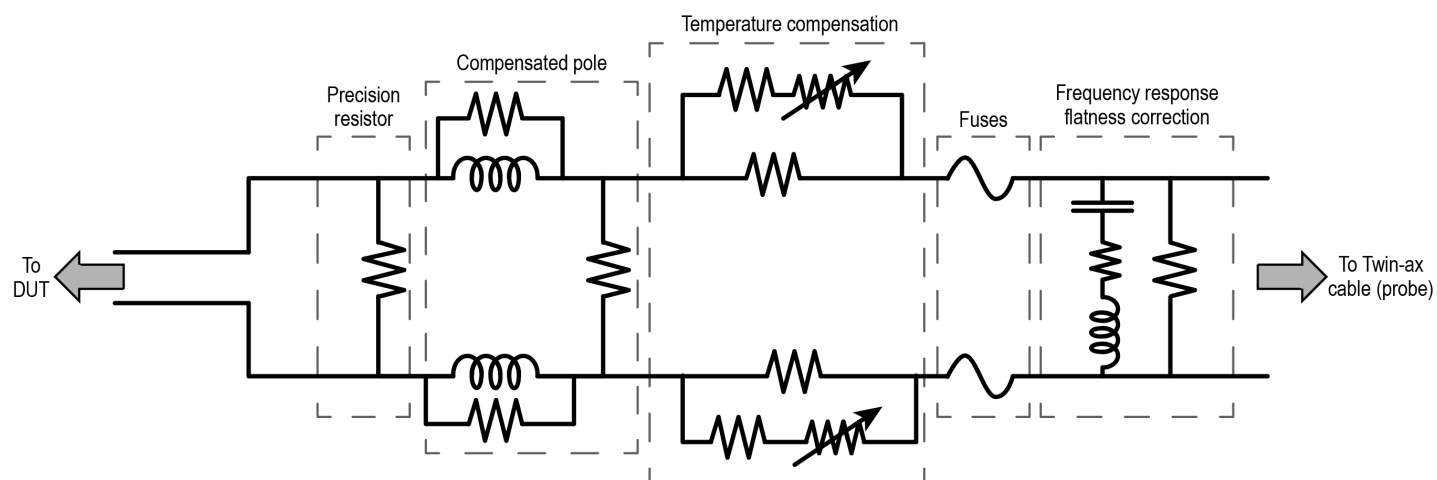
De volgende afbeelding toont een blokschema van de geïsoleerde stroomsonde van de TICP-serie IsoVu.



De common mode-weerstand en capaciteit naar aarde wordt weergegeven in de afbeelding. De common mode-weerstand wordt bij de sonde als oneindig weergegeven, omdat deze galvanisch geïsoleerd is en kan worden genegeerd. De capaciteit van de common mode-koppeling naar de aarde en het omliggende circuit wordt weergegeven als de overbruggingscapaciteit. Deze capaciteit zal ongeveer 20 pF bedragen wanneer de sondekop 6 inch (15,25 cm) boven een grondvlak wordt geplaatst.

Om de effecten van common mode capacatieve belasting te minimaliseren, kunt u het volgende overwegen:

- Kies indien mogelijk een referentiepunt in het te testen apparaat (DUT) met een statisch potentieel ten opzichte van de aarding.
- Sluit de coaxiale (gemeenschappelijke) afscherming van de sondepunt aan op het laagste impedantie punt van het circuit.
- Het vergroten van de fysieke afstand tussen de sondekop en een geleidend oppervlak zal de capaciteit verminderen.
- Wanneer u meerdere TICP-sondes gebruikt om verschillende punten in het circuit te meten die niet dezelfde common mode-spanningen hebben, houd dan de sondekoppen gescheiden om de capacatieve koppeling te minimaliseren.



1844-037

Wideband shunt block diagram

Beste methoden voor hantering van meetsystemen

Het meetsysteem bestaat uit kwaliteitsonderdelen en moet met zorg worden behandeld om schade of verslechtering van de prestaties als gevolg van verkeerd gebruik te voorkomen. Neem de volgende voorzorgsmaatregelen in acht bij het hanteren van de sonde en de punten.

- De sondekabel niet pletten, krimpen of knikken.
- Verdraai de kabel niet.
- Laat geen knikken of knopen in de sondekabel ontstaan.
- Oefen geen trekkracht uit op de sondekabel.
- Trek niet aan de kabel, zeker niet als er knikken of knopen aanwezig zijn.
- Laat de sondekop of de compbox niet vallen. Dit kan leiden tot schade en verkeerde uitlijning van de interne componenten.
- Vermijd het te ver buigen van de sondepunten; overschrijd de minimale buigradius van 51 mm (2,0 inch) niet. Overschrijd de minimale buigradius van 1,5 inch (39 mm) niet voor de extreme temperatuurtips (ET).
- Voorkom dat de kabels geplet worden door per ongeluk met het wiel van een stoel over de kabel te rijden of door een zwaar voorwerp op de kabel te laten vallen.
- Bewaar het meetsysteem in de meegeleverde draagtas wanneer het niet in gebruik is.

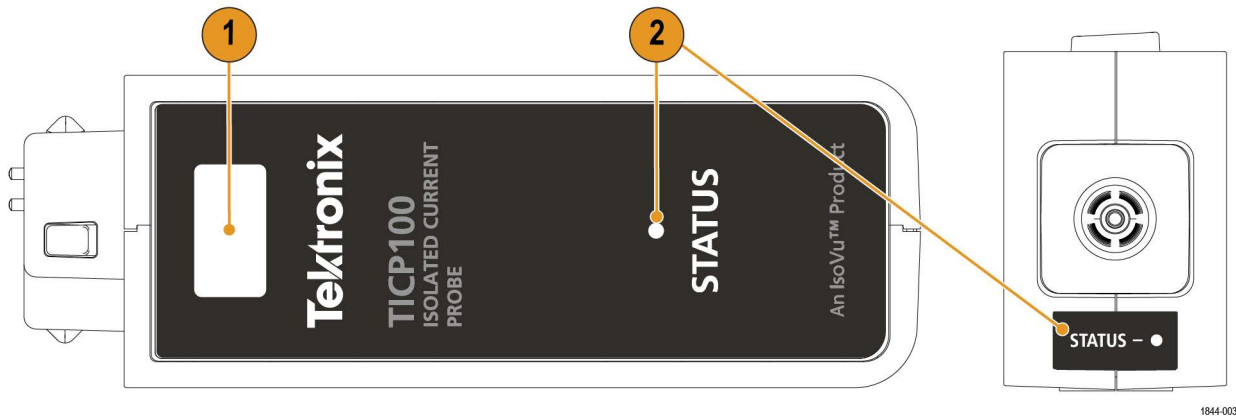
Omgevingsvereisten

Kenmerk	Component	Operationeel	Niet operationeel
Compensatiebox, sondekop en temperatuur van SMA-puntadapter		0°C tot +50°C	-20°C tot +70°C
Standaard punttemperatuur	TICPMM1, TICPMM10, TICPMM100, TICS0005, TICS0050, TICS0500, TICS5000, TICPTWCBL	-40°C tot +85°C	-40°C tot +85°C
Punten voor extreme temperaturen (ET)	TICPMM1ET, TICPMM10ET, TICPMM100ET	-40°C tot +125°C	-40°C tot +125°C; Opslagtemperatuur is -40°C tot +85°C
Vochtigheid	Alle componenten	5% tot 85% relatieve vochtigheid tot +40°C, 5% tot 45% relatieve vochtigheid tot +50°C, niet-condenserend	5% tot 85% relatieve vochtigheid tot +40°C, 5% tot 45% relatieve vochtigheid tot +70°C, niet-condenserend
Hoogte	Alle componenten	Tot 3.000 meter	Tot 12.000 meter

De Tektronix extreme temperature (ET) tips maken nauwkeurige stroommetingen mogelijk bij milieutests over een uitgebreid temperatuurbereik van -40°C tot +125°C.

Besturingselementen en indicatoren

Een beschrijving van de besturingselementen en indicatoren op de compensatiebox.



1. Ontgrendelingsknop. Om de compensatiebox (comp) los te koppelen van de oscilloscoop, drukt u op de ontgrendelingsknop en trekt u de box weg van het instrument.
2. STATUS-indicatoren. Ledlampjes die de status van de sonde aangeven. Er bevindt zich een statusindicator aan de boven- en achterkant van de compbox. Voor meer informatie over de status van de LED, raadpleegt u [Probleemoplossing en foutmeldingen](#) (on page 75)

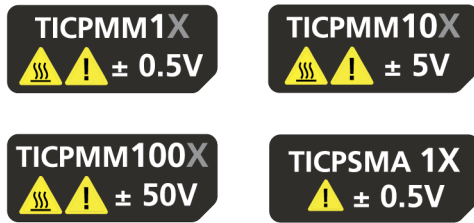
Kabelmarkeringen

De markering op de kabel waarschuwt voor mogelijk gevaar door RF-brandwonden.



Sondepunten

Elke sondepunt heeft een label waarop het maximale dynamische bereik en de dempingsfactor worden vermeld.



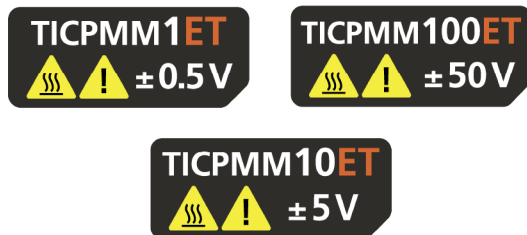
1844-001

TICPMM tip labels



1844-024

Wideband shunt labels

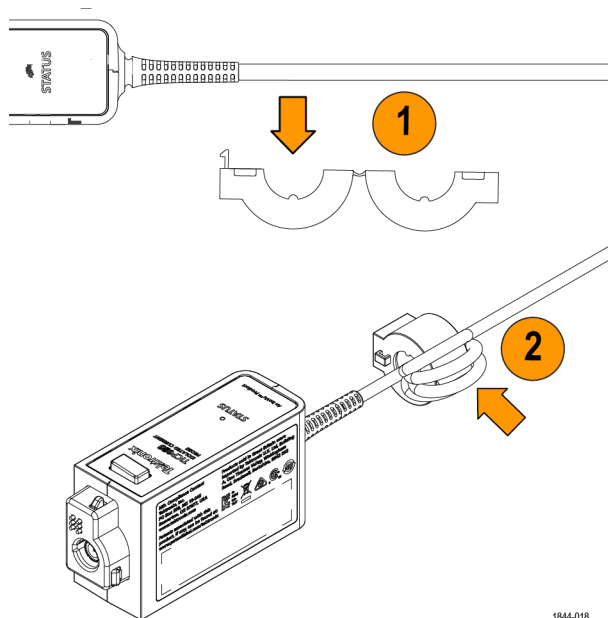


1844-027

Extreme temperature tip labels

Ferrietklem aanbrengen

In de volgende stappen wordt het aanbrengen van de common mode-ferrietklem op de sondekabel beschreven.



1844-018

1. Plaats de common mode-ferrietklem binnen 0,25 inch van de trekantlasting van de compensatiebox.
2. Leg de kabel vijf maal in een lus om de open ferrietklem en sluit de klem.

Zorg ervoor dat de lussen zo klein mogelijk zijn om de effectiviteit van het ferriet te maximaliseren.

Om de ferrietklem van de sondekabel te verwijderen, steekt u een platte schroevendraaier in de opening tussen de vergrendelingen van de klem en tilt u deze omhoog.

Aansluiten op een circuit

De volgende stappen beschrijven het proces voor het aansluiten van de sonde van de TICP-serie op een oscilloscoop en het te testen apparaat (DUT).

WARNING: Sluit het meetsysteem niet aan op een spanningvoerend circuit, om het risico op een elektrische schok te vermijden. Haal altijd eerst de spanning van het te testen circuit voordat u de kabel van de punt koppelt aan of ontkoppelt van het te testen circuit. De kunststof behuizing van de sondekop en de sondepunt van de sondekabel zorgen niet voor de isolatie.

WARNING: Om het gevaar voor elektrische schokken of RF-brandwonden te voorkomen terwijl het DUT onder spanning staat, mag u de sondekop of de sondepunt niet aanraken tijdens het uitvoeren van metingen. Houd altijd 1 m (40 in.) afstand van de sondekop tijdens het meten. Zie [Afstandsvereisten](#) (on page 12).

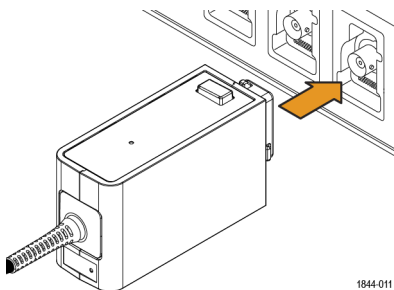
WARNING: Om te voorkomen dat er een vlamboog ontstaat die door een ander potentiaal wordt veroorzaakt, mag u de sondekop of de sondepunt niet koppelen met een circuit dat een andere spanning heeft.

CAUTION: Om mogelijke schade aan de apparatuur te voorkomen, mag u de coaxiale (gemeenschappelijke) afscherming van de sondepunt of SMA-ingang niet aansluiten op het hoge-impedantiegedeelte van een circuit. De extra capaciteit kan circuitschade veroorzaken. Sluit de coaxiale (gemeenschappelijke) afscherming aan op het lage-impedantiegedeelte van het circuit.

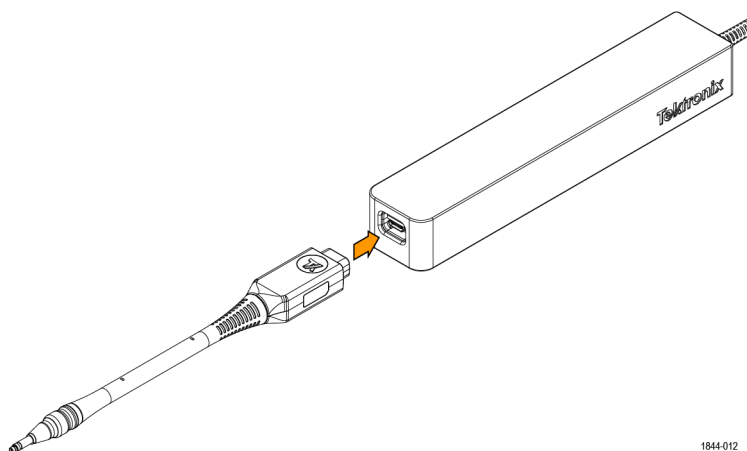
Het aanraken van de sondekop of de kabel van de sondepunt bij het meten van een hoogfrequent common mode-sigitaal vergroot de capacatieve koppeling en kan de common mode-belasting op het te testen circuit verslechteren. Voorkom onnauwkeurige metingen als gevolg van het stapelen van afzonderlijke sondekoppen. Houd mobiele telefoons op minstens een meter afstand tijdens het uitvoeren van metingen.

Controleer of het DUT niet is aangesloten op een spanningvoerend circuit. Voor een zo nauwkeurig mogelijke meting laat u de sonde 5 minuten opwarmen.

1. Sluit de compensatiebox aan op een beschikbaar kanaal op de oscilloscoop.



2. Lijn de IsoConnect™-connectoren van de sondepunt en de sondekop met elkaar uit.
Zorg ervoor dat u tijdens dit proces de sondepunt niet buigt of verdraait.
3. Koppel de sondepunt met de sondekop.



Bevestig de sondekop op een tweepoot- of driepootstatief (met adapter) of een soortgelijke steun. Door gebruik van een steun blijft de sondekop stabiel, waardoor potentiële mechanische spanningen op het elektrische aansluitpunt van het DUT worden verminderd. De steun houdt de sondekop ook uit de buurt van omringende circuits en geleidende objecten om de parasitaire capacatieve koppeling met deze omgeving te minimaliseren. De meegeleverde statiefadapter is vereist om sondes van de TICP-serie op een statief te bevestigen.

4. Sluit de sondepunt aan op het DUT.

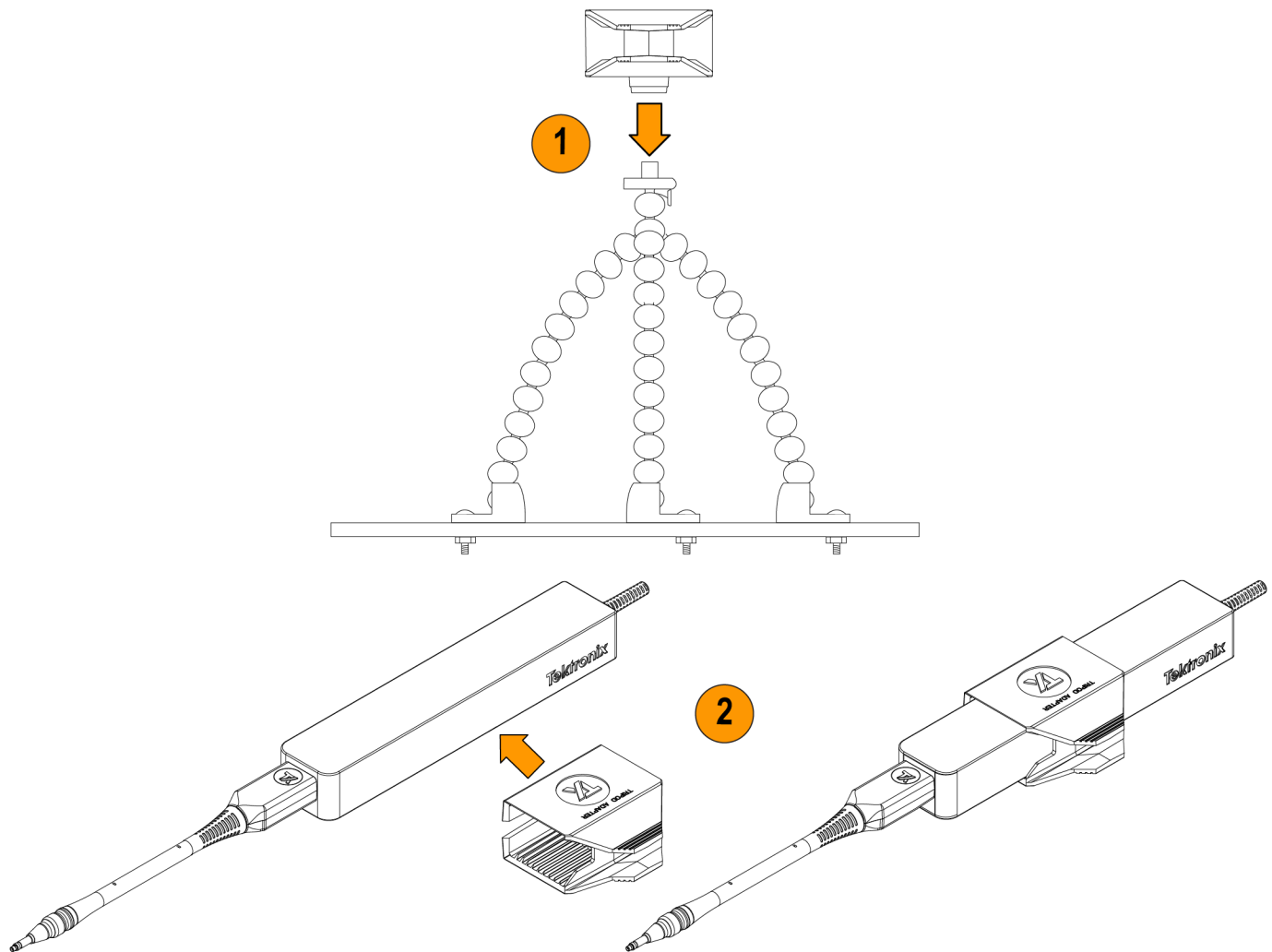
Als u een MMCX-punt gebruikt, sluit u de punt aan op een MMCX-connector of op een adapter met vierkante pin voordat u deze aansluit op het DUT. De adapters worden aangesloten op vierkante pinnen met een tussenruimte van 0,100 inch (2,54 mm) of 0,062 inch (1,57 mm).

5. Stel de besturingsselementen op de oscilloscoop in.

6. Schakel het DUT in om de meting uit te voeren.

Installatie statiefadapter

In de volgende stappen wordt de installatie beschreven van de statiefadapter op de sondekop en het bevestigen ervan op een statief.



1844-015

1. Bevestig de adapter op een compatibel statief.

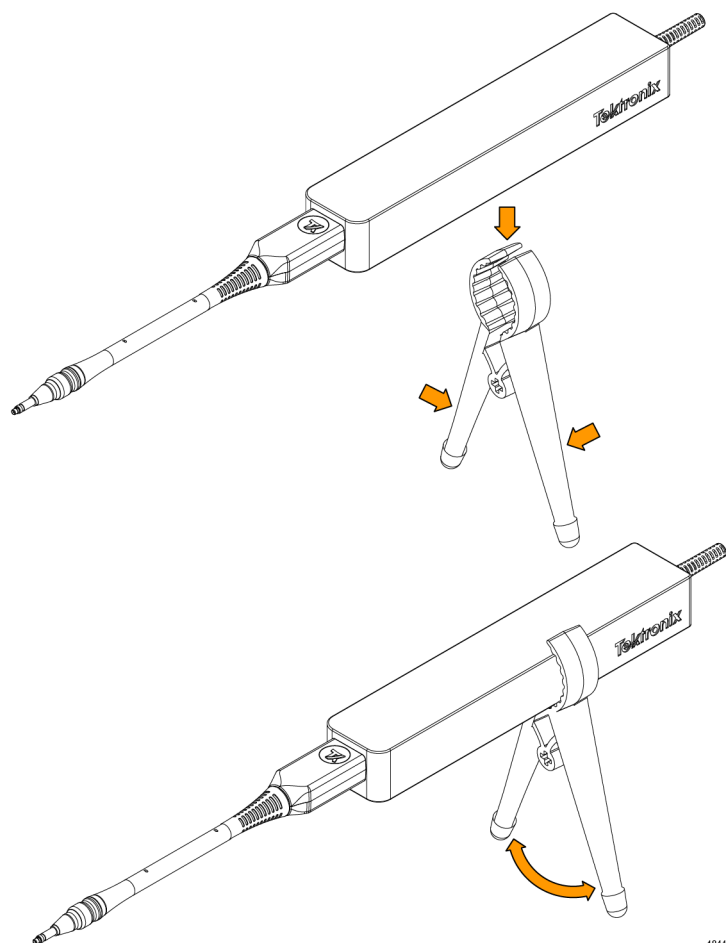
De schroefdraad in de adapter is UNC $\frac{1}{4}$ -20. Zorg ervoor dat de schroefdraad van het statief ook UNC $\frac{1}{4}$ -20 is.

2. Open de klem op de statiefadapter en bevestig deze op de sondekop.

Bevestiging op een tweepootstatief

In de volgende stappen wordt beschreven hoe de sondekop kan worden bevestigd op een tweepootstatief.

Het driepootstatief wordt aanbevolen bij gebruik van breedbandshunts (TICS) of de extreme temperatuurtips (ET) met uw TICP-serie sonde. Het tweepootstatief biedt mogelijk geen volledige ondersteuning aan de sonde vanwege de flexibiliteit van de TWCBL- of ET-punten.

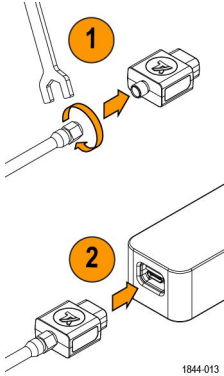


1844-014

1. Knijp de handgrepen van het tweepootstatief samen om de klem te openen.
2. Plaats de sondekop in de klem en laat de hendel los, zodat de sonde de hoek heeft die nodig is om verbinding te maken met het DUT.

De SMA-adapter aansluiten

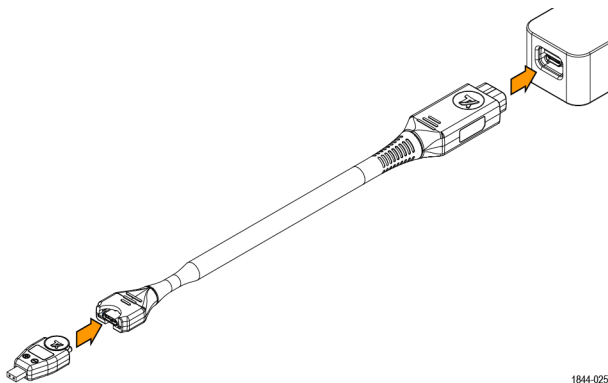
De volgende stappen beschrijven het proces voor het aansluiten van de TICPSMA SMA-puntadapter op de sondekop en de SMA-kabel. Het wordt aanbevolen om eerst de SMA-kabel op de SMA-adapter aan te sluiten en vervolgens de SMA-adapter op de sondekop aan te sluiten.



1. Sluit een SMA-kabel aan op de SMA-adapter.
Gebruik een SMA-sleutel om de SMA-kabel vast te draaien tot 8 in lbs.
2. Sluit de SMA-adapter aan op de sondekop.

De breedbandshunts aansluiten

De volgende stappen beschrijven de procedure voor het aansluiten van de breedbandshunts en de Twin-ax-kabel op de TICP-sonde. Het wordt aanbevolen om de statiefadapter te gebruiken bij gebruik van de Twin-ax-kabel en shunts met de TICP-sonde. De flexibele Twin-ax-kabel biedt geen ondersteuning aan de meetkop wanneer de bipod is gemonteerd.

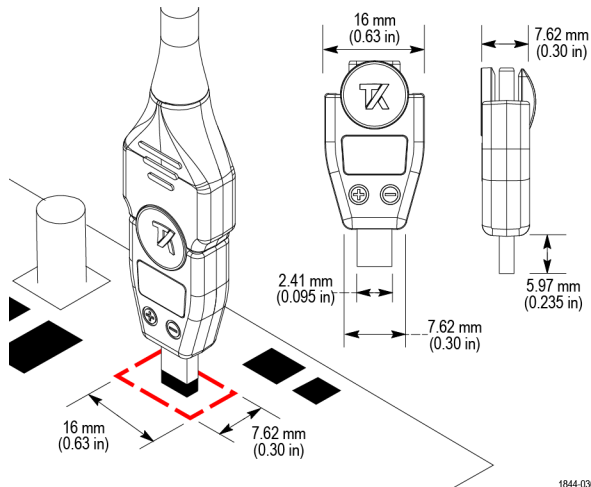


1. Sluit een shunt aan op de Twin-ax-kabel.
2. Sluit de kabel aan op de sondekop.

De breedbandshunt op een vierkante pin monteren

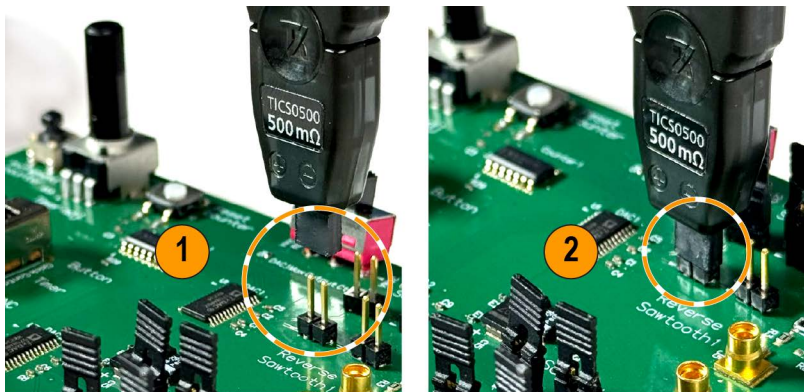
De volgende stappen beschrijven de procedure voor het installeren van de breedbandshunt op een vierkante pin van 0,1 inch. De vierkante pinnen worden meegeleverd met uw breedbandshunts en moeten worden gesoldeerd met de vergulde zijde tegen de shunts aan. De aanbevolen alternatieven moeten een goudvergulde laag van minimaal 30 µm hebben.

De volgende illustratie toont de aanbevolen afstandsvereisten voor het aansluiten van een breedbandshunt op een vierkante pin van 0,1 inch op de printplaat.



1844-036

Sluit de breedbandshunt aan op de Twin-ax-kabel vóór of nádat u de shunt op een vierkante pin op uw printplaat aansluit. Het wordt aanbevolen om de meegeleverde vierkante pinheaders met een pitch van 0,1 inch te gebruiken, of een gelijkwaardige vierkante pin met een dikte van 30 µm en een goudvergulde coating voor optimale betrouwbaarheid.

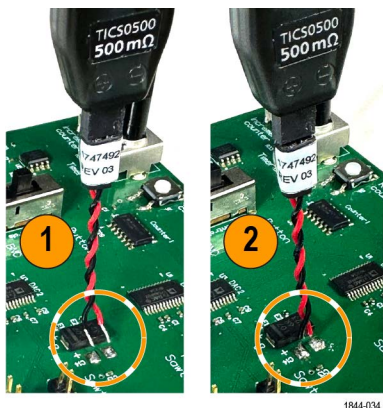


1844-034

1. Om de breedbandshunt op een vierkante pin te installeren, lijnt u de shuntaansluiting uit met de vierkante pin.
2. Druk voorzichtig op de shunt om deze op de vierkante pin vast te zetten.

De breedbandshunt installeren met de twisted-pair soldeerverbinding

De volgende stappen beschrijven het proces voor het installeren van de breedbandshunt met een twisted-pair soldeer op een printplaat. Soldeer de twisted-pair-accessoire aan de printplaat voordat u de shunt aansluit.



1. Plaats het soldeeraccessoire voor de twisted pair boven een via, soldeerpunten of onderbroken sporen op de printplaat. De afbeelding hierboven laat zien hoe het twisted pair aan de soldeerpunten wordt gesoldeerd.
2. Soldeer de blootliggende uiteinden van de twisted-pair-draden aan de via-pads of doorgesneden sporen. Breng indien nodig een kleine hoeveelheid lijm aan om de aansluiting op de printplaat verder te versterken.

De extreme temperatuurpunten aansluiten

De extreme temperatuur (ET)-punten maken het mogelijk om stroommetingen uit te voeren over een temperatuurbereik van -40°C tot +125°C.

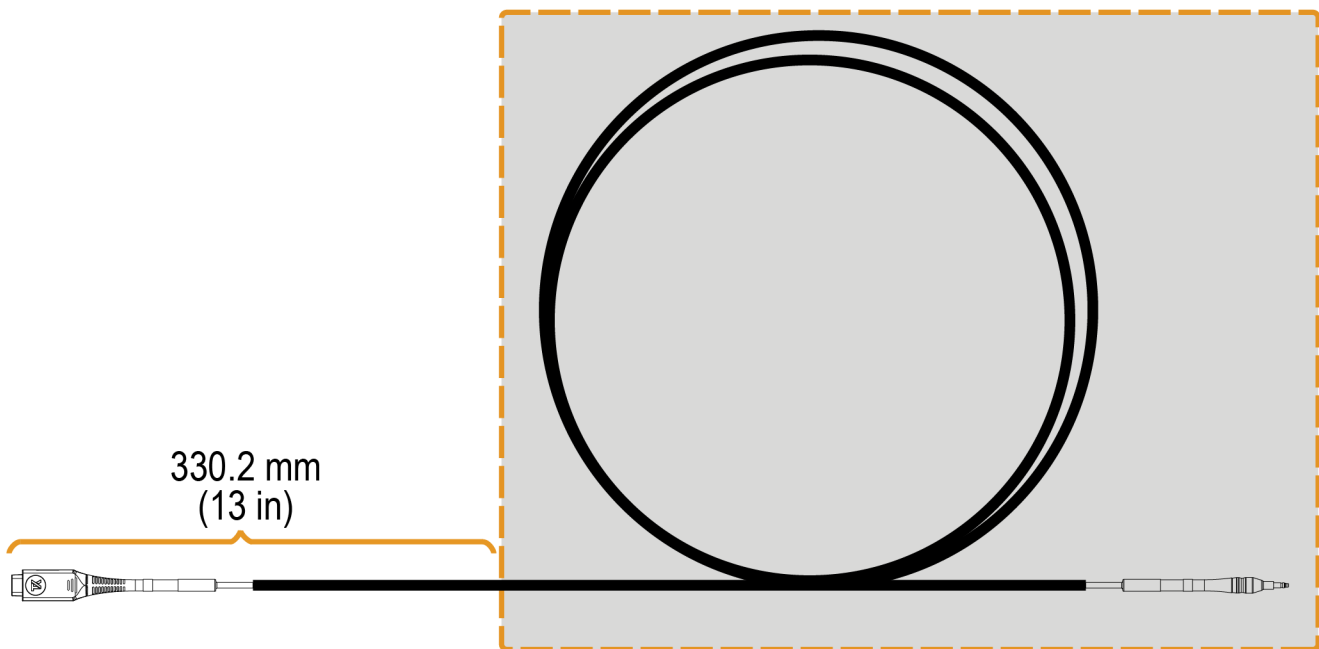
De kabels van de extreme temperatuur-punten worden op dezelfde manier op de TICP-meetkop aangesloten als de standaard meetpunten, met behulp van de MMCX-connector. Zie [Aansluiten op een circuit](#) (on page 29). Deze kabels van 1,8 meter zorgen voor de verbinding tussen een te testen apparaat (DUT) dat zich in een temperatuurkamer bevindt en een Tektronix-oscilloscoop en TICP-stroomsonde die zich buiten de kamer bevinden.

CAUTION: Om mogelijke schade aan het accessoire te voorkomen, mag u het accessoire niet loskoppelen van de sonde of de DUT door aan de kabel te trekken. Als u de punt van de sonde loskoppelt, houd dan het kunststof gedeelte van de connector vast. Als u de punt van de DUT loskoppelt, houd dan het kunststof gedeelte van de punt vast.

De ET-punt is bedoeld voor gebruik in klimaatkamers. Deze punt is niet bedoeld voor gebruik onder lokale verwarmingselementen.

CAUTION: Overschrijd de minimale buigradius van 1,5 inch (39 mm) niet om schade aan de kabel van de extreme temperatuur-punt te voorkomen.

In de onderstaande afbeelding geeft het gearceerde gebied binnen de stippellijn de aanbevolen werkzone aan voor gebruik bij extreme temperaturen. Om te voorkomen dat lekkage via de toegangspoort van de omgevingskamer de sondekop beïnvloedt, moet deze werkzone minimaal 330,2 mm (13 inch) van de sondekop beginnen.



1844-033

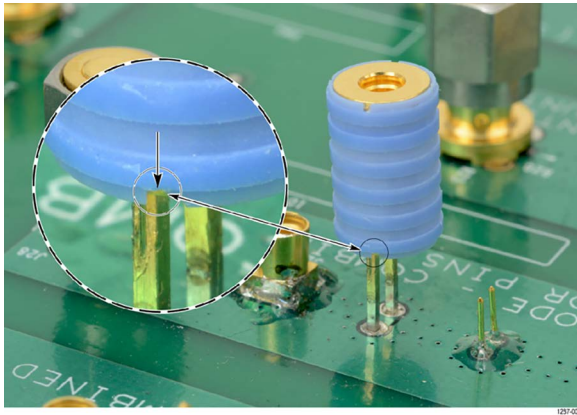
De sondepuntadapters installeren

Er zijn twee Tektronix-sondepuntadapters waarmee u de MMCX-sondepunten kunt aansluiten op pinnen op de printplaat. De pitchadapter MMCX-op-0,1-inch (2,54 mm) en de pitchadapter MMCX-op-0,062-inch (1,57 mm).

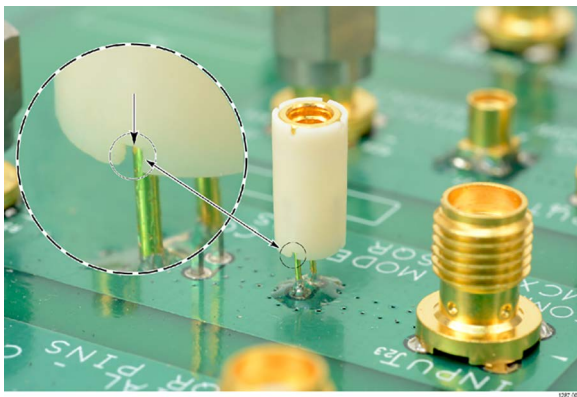
Eén uiteinde van elke adapter heeft een MMCX-poort voor aansluiting op een IsoVu MMCX-puntkabel. Het andere uiteinde van de adapter heeft een centrale pin-poort en vier gemeenschappelijke (afgeschermd) poorten rond de buitenkant van de adapter. Inkepingen op de adapters kunnen worden gebruikt om de afgeschermd poorten te lokaliseren. De procedure voor het installeren van deze adapters is hetzelfde, het belangrijkste verschil is de afstand tussen de pinnen op de printplaat.

Om de adapters op de vierkante pinnen aan te brengen, lijnt u het midden van de adapter uit met de signaalbronpin op de printplaat. Gebruik de inkeping op de adapter om een van de afgeschermd poorten uit te lijnen met de gemeenschappelijke pin op de printplaat. De volgende afbeeldingen tonen voorbeelden van het uitlijnen van de adapters op de printplaat.

Om de beste elektrische prestaties te bereiken, in het bijzonder de CMRR-prestaties en EMI-gevoeligheid, plaatst u de sondepuntadapter zo dicht mogelijk bij de printplaat.

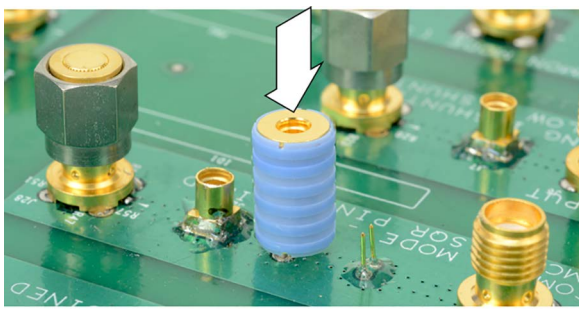


Lining up the MMCX-to-0.1-inch (2.54 mm) adapter on the circuit board

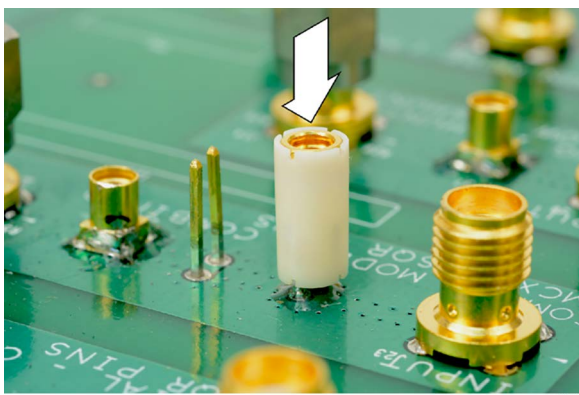


Lining up the MMCX-to-0.062-inch (1.57 mm) adapter on the circuit board

Nadat u de adapters hebt uitgelijnd, drukt u de adapter voorzichtig omlaag om deze op zijn plaats op de printplaat te plaatsen.



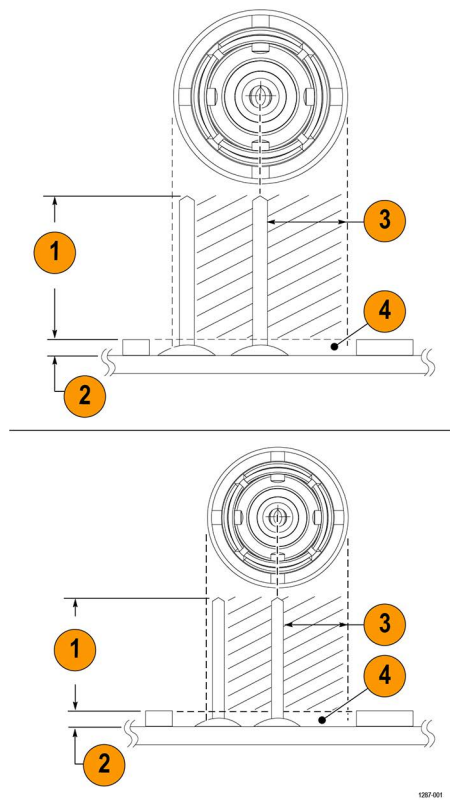
Pushing the MMCX-to-0.1-inch (2.54 mm) adapter in place



Pushing the MMCX-to-0.062-inch (1.57 mm) adapter in place

De vierkante pinnen aanbrengen op de printplaat

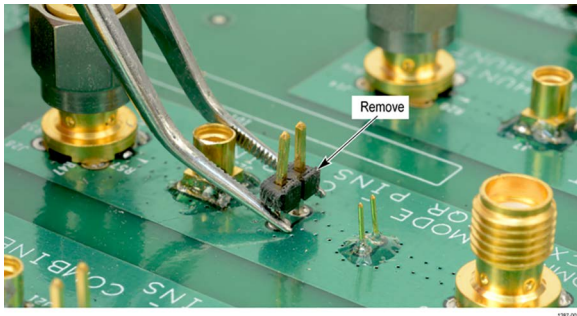
De volgende afbeelding en tabel tonen de aanbevolen afstandsvereisten voor het aansluiten van de adapters op de vierkante pinnen op de printplaat. De onderkanten van de adapters worden bovenaan weergegeven.



Adapter clearance requirements

Referentie afbeelding	Sondepuntadapter, MMCX op 0,1" pitch vk. pin 0,635 mm (0,025 in) vk. pinnen	Sondepuntadapter, MMCX op 0,062" pitch vk. pin 0,406 mm (0,016 in) vk. pinnen
1	Aanbevolen maximale pinlengte 6,00 mm (0,235 in)	Aanbevolen maximale pinlengte 4,40 mm (0,170 in)
2	Ruimte tussen adapter en printplaat minimaliseren	
3	Veiligheidsruimte (diameter van iedere adapter)	
4	Vermijd of minimaliseer aanwezigheid van componenten binnen de veiligheidsruimte	

De vierkante pinnen van 0,025 inch (0,635 mm) moeten zich al op de printplaat bevinden. Bij sommige vierkante pinnen zijn mogelijk headers op de printplaat geïnstalleerd. Tektronix raadt aan om het plastic afstandsstuk van de vierkante pinnen te verwijderen om beter toegang te krijgen tot de printplaat, zoals weergegeven in de volgende afbeelding, om de beste elektrische prestaties te bereiken, in het bijzonder CMRR. Mogelijk moet u een pincet gebruiken om het afstandsstuk te verwijderen, zoals weergegeven op de afbeelding.



Removing the header from square pins on the circuit board

Tektronix levert een set soldeerpinen (0,018 inch (0,46 mm) diameter) om op de printplaat te installeren voor gebruik met de adapter MMCX op 0,062 inch (1,57 mm). Gebruik het soldeerhulpgereedschap (Tektronix onderdeelnummer, 003-1946-xx) om deze pinen op de printplaat te installeren.

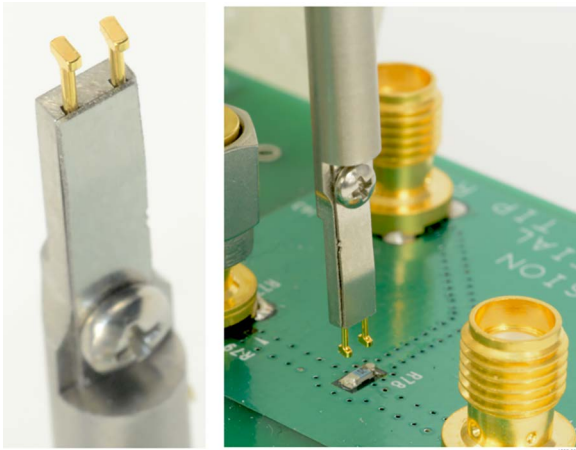
De soldeerpinen zijn extreem klein en kunnen lastig te hanteren zijn. Tektronix raadt aan een pincet en een vergrootinstrument te gebruiken bij het installeren van de pinen op de printplaat.

De soldeerpinen kunnen rond een op het oppervlak gemonteerd onderdeel op de printplaat worden geïnstalleerd, maar er moet voldoende ruimte vrij blijven voor een goede elektrische verbinding met de adapter. Zie de afbeelding van de adapterspeling.

De coaxiale (gemeenschappelijke) afscherming van de sondepunt en puntadapters moet altijd worden aangesloten op het laagste impedantie punt (meestal een gemeenschappelijk circuit- of voedingsrail) in het te testen circuit (ten opzichte van de sondepuntkabel/centrale geleider) om de meest nauwkeurige golfvorm te verkrijgen.

Gebruik de volgende stappen om de soldeerpinen met behulp van de soldeerhulp op de printplaat aan te brengen:

1. Steek de soldeerpinen voorzichtig in de soldeerhulp, zoals weergegeven in de volgende afbeelding.



Using the soldering aid to install the square pins on the circuit board

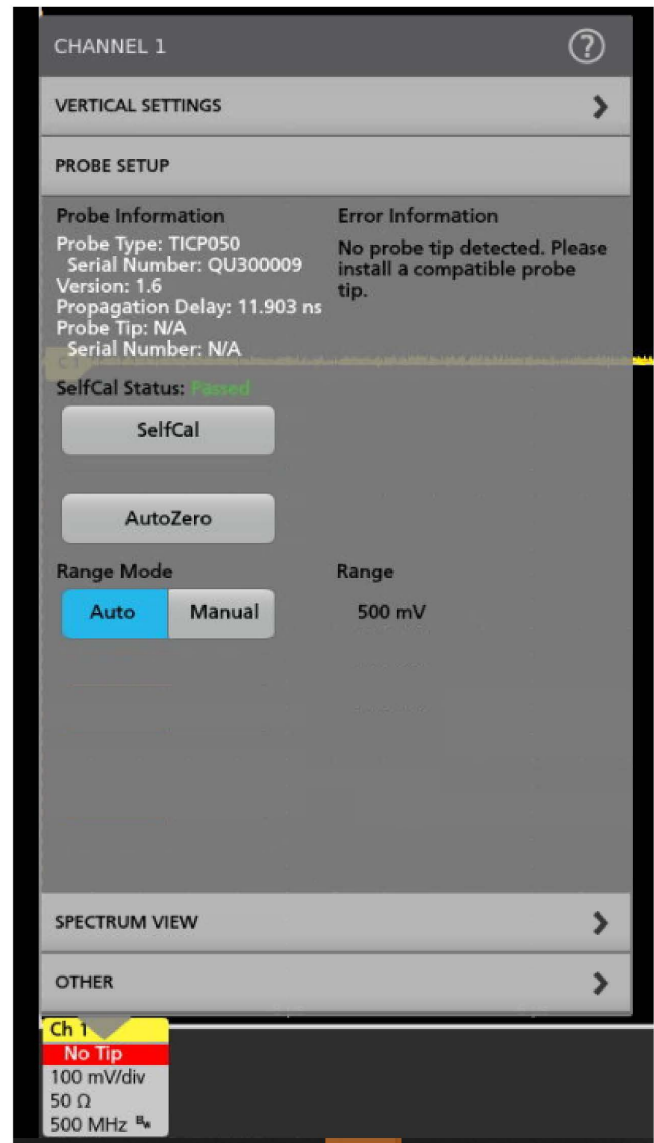
2. Gebruik de soldeerhulp om de vierkante pinen op hun plaats te houden terwijl u de vierkante pinen op de printplaat soldeert.
3. Breng indien nodig een kleine hoeveelheid lijm aan om de aansluiting op de printplaat verder te versterken. Breng de lijm echter zo laag mogelijk aan voor een goed elektrisch contact voor de adapter. Zie de afbeelding van de adapterspeling.

Menu Probe Setup (Sondeconfiguratie)

Gebruik het menu 'Probe Setup' (Sondeconfiguratie) om informatie over de sonde te bekijken, zelfkalibratie (SelfCal) uit te voeren, AutoZero uit te voeren, de bereikmodus te wijzigen en het bereik in te stellen.

Om toegang te krijgen tot het menu voor sondeconfiguratie op de oscilloscoop, tikt u twee keer op de bijbehorende analoge kanaal-badge op de instellingenbalk en tikt u vervolgens op **Probe Setup** (Sondeconfiguratie).

U ontvangt een waarschuwingsbericht als u de sonde op de oscilloscoop aansluit zonder dat een sondepunt is aangebracht. De volgende afbeeldingen tonen het menu met en zonder de waarschuwing voor de punt.



Zelfkalibratie

De zelfkalibratiefunctie (SelfCal) die de versterkingsnauwkeurigheid en de DC-offset corrigeert. Deze parameters veranderen tijdens het opwarmen van de sonde tot de bedrijfstemperatuur en blijven constant nadat de temperatuur een stabiele toestand heeft bereikt.

Controleer de **SelfCal Status** (Status Zelfkalibratie) in het menu **Probe Setup** (Sondeconfiguratie). De status geeft aan wanneer SelfCal is **Passed** (Geslaagd) of **Failed** (Mislukt) en wanneer het wordt **Recommended** (Aanbevolen) om SelfCal uit te voeren.

Om de status van de SelfCal op afstand te controleren, gebruikt u het commando `SELF CAL:STATE? PI` om vast te stellen of zelfkalibratie is **RECOMMENDED** (Aanbevolen), **RUNNING** (In uitvoering) of **PASSED** (Geslaagd).

Het wordt aanbevolen om SelfCal opnieuw uit te voeren wanneer er een verandering van 10°C in de omgevingstemperatuur is of wanneer de status **Recommended** (Aanbevolen) is. Voer de volgende stappen uit om een zelfkalibratie uit te voeren:

1. Tik op de kanaal-badje die overeenkomt met het kanaal waarop u de sonde hebt aangesloten.
2. Klap in het menu van het kanaal het tabblad **Probe Setup** (Sondeconfiguratie) open.
3. Tik op de knop **SelfCal**.

Gebruik om de zelfkalibratie op afstand uit te voeren het commando `CH<x>:PROBE:SELF CAL EXECUTE PI`. Het aangesloten kanaal wordt aangegeven met "x".

NOTE: Voor de beste resultaten voert u zelfkalibratie uit terwijl de sonde is aangesloten op de uitgeschakelde DUT.

Bij gebruik van verticale schalen van 10 mV/div of minder moet de zelfkalibratie van de sonde worden uitgevoerd terwijl de sondepunt nog is bevestigd en zonder dat er een signaal op de sondepunt wordt toegepast. Daarnaast wordt voor de punten TICPSMA en TICPMX1X aanbevolen om tijdens de zelfkalibratie een representatieve drive-impedantie (een uitgeschakeld DUT) aangesloten te laten op de sondepunt.

Op hogere verticale schalen, of in het specifieke geval van een TICPSMA- of TICPMX1X-punt die wordt aangedreven door een zeer lage impedantie (een shuntweerstand $\leq 5 \Omega$), kan een alternatieve benadering worden gebruikt om de punt los te koppelen van de sondekop, om er zeker van te zijn dat er geen signaal wordt toegepast tijdens zelfkalibratie.

Het duurt 5 minuten voordat de sonde van de TICP-serie is opgewarmd en het uitvoeren van de zelfkalibratie duurt minder dan twee minuten. De **SelfCal Status** (Status Zelfkalibratie) verandert in **Passed** (Geslaagd) of **Failed** (Mislukt).

AutoZero

AutoZero en zelfkalibratie werken op verschillende delen van het meetsysteem. Zelfkalibratie optimaliseert metingen door aanpassingen van parameters in de sonde. AutoZero is een oscilloscoopfunctie en wordt gebruikt wanneer een weergegeven golfvorm niet correct is gecentreerd (bijvoorbeeld vanwege een kleine DC-offsetfout). AutoZero wordt automatisch uitgevoerd na zelfkalibratie.

Het is belangrijk om het DUT uit te schakelen of uw sonde los te koppelen van het DUT voordat u AutoZero uitvoert.

Auto Range

De **Range Mode** (Modus Bereik) kan worden ingesteld op **Auto** (Automatisch) of **Manual** (Handmatig). Wanneer de Range Mode (Modus Bereik) is ingesteld op **Auto** (Automatisch), wordt het sondebereik automatisch geselecteerd wanneer aan de V/div-knop op de oscilloscoop wordt gedraaid. De relatie tussen het sondebereik en de V/div-instelling is zoals te zien in de tabel Bereiken en 4/5/6-serie MSO Volts/div-instellingen.

Bereiken

Het meetsysteem heeft verschillende bereiken waaruit u kunt kiezen, ongeacht of de sonde met of zonder punt wordt gebruikt. Hierdoor kunnen afwegingen worden gemaakt tussen ruis en dynamisch bereik, afhankelijk van de vereisten van de meting die wordt uitgevoerd.

CAUTION: Om schade aan de sonde te voorkomen, mag u de piekspanning voor een bepaalde punt of sondekop niet overschrijden. De maximale niet-destructieve spanningslimiet (piekspanning) mag niet stijgen wanneer de sondebereiken worden gewijzigd.

Bij MSO-instrumenten uit de 4-, 5- en 6-serie kunnen de bereiken worden geselecteerd wanneer **Range Mode** (Modus bereik) is ingesteld op **Manual** (Handmatig). De aanbevolen V/div-instellingen worden weergegeven in de onderstaande tabel. De weergegeven bereiken gelden voor de SMA-ingang van de sonde en de 1X-punt. Vermenigvuldig het bereik en de V/div-instelling met de puntdeмпing om de waarden voor een sondepunt te verkrijgen.

Bereiken en Volt/div-instellingen voor MSO's van de 4/5/6-serie

Bereiken MSO-sondes van de 4/5/6-serie	Aanbevolen instellingen V/div
20 mV	2 mV/div
30 mV	5 mV/div
45 mV	5 mV/div
65 mV	10 mV/div
90 mV	10 mV/div
125 mV	20 mV/div
175 mV	20 mV/div
250 mV	20 mV/div
350 mV	50 mV/div
500 mV	100 mV/div

Wanneer u een punt gebruikt, toont het label van elke sondepunt het maximale dynamische bereik en de dempingsfactor. Wanneer gevoeligere bereiken worden geselecteerd, is het dynamische bereik beperkt. Raadpleeg het lineaire differentiële ingangsspanningsbereik in de specificatietabel voor meer informatie.

Een sondepunt selecteren

CAUTION: Vermijd overspanningsomstandigheden die de ingangsafsluiting van de sondekop kunnen beschadigen of aantasten door de juiste sondepunt te selecteren. Het selecteren van de juiste verzwakkingsfactor voor de sondepunt is van cruciaal belang om ervoor te zorgen dat de ingangsafsluiting van de sondekop niet wordt aangetast of beschadigd door overspanning. Selecteer de sondepunt die de laagst mogelijke demping biedt voor het signaal dat wordt gemeten.

Houd bij het selecteren van een sondepunt voor een bepaalde toepassing rekening met de volgende vragen:

- Wat is de maximale RMS/peikspanning op het testpunt dat wordt gemeten (bijvoorbeeld bij een storing)?
- Wat is de minimale single-ended ingangsweerstand die mijn circuit kan verdragen?
- Hoe groot is het signaal dat ik in één keer op de oscilloscoop wil weergeven?
- Welke gevoeligheid heb ik nodig (bijvoorbeeld de minimale V/div-instelling)?

De volgende tabel helpt u bij het selecteren van de juiste sondepunt. Begin bovenaan de tabel en werk naar beneden. Kies de eerste punt die aan al uw criteria voldoet.

Selectie van sondepunt

Sondepunt	Gevoeligste V/div-instelling	Dynamisch bereik	Maximale niet-destructieve spanning (DC + pk AC)	Single-ended ingangsweerstand
TICPSMA	1 mV	$\pm 0,5$ V	± 3 V	50 Ω
TICPMM1/TICPMM1ET	1 mV	$\pm 0,5$ V	± 3 V	50 Ω
TICPMM10/ TICPMM10ET	10 mV	± 5 V	± 15 V	500 Ω
TICPMM100/ TICPMM100ET	100 mV	± 50 V	± 60 V	5000 Ω

Voor de maximale spanning waarbij geen schade optreedt, raadpleegt u de grafiek Maximale differentiële ingangsspanning versus frequentiereductie

Scheefstand

Elke sonde wordt geleverd met nominale propagatievertragingen die automatisch kunnen worden toegepast via het menu **Vertical** (Verticaal) op de oscilloscoop. De nauwkeurigheid van de scheefstand kan worden verbeterd met behulp van een bekend signaal en een scheefstandopstelling. Wanneer de timingrelaties tussen golfvormen van cruciaal belang zijn, moet u uw testsysteem altijd rechtzetten met bekende apparatuur.

Offset invoer

Het meetsysteem levert een instelbare, naar de ingang gerelateerde offsetspanning. Dit maakt het mogelijk om een gedeelte van het signaal dat buiten het scherm valt te bekijken, of om gevoelig gedrag te onderzoeken dat zich voordoet bovenop een grotere differentiële spanning. Bijvoorbeeld, een stap van 0 V naar 0,6 V zou normaal gezien een invoerbereik van $\pm 0,5$ V overschrijden. Door een offset van 250 mV toe te passen, wordt de 600 mV stap binnen het dynamische bereik van de sonde gebracht en kan deze nauwkeurig worden weergegeven. De offset wordt toegepast door de sonde.

Spanningsbereik

De sonde is ontworpen om karakterisering mogelijk te maken van hoogfrequente circuits met een breed scala aan differentiële spanningen in de aanwezigheid van common mode-spanningen. Het begrijpen van de limieten en verschillen tussen de spanningswaarden, zoals besproken in deze sectie, is essentieel om de signaalbetrouwbaarheid en meetnauwkeurigheid te optimaliseren.

Hoewel het common mode-spanningsbereik van de sonde erg groot is (1000 V CATII), is het differentiële ingangsbereik beperkt en hangt af van de puntdemping, het geselecteerde versterkingsbereik en de toegepaste offset.

De ingangsspanningsomstandigheden zijn onderverdeeld in verschillende ingangsbereiken.

Common mode-spanningsbereik

De sondekop wordt geïsoleerd van de massa, waardoor het common mode-invoer bereik 1000 V CATII wordt. Het differentiële ingangsbereik is beperkter en heeft betrekking op het signaal dat over de sondepunt kan worden toegepast, ongeacht de common mode-spanning.

Het differentiële spanningsbereik verwijst naar de daadwerkelijke meting die op het oscilloscoopscherm verschijnt bij gebruik van IsoVu™. Voor nauwkeurige resultaten moet de meting binnen het bereik van een eventuele toegepaste offset $\pm V_{\text{diff}}$ bereik van de punt vallen.

$$V_{\text{gemeten}} = V_{\text{offset}} \pm V_{\text{verschil}}$$

Spanningsbereik voor offset

Offset-spanning kan worden toegepast via de instellingen van het menu **Vertical** (Verticaal) van de oscilloscoop. Het ingangs-offsetvermogen van de sonde reikt van $\pm 0,5$ V tot ± 50 V, afhankelijk van de gebruikte punt. Deze offset wordt toegepast op de sondekop en kan nuttig zijn om toegepaste signalen binnen het dynamische bereik (V_{diff}) van de sonde te brengen.

Maximaal niet-destructief differentiële spanningsbereik

Het maximale niet-destructieve differentiële ingangsbereik is de grootste differentiële spanning die op de ingang kan worden toegepast zonder schade aan de sonde te veroorzaken. Dit is een DC + piek AC-classificatie (geen enkel deel van het differentiële ingangssignaal mag deze waarde overschrijden). De maximale niet-destructieve differentiële spanning varieert van ± 3 V tot ± 60 V, afhankelijk van de gebruikte sondepunt. Het overschrijden van deze niveaus zal permanente schade aan de componenten van de sondekop veroorzaken.

Specificaties

Dit hoofdstuk bevat specificaties voor het instrument. Alle specificaties gelden voor de meeste apparaten, behalve waar ze zijn aangemerkt als gegarandeerd. Specificaties voor de meeste apparaten worden voor uw gemak verstrekt, maar zijn niet gegarandeerd. Specificaties die zijn voorzien van het ✓-symbool zijn gegarandeerd en gecontroleerd in de prestatieverificatie.

Alle specificaties gelden voor de meeste apparaten en zijn van toepassing op alle modellen, tenzij anders vermeld.

Om aan de specificaties te voldoen, moet eerst aan deze voorwaarden zijn voldaan:

- Het instrument moet werken binnen de omgevingslimieten die in deze handleiding zijn beschreven.
- Het instrument moet gedurende ten minste vijf minuten continu in bedrijf zijn geweest binnen het gespecificeerde bedrijfstemperatuurbereik.
- Het meetsysteem wordt gevoed door een TekVPI-compatibele oscilloscoop.

Gegarandeerde specificaties beschrijven gegarandeerde prestaties met tolerantielimieten of bepaalde type-geteste vereisten.

Overzicht sondes en punten

Overzicht IsoVu geïsoleerde stroomsonde

Kenmerk	TICP100	TICP050	TICP025
Bandbreedte	1 GHz	500 MHz	250 MHz
Stijgtijd	400 ps	700 ps	1,4 ns
Nauwkeurigheid DC-versterking	±1,5%		
Maximale common mode-spanning	1800 V; Voor gebruik in een omgeving met vervuilingsgraad 1800; max. met transiënniveau mag 5 kV _{pk} niet overschrijden		
	1300 V; Vervuilingsgraad 2; Max met transiënniveau mag 5kV _{pk} niet overschrijden		
	600 V voor CAT III; Vervuilingsgraad 2		
	1000 V voor CAT II; Vervuilingsgraad 2		
Spectrale dichtheid RMS-ruis	4,70 nV / √Hz (<21 μV _{RMS} bij 20 MHz)		
Lengte sondekabel	2 meter		

Overzicht van de TICS breedband shunts

Kenmerk	TICS0005	TICS0050	TICS0500	TICS5000
Weerstand	5 mΩ	50 mΩ	500 mΩ	5 Ω

Kenmerk	TICS0005	TICS0050	TICS0500	TICS5000
Bandbreedte	250 MHz	250 MHz	250 MHz	250 MHz
Stijgtijd	1,6 ns	1,6 ns	1,6 ns	1,6 ns
Maximale pulsstroom (verlaagt op basis van de huidige pulsbreedte. Zie de grafiek van de gepulseerde stroomcurve)	200 A	20 A	2 A	200 mA
Maximale stroomsterkte (A DC)	12 A	4.5 A	1,4 A	200 mA
De minimale stroomsterkte (A) is gelijk aan tweemaal de ruisvloer bij volledige bandbreedte.	30 mA	3 mA	300 µA	30 µA
Ruisvloer (A RMS) op volledige bandbreedte	15 mA	1,5 mA	150 µA	15 µA
Dynamisch bereik	±100 A	±10 A	±1 A	±0,1 A
Vermogensclassificatie	0,69 W	1,0 W		
Nauwkeurigheid DC-versterking	<2%			
Invoeginductantie	2 nH tot 3 nH voor vierkante pinnen met jumper			
	4 nH tot 5 nH voor vierkante pinnen met shunt			
	9 nH tot 10 nH voor twisted-pair-accessoire met shunt			
Lengte twin-ax kabel	229 mm (9 inch)			
De ingebouwde zekeringen hebben een maximale uitschakelspanning van 400 V; boven deze spanning kan er een vlamboog ontstaan tussen het open zekeringelement, waardoor de stroom kan blijven vloeien.				

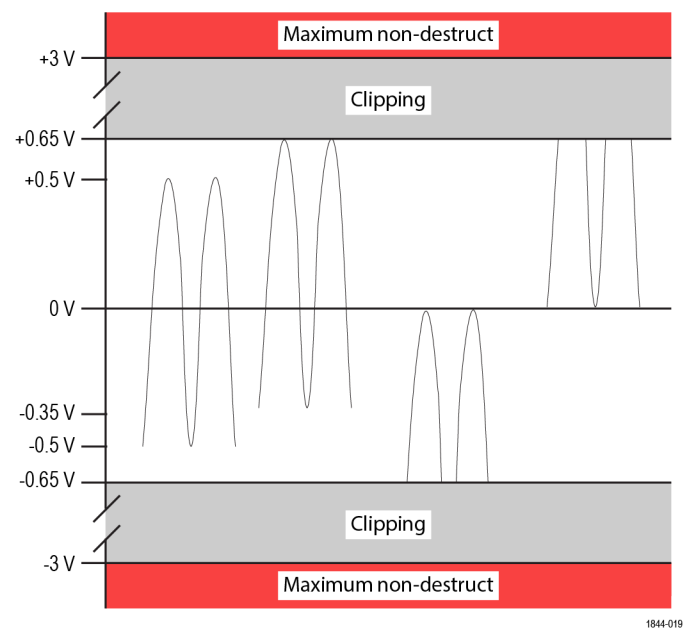
Ingangsspanningsbereik, ingangsimpedantie

Het differentiële ingangsspanningsbereik + offsetbereik mag de maximale meetbare ingangsspanning niet overschrijden. Bijvoorbeeld, de offset is beperkt tot $\pm 0,15$ V in het $\pm 0,5$ V-bereik van de TICPSMA.

Sondepunten	Differentieel ingangsspanningsbereik	Offsetbereik	Maximaal meetbare ingangsspanning (Vpk)	Maximaal niet-destructief differentiële spanning	Ingangsimpedantie
TICPSMA	$\pm 0,5$ V	$\pm 0,5$ V	0,65 V	± 3 V; 3 V _{RMS}	50 Ω n.v.t.
TICPMM1/ TICPMM1ET	$\pm 0,5$ V	$\pm 0,5$ V	0,65 V	± 3 V; 3 V _{RMS}	50 Ω n.v.t.
TICPMM10/ TICPMM10ET	± 5 V	± 5 V	6,5 V	± 15 V; 15 V _{RMS}	500 Ω <3 pF

Sondepunten	Differentieel ingangsspanningsbereik	Offsetbereik	Maximaal meetbare ingangsspanning (Vpk)	Maximaal niet-destructief differentiële spanning	Ingangsimpedantie
TICPMM100/ TICPMM100ET	±50 V	±50 V	50 V	±60 V; 60 V _{RMS}	5000 Ω <3 pF

De IsoVu geïsoleerde stroomsonde biedt een volledige offset van ±0,5 V binnen het bereik van ±0,125 V.



Differential input voltage range

Ruisvloer (A RMS)

$$\text{Noise Floor (A RMS)} = \frac{4.70 \frac{nV}{\sqrt{Hz}} \times \sqrt{\text{Bandwidth}}}{R_{shunt}}$$

Ruisvloer IsoVu geïsoleerde stroomsonde (A RMS)

Shuntselectie	20 MHz	250 MHz	1 GHz
50 Ω TICP als shunt	420 nA	1,5 µA	3,0 µA
5 Ω shunt	4,2 µA	14,9 µA	29,7 µA
1 Ω shunt	21 µA	74,3 µA	149 µA
500 mΩ shunt	42 µA	149 µA	297 µA
50 mΩ shunt	420 µA	1,5 mA	3,0 mA
5 mΩ shunt	4,2 mA	14,9 mA	29,7 mA
500 µΩ shunt	42 mA	149 mA	297 mA
50 µΩ shunt	420 mA	1,5 A	3,0 A
15 µΩ shunt	1,4 A	5,0 A	9,9 A

Breedband shunts ruisvloer (A RMS)

Shuntselectie	20 MHz	120 MHz	250 MHz
5 Ω (TICS5000)	4,2 µA	10 µA	15 µA
500 mΩ (TICS0500)	42 µA	100 µA	150 µA
50 mΩ (TICS0050)	420 µA	1,0 mA	1,5 mA
5 mΩ (TICS0005)	4,2 mA	10 mA	15 mA

De breedband shuntruïsvloer is afhankelijk van het ingangsbereik, de bandbreedte en de shuntwaarde van de TICP. De waarden hierboven zijn berekend met TICP in het bereik van ±20 mV.

Maximaal meetbare stroom

Maximum is afhankelijk van shuntvermogen.

$$\text{Maximum Measurable Current (A)} = \frac{\text{Maximum Measurable Input } V_{pk}}{R_{shunt}}$$

De IsoVu geïsoleerde stroomsonde heeft een maximaal meetbare stroomsterkte

Shuntselectie	TICPMM1	TICPSMA	TICPMM10	TICPMM100
50 Ω TICP als shunt	13 mA		-	-
5 Ω shunt	130 mA		1,3 A	10 A
1 Ω shunt	650 mA		6,5 A	50 A
500 mΩ shunt	1,3 A		13 A	100 A
50 mΩ shunt	13 A		130 A	1,0 kA
5 mΩ shunt	130 A		1,3 kA	10 kA
500 μΩ shunt	1,3 kA		13 kA	100 kA
50 μΩ shunt	13 kA		130 kA	1000 kA
15 μΩ shunt	43,3 kA		433,3 kA	3300 kA

Maximaal meetbare stroom breedbandshunts

Shuntselectie	10 μs	1 ms	100 ms	1 s	100 s
5 Ω (TICS5000)	0.2 A	0.2 A	0.2 A	0.2 A	0.2 A
500 mΩ (TICS0500)	2 A	2 A	2 A	1,8 A	1,5 A
50 mΩ (TICS0050)	20 A	20 A	7,6 A	5,7 A	4,6 A
5 mΩ (TICS0005)	195 A	63 A	23 A	16 A	12 A

Verlaagt op basis van de huidige pulsbreedte. De pulsduur is gebaseerd op een blokgolf als ingangssignaal. Bij een driehoekgolfsignaal (zoals bij de dubbele pulstest) kan de maximale pulsbreedte met 3,5 worden vermenigvuldigd. Bij een dubbele-pulstest met een piek van 20 A kan de 50 mΩ TICS bijvoorbeeld een helling van 3,5 ms weerstaan. Een blokgolfimpuls van 20 A kon slechts 1 ms worden aangehouden.

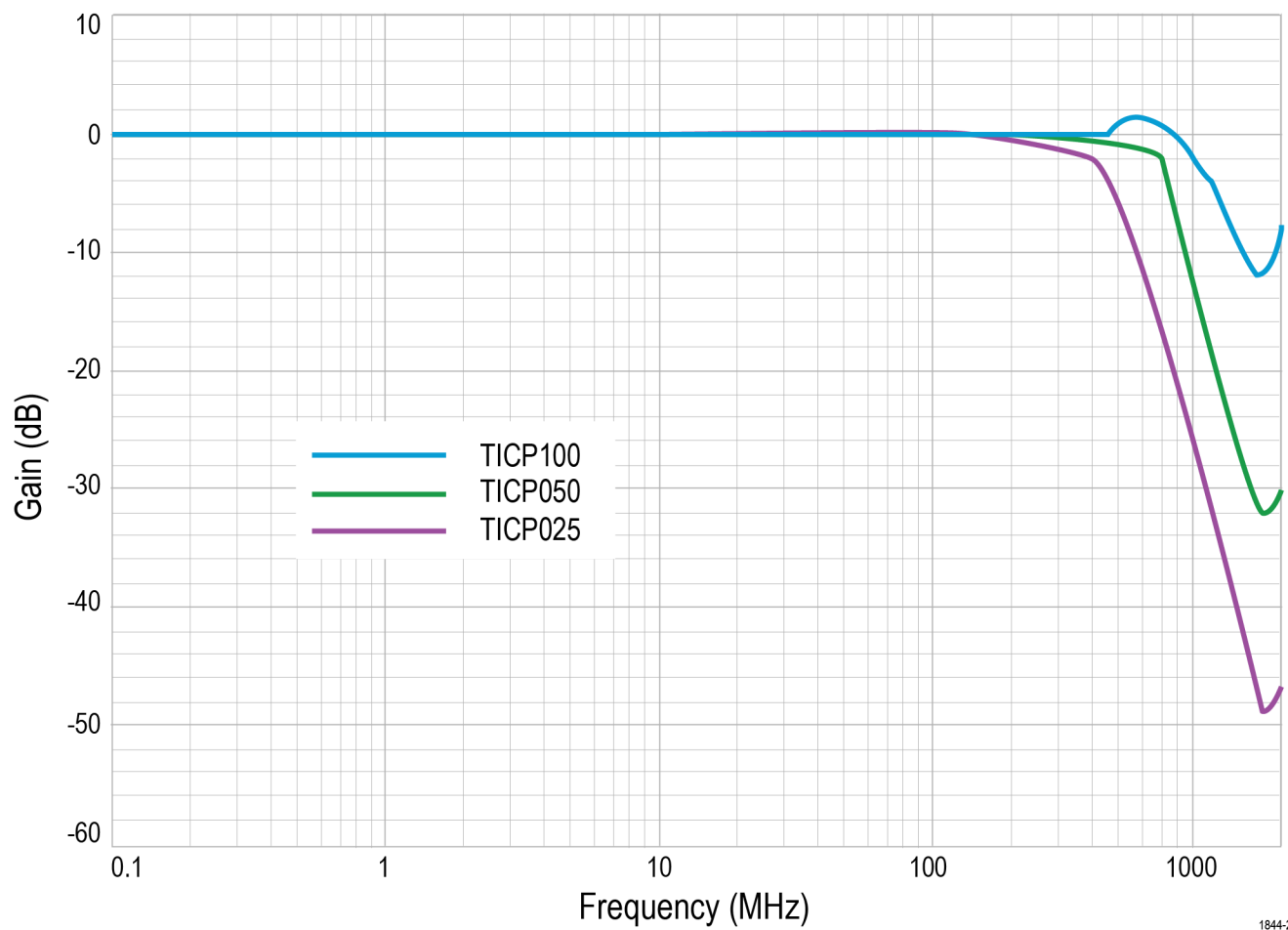
Sondebereiken

De gepubliceerde cijfers gelden voor de punten TICPSMA en TICPMM1. Vermenigvuldigd respectievelijk met 10 of 100 voor punten van 10X of 100X.

Ingangsbereik	Offsetbereik	Spectrale dichtheid RMS-ruis (V_{RMS})	Ruisvloer bij 20 MHz (V_{RMS})
$\pm 0,5$ V	$\pm 0,15$ V	22,9 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$	102,5 μV_{RMS}
$\pm 0,35$ V	$\pm 0,30$ V	17,4 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$	77,8 μV_{RMS}
$\pm 0,25$ V	$\pm 0,40$ V	15,0 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$	67,2 μV_{RMS}
$\pm 0,175$ V	$\pm 0,475$ V	9,5 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$	42,4 μV_{RMS}
$\pm 0,125$ V	$\pm 0,5$ V	8,7 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$	38,9 μV_{RMS}
$\pm 0,09$ V	$\pm 0,5$ V	6,3 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$	28,3 μV_{RMS}
$\pm 0,065$ V	$\pm 0,5$ V	5,5 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$	24,7 μV_{RMS}
$\pm 0,045$ V	$\pm 0,5$ V	4,7 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$	21,2 μV_{RMS}
$\pm 0,03$ V	$\pm 0,5$ V	4,7 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$	21,2 μV_{RMS}
$\pm 0,02$ V	$\pm 0,5$ V	4,7 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$	21,2 μV_{RMS}

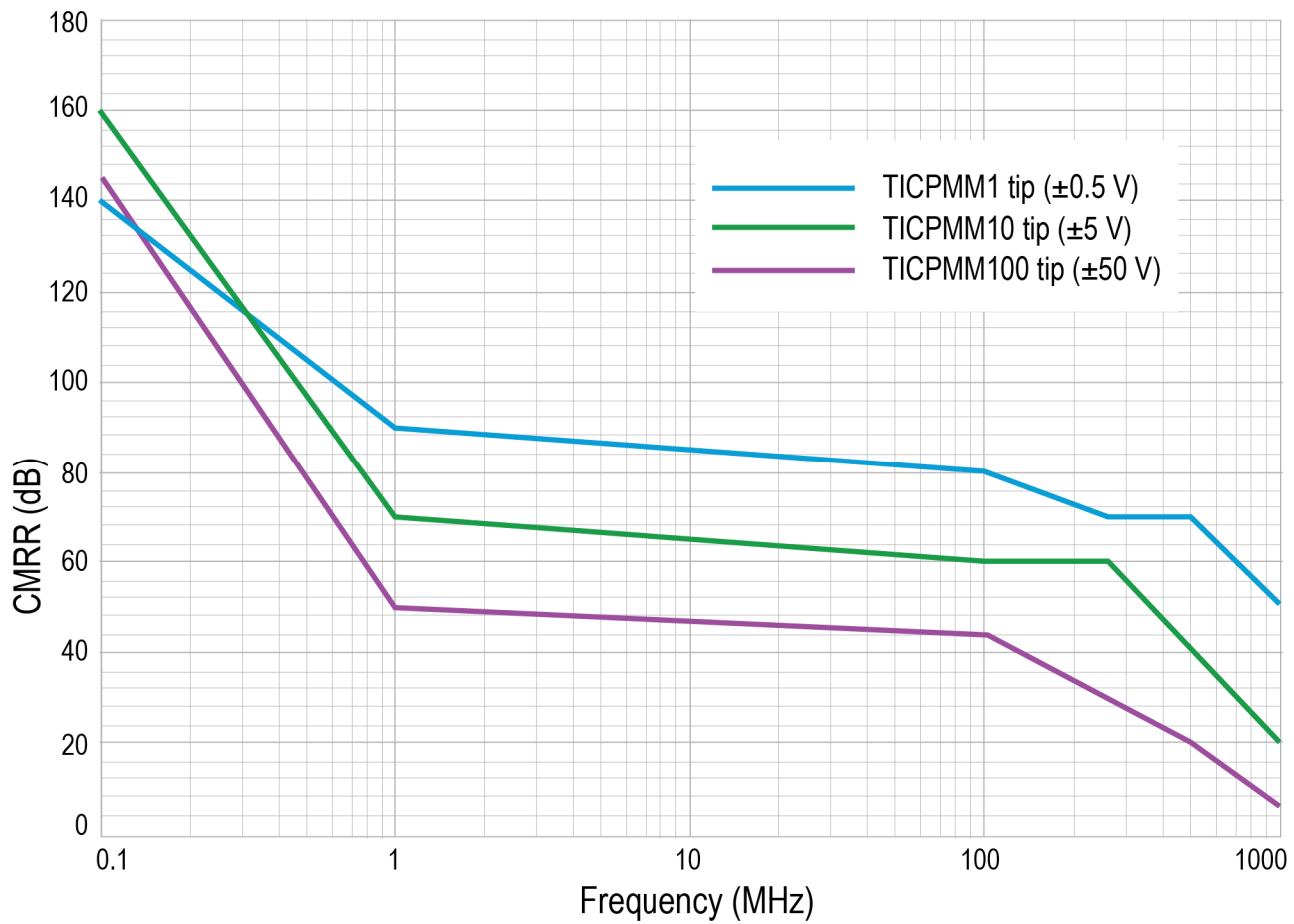
Breedbandshunts CMRR

Kabel sensorpunt	DC	1 MHz	100 MHz	250 MHz
5 Ω (TICS5000)	120 dB	105 dB	52 dB	40 dB
500 m Ω (TICS0500)	120 dB	105 dB	67 dB	55 dB
50 m Ω (TICS0050)	120 dB	110 dB	80 dB	70 dB
5 m Ω (TICS0005)	120 dB	110 dB	90 dB	82 dB



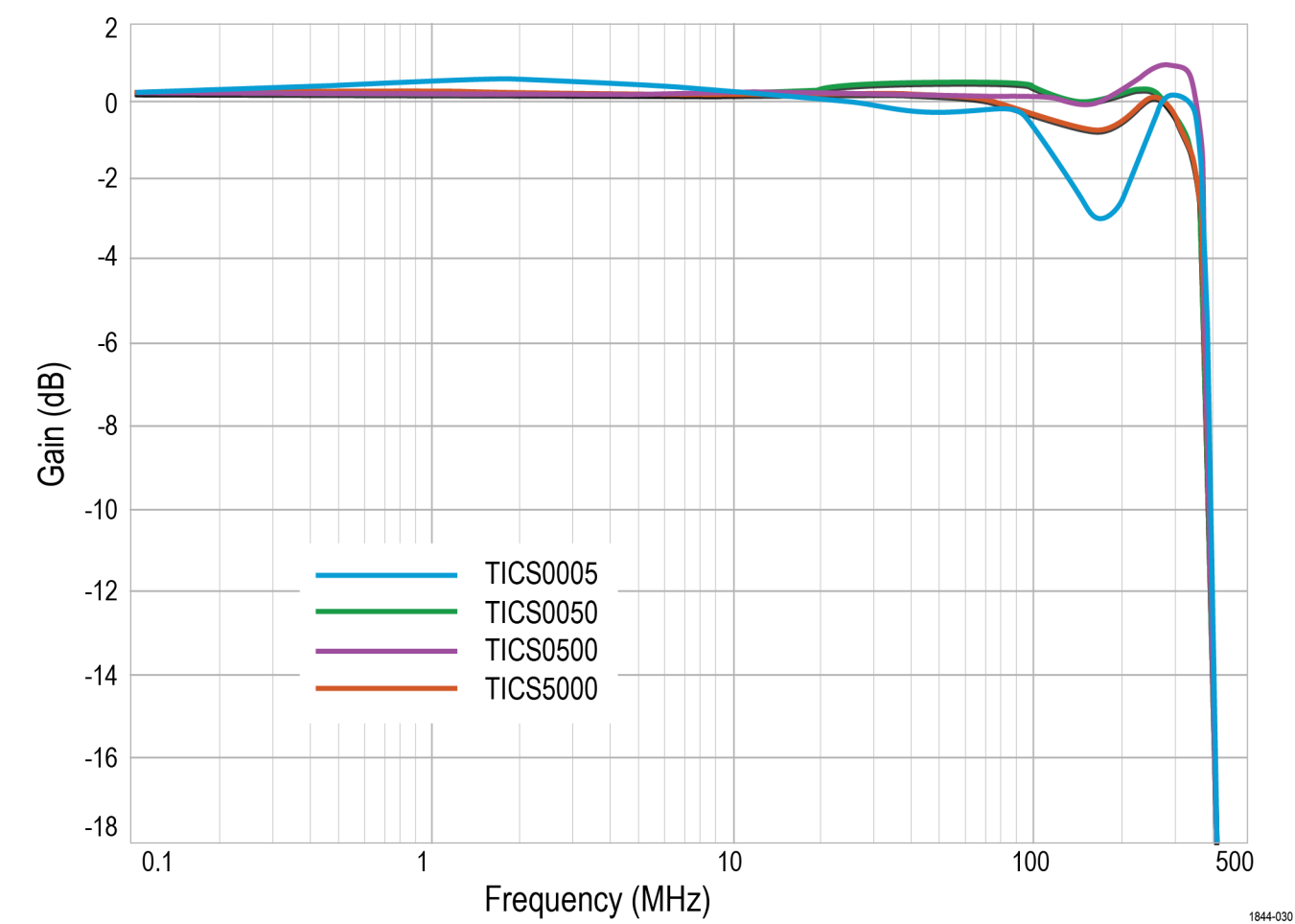
1844-22

IsoVu isolated current probes frequency response

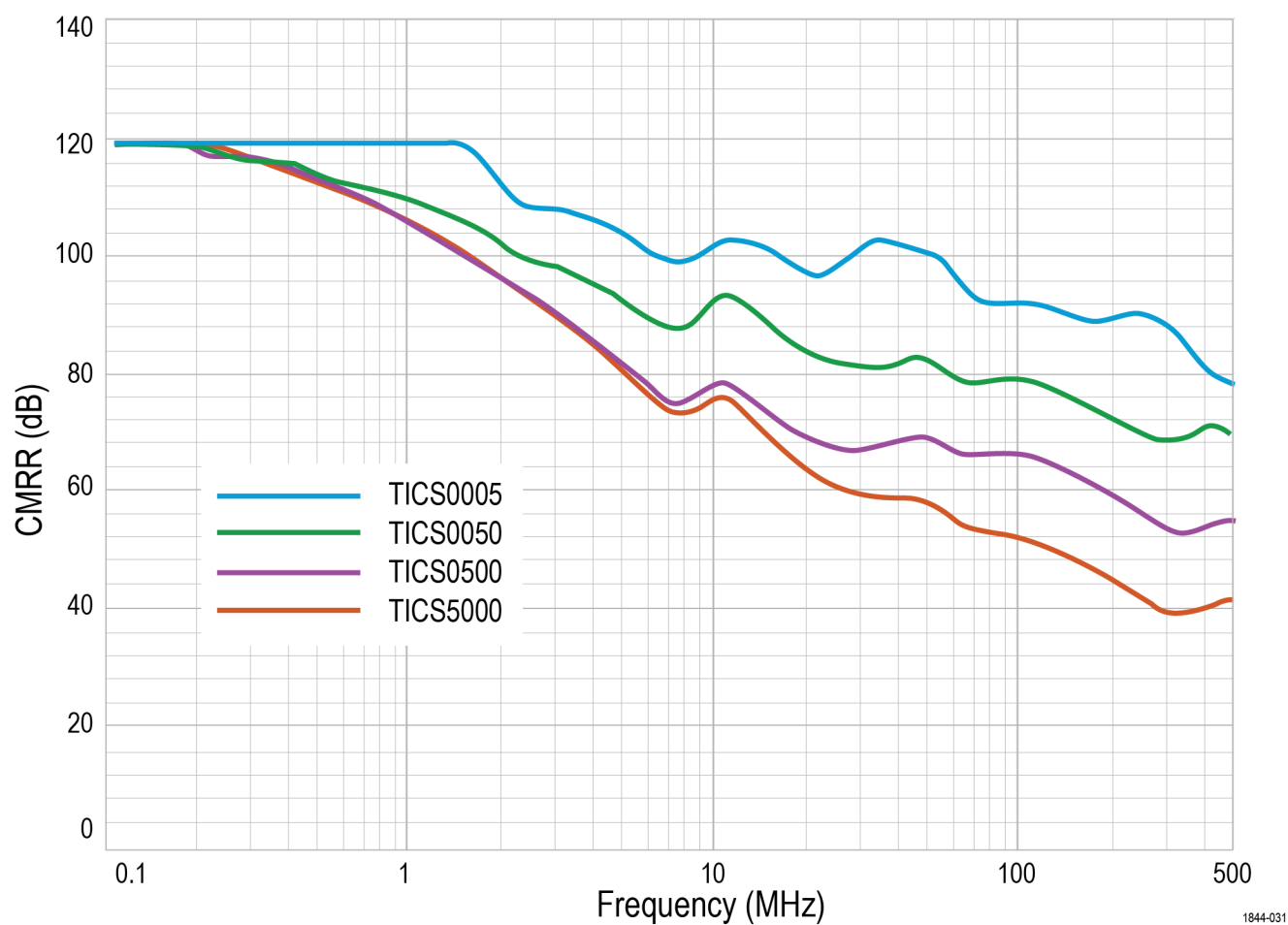


1844-023

IsoVu isolated current probes common mode rejection ratio (CMRR)

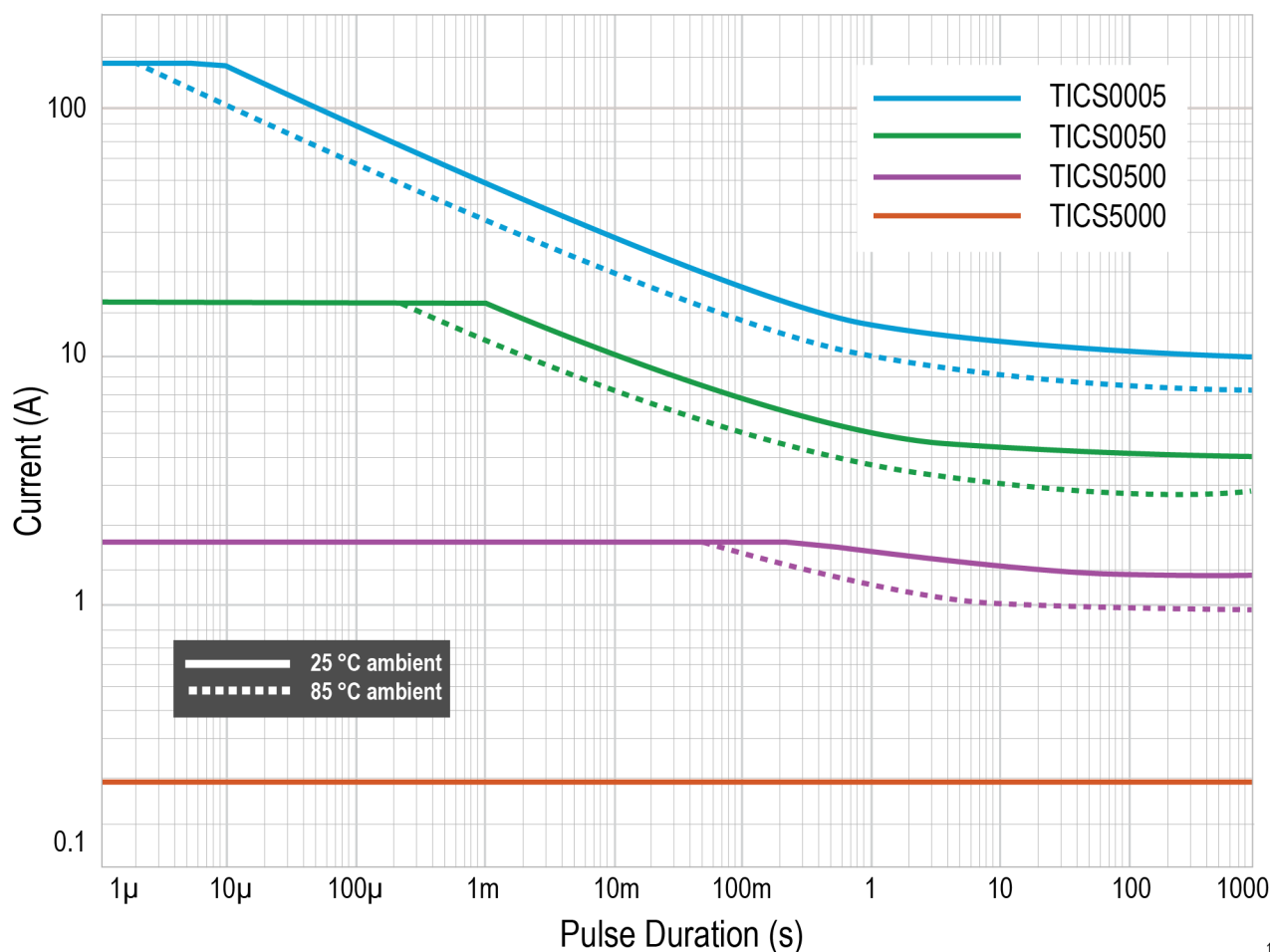


Wideband shunts frequency response



1844-031

Wideband shunts CMRR



1844-032

Wideband shunts square-wave pulse current derating curve

De pulsduur is gebaseerd op een blokgolf als ingangssignaal. Bij een driehoekgolfsignaal (zoals bij de dubbele pulstest) kan de maximale pulsbreedte met 3,5 worden vermenigvuldigd. Bij een dubbele-pulstest met een piek van 20 A kan de 50 mΩ TICS bijvoorbeeld een helling van 3,5 ms weerstaan. Een blokgolfpuls van 20 A kon slechts 1 ms worden aangehouden.

Berekeningen voor het verminderen van de stroomsterkte bij breedbandshunts

Bereken de maximale stroomsterkte voor een blokgolfpuls met breedte t met behulp van de volgende vergelijking:

$$I_{max} = \min \left(\sqrt{\frac{P_{max}}{R_{shunt}}}, \frac{1V}{R_{shunt}} \right)$$

Voor een geïsoleerde puls of helling (feitelijk een duty cycle van nul):

$$P_{max} = P_d + \frac{C}{\sqrt{t}}$$

Bij herhaaldelijke werking met een duty cycle van $0 < D \leq 1$, wordt P_{max} verder verlaagd volgens de onderstaande formule voor duty-cycle-reductie:

$$P_{max} = \frac{P_d}{P_d + D \cdot \frac{C}{\sqrt{t}}} \cdot \left(P_d + \frac{C}{\sqrt{t}} \right)$$

De coëfficiënten P_d en C zijn getabelleerd op basis van omgevingstemperatuur en shuntmodel; raadpleeg de volgende tabel voor de waarden.

Shunt	25 °C		85 °C	
	C	P_d	C	P_d
5 mΩ	-0,6	-0,69	-0,31	-0,36
50 mΩ	-0,6	1.0	-0,31	-0,52
500 mΩ	-0,6	1.0	-0,31	-0,52
5 Ω	-0,6	1.0	-0,31	-0,52

Voorbeeld

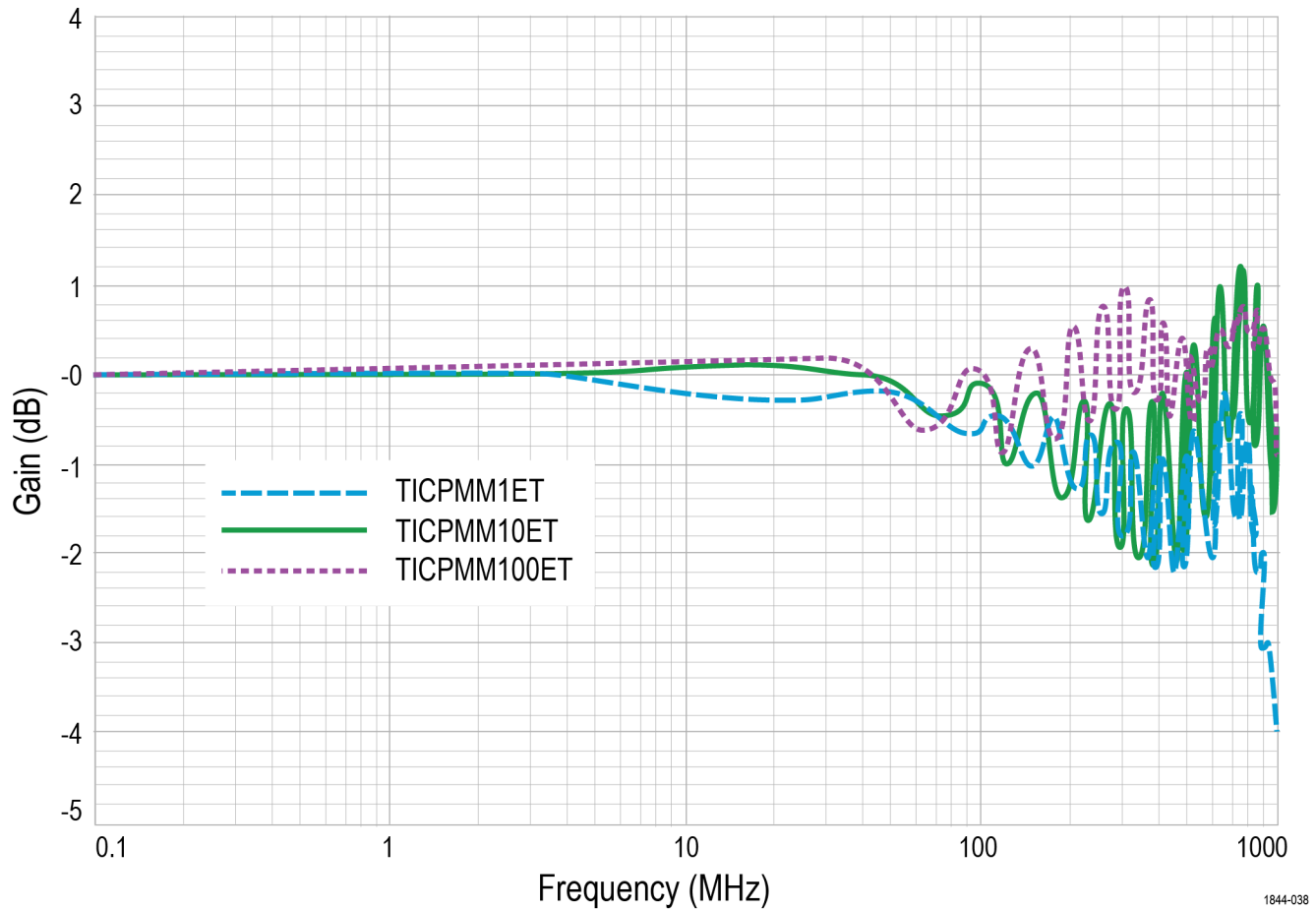
Een dubbele pulstest met een pulstrein van 5 pulsen begint bij 0 A en loopt op over een periode van 100 μs. Hoewel er korte pauzes tussen de pulsen zitten, is het conservatiever om de pulsbreedte te berekenen alsof die pauzes niet bestaan en de helling te modelleren als een continu signaal. Omdat de dubbele pulstest bovendien een hellingsgolfvorm heeft, wordt de schaalfactor 3,5X toegepast op t .

$$R_{shunt} = 5 \text{ m}\Omega, t = \frac{100 \mu s}{3.5} = 28.6 \mu s, P_d = 0.69, C = 0.6$$

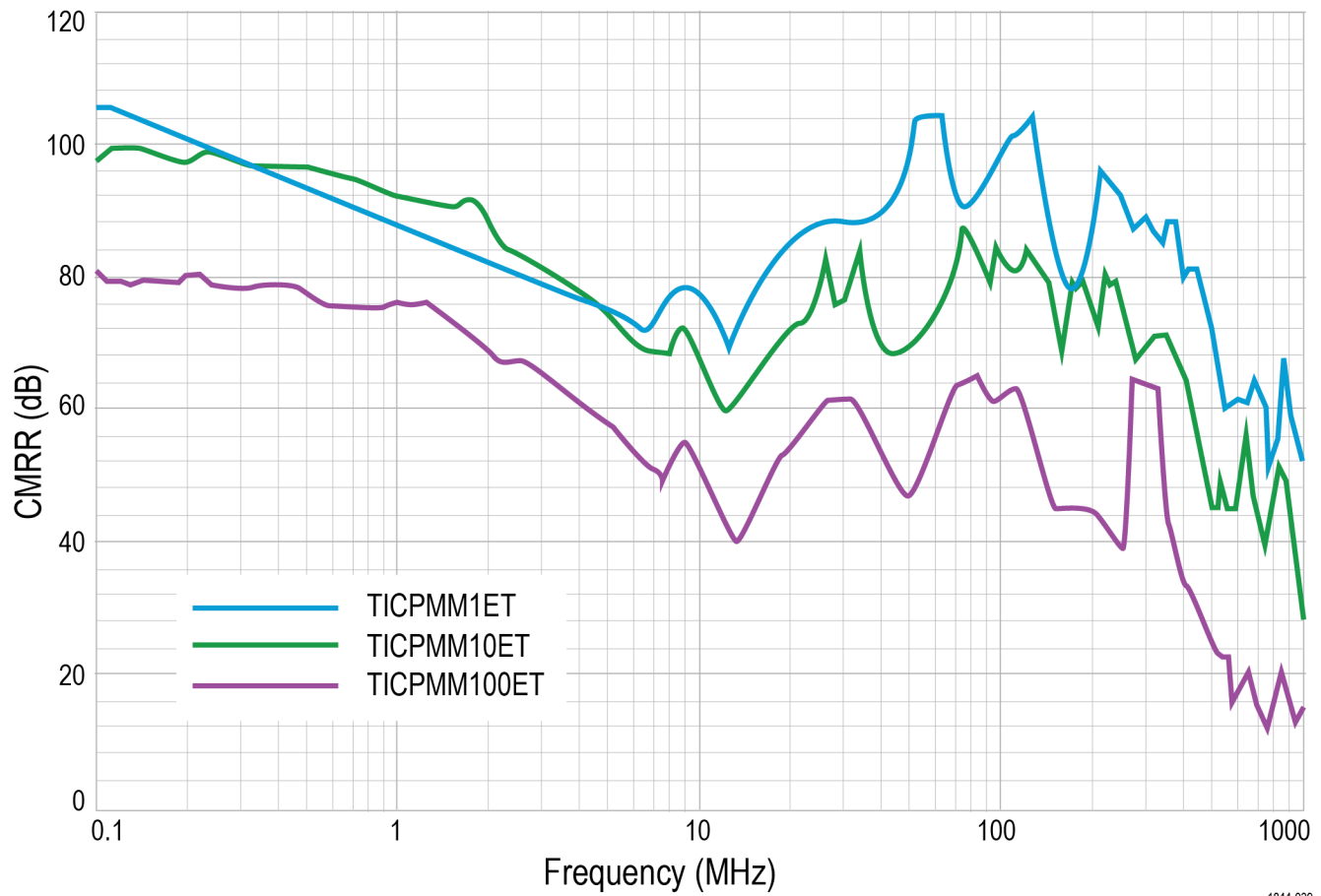
$$P_{max} = P_d + \frac{C}{\sqrt{t}} = 0.69 + \frac{0.6}{\sqrt{28.6 \cdot 10^{-6}}} = 113 \text{ W}$$

$$I_{max} = \sqrt{\frac{P_{max}}{R_{shunt}}} = \sqrt{\frac{113 \text{ W}}{5 \cdot 10^{-3} \Omega}} = 150 \text{ A}$$

Uit de bovenstaande berekening blijkt dat de 5 mΩ TICS0005 een stroompiek van 150 A gedurende minder dan 100 μs kan doorstaan.



Extreme temperature tip frequency response



1844-039

Extreme temperature tip CMRR

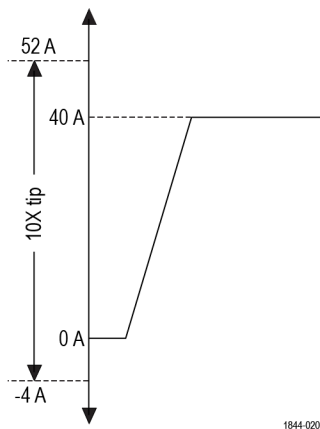
Toepassingsvoorbeelden

Toepassingsvoorbeelden voor Wide Bandgap- (WBG) en PMIC-stroomintegriteit.

Voorbeeld WBG (800V, gewoonlijk 40 A; 0,125 Ω shunt)

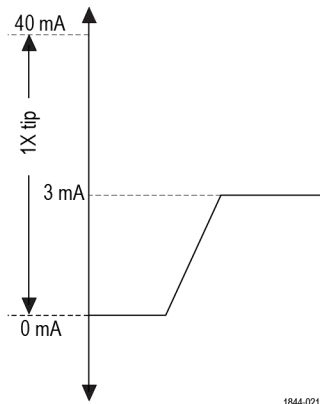
In een SiC-circuit van 800 V dat schakelt bij 40 A, zal een shunt van 125 m Ω een signaal van 5 V produceren. Om dit te meten met de IsoVu geïsoleerde stroomsonde, moet de 10X punt worden gebruikt. In het bereik van $\pm 3,5$ V moet een offset van 24 A worden toegepast.

Het meetbare stroombereik gaat van 52 A tot -4 A. Bij deze instellingen is de RMS-ruisvloer 2,2 mA RMS bij een bandbreedte van 250 MHz



PMIC-stroomintegriteit (48 V, gewoonlijk 3 mA; 1 Ω shunt)

Op een 48 V PMIC-bus zal de stand-bystroom van 3 mA een signaal van 3 mV produceren op een shunt van 1 Ω . Gebruik de 1X-punt in het meest gevoelige ± 20 mV-bereik, pas offset toe om de 3 mA-stroom te bekijken en transiënten van 0 A tot 40 mA vast te leggen met een RMS-ruisvloer van 21,2 μ A



Elektrische specificaties

Analoge bandbreedte

Sondepunt	Bandbreedte
TICPSMA	>1 GHz
TICPMM1	>1 GHz
TICMM10	>1 GHz
TICPMM100	>1 GHz
TICPMM1ET	>700 MHz
TICPMM10ET	>700 MHz
TICPMM100ET	>700 MHz

Lineariteit

Afwijking van een beste lijn is $< \pm 2\%$ van piek-FS

Maximale afwijking van lineaire regressie, uitgedrukt als percentage van het gespecificeerde dynamische bereik.

Ingangsimpedantie

Sondepunt	Ingangsweerstand	Ingangsvermogen
TICPMM1/TICPMM1ET	50 $\pm 0,5\%$, 49,75 tot 50,25	
TICMM10/TICPMM10ET	500 $\pm 2\%$, 490 tot 510	<3 pF
TICPMM100/TICPMM100ET	5000 $\pm 2\%$, 4900 tot 5100	<3 pF

Impedantie van geïsoleerde beveiligingslijn (naar aarding)

>120 M Ω , ~17 pF

Nauwkeurigheid offset-versterking

$\pm 0,5\%$

Lineariteit offset

$\pm 0,1\%$

Ingangsbereik bedrijfsspanning

$\pm 0,65$ V maximum differentieel

Ingangskoppeling

DC

DC-balans

< 0,1 divs

Operationele willekeurige trillingen

0,31 GRMS, 5-500 Hz, 10 minuten per as, 30 assen (30 minuten in totaal)

Naleving van regelgeving

EMC

Voldoet aan de EMC-richtlijn van de Europese Unie (CE-markering)

Veiligheid

Voldoet aan de laagspanningsrichtlijn van de Europese Unie (CE-markering)

Voldoet aan ANSI/UL61010-1 (CSA-markering)

Voldoet aan ANSI/UL61010-2-030 (CSA-markering)

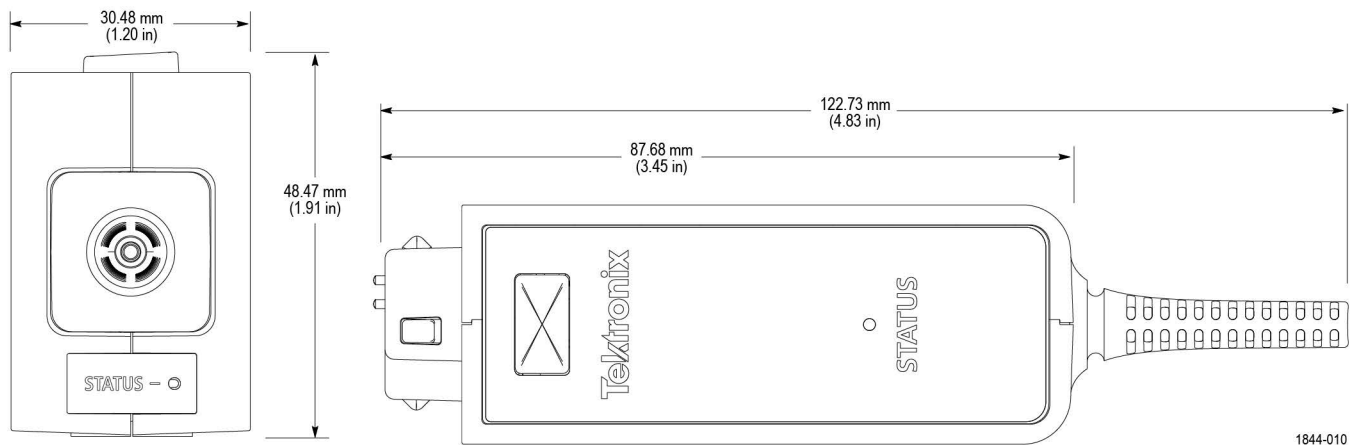
Voldoet aan CAN/CSA C22.2 No.61010-1 (CSA-markering)

Voldoet aan CAN/CSA C22.2 No.61010-2-030 (CSA-markering)

RoHS

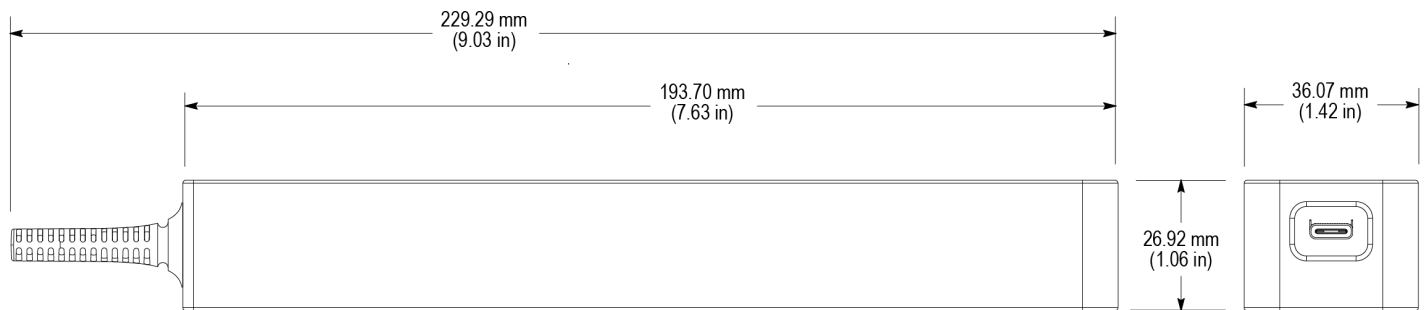
Voldoet aan de beperkingen van de Europese Unie voor gevaarlijke stoffen (CE-markering)

Afmetingen sonde

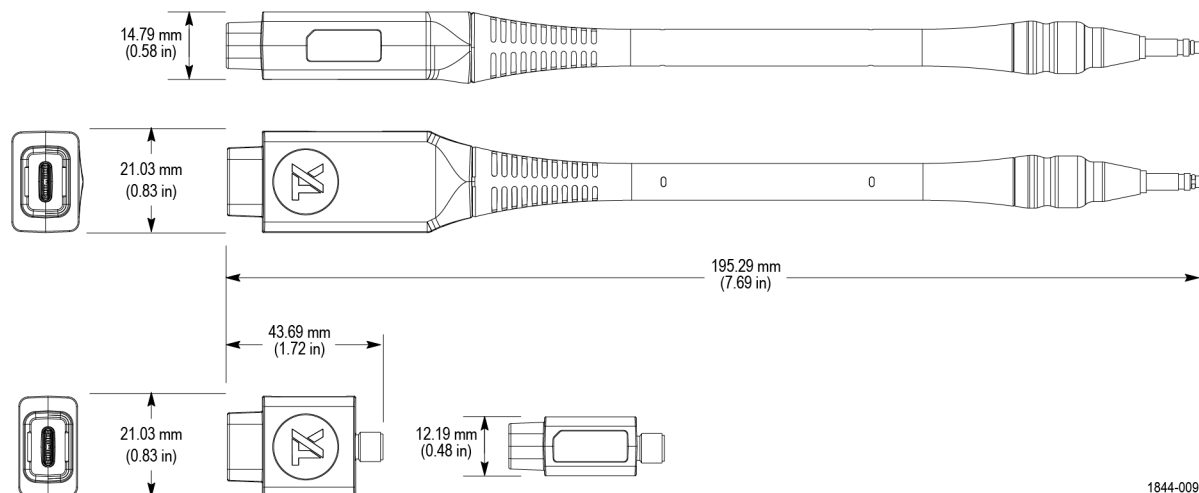


1844-010

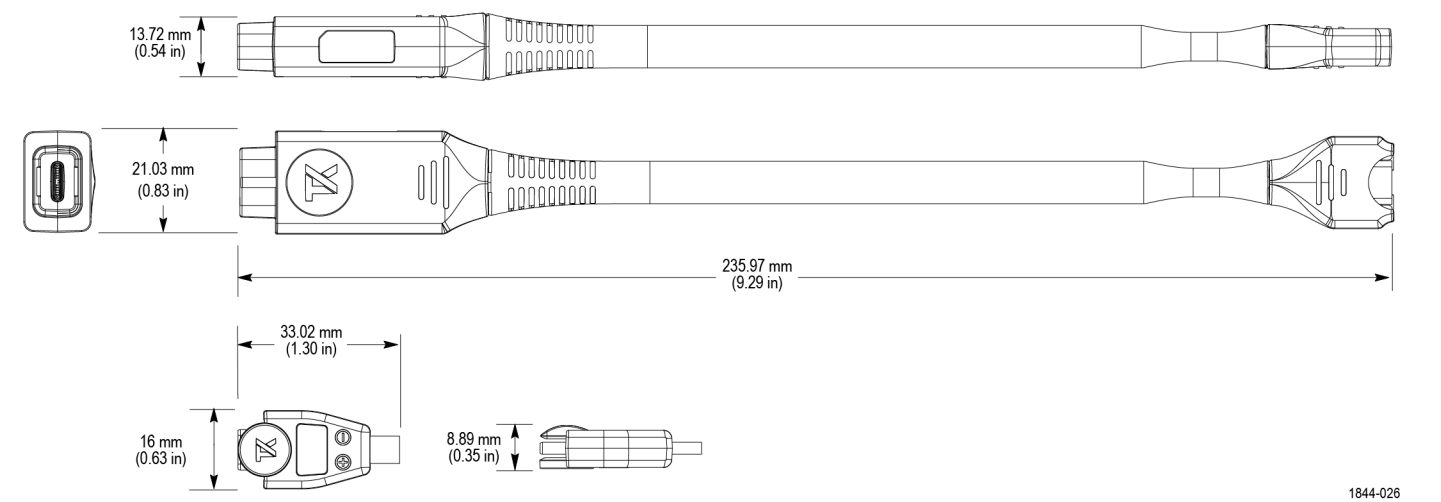
Compensation box



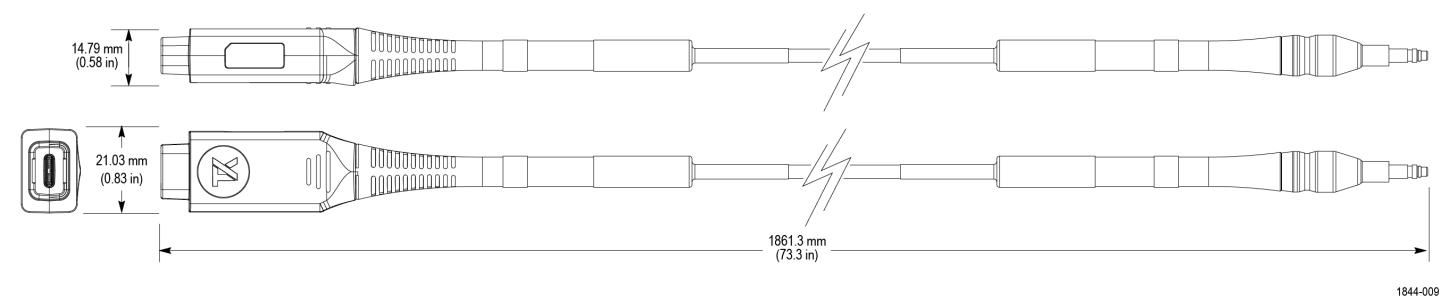
Probe head



Probe tips



Wideband shunts and Twin-ax cable



Extreme temperature tips

Procedures voor prestatieverificatie

Gebruik de volgende procedures om de prestaties van het IsoVu-meetsysteem te verifiëren. Voordat u met de procedures begint, print u de testregistratie en gebruikt u deze om de prestatieresultaten vast te leggen.

Vereiste apparatuur

De apparatuur die nodig is om de prestatieverificatieprocedures uit te voeren, wordt weergegeven in de volgende tabel.

Beschrijving	Minimale vereisten	Voorbeeldproduct
Ondersteunde oscilloscoop met TekVPI-interface	Ondersteuning voor 50 Ω -ingang, volledig compatibel met TekVPI-interface	Tektronix 5-serie B MSO
DC-spanningsbron	3 mV tot 4 V, $\pm 0,1\%$ nauwkeurigheid	Fluke 9500C oscilloscoopkalibrator met een Fluke 9540 Active Head
SMA mannelijke kortsluitconnectordop (optioneel)	Intern kortgesloten, verkoperd contact	Fairview Microwave SC2135
Digitale multimeter (DMM)	0,1% nauwkeurigheid of beter	Tektronix DMM6500
Precisieweerstand meetopstelling		Tektronix onderdeelnummer 067-3281-XX
Meetopstelling prestatieverificatie TekVPI-kalibratie		Tektronix onderdeelnummer 067-1701-XX

RMS-ruis systeem

Deze procedure verifieert of de sondes uit de TICP-serie werken en voldoen aan de gegarandeerde ruisspecificatie. De ruis wordt gemeten zonder ingangssignaal op het meest gevoelige bereik.

Voordat u begint

1. Schakel de TekVPI-oscilloscoop in.
2. Sluit de TICP-sonde aan op de oscilloscoop op kanaal 1 en verwijder de TICP-sondepunt (indien bevestigd).
3. Laat de testapparatuur 30 minuten opwarmen bij een omgevingstemperatuur van ongeveer 20 °C (68 °F).

Procedure

Deze procedure is geldig voor alle versies van de sonde van de TICP-serie.

1. Tik op **File > Default Setup (Bestand > Standaardconfiguratie)**.
2. Voer **Signal Path Compensation** (Compensatie signaalpad) uit, indien aanbevolen in **Utility > Calibration... (Hulpprogramma > Kalibratie...)**
3. Voer zelfkalibratie uit ([Zelf-kalibratie](#) (on page 42)).
4. Sluit de TICPSMA-sondepunt aan op de TICP-sonde.
5. Sluit de SMA kortsluitconnectordop aan op de TICPSMA.

6. Schakel het TICP-kanaal in en gebruik de volgende instelling voor het menu **Vertical** (Verticaal):

a. Vertical Scale: **1 mV/div**

7. Bewerk de instellingen van het menu **Trigger** als volgt:

a. Type: **Edge**

b. Bron: **AC Line**

c. Helling: **Stijgend**

d. Niveau: **0 V**

e. Koppeling: **DC**

8. Bewerk de instellingen van het menu **Horizontal** (Horizontaal) als volgt:

a. Horizontale schaal: **100 μ s/div**

b. Recordlengte: **6.25 M**

9. Bewerk de volgende instelling van het menu Acquisition (Verwerving):

a. Single Sequence Stop After: (Stop enkele sequentie na) **1 Verwerving**

10. Voeg een meting toe met de volgende instellingen:

a. Amplitude Measurement: (Meting amplitude:) **AC RMS**

b. Bron: **CH 1**

11. Druk op de knop **Single / Seq** om de meting uit te voeren.

12. Noteer het AC RMS-meetresultaat in de testregistratietabel.

Testregistratie RMS-ruis systeem

Gebruik de testregistratietabel voor het registreren van de resultaten van de prestatieverificatieprocedure van de RMS-ruis.

Modelnummer:

Procedure uitgevoerd door:

Serienummer:

Datum:

Sonde	Maximale ruis	Gemeten ruis
TICP025	75 μ V _{rms}	
TICP050	125 μ V _{rms}	
TICP100	155 μ V _{rms}	

Nauwkeurigheid DC-versterking

Deze procedure verifieert of de sondes uit de TICP-serie werken en voldoen aan de gegarandeerde DC-versterkingsnauwkeurigheid.

Voordat u begint

1. Schakel de TekVPI-oscilloscoop in.
2. Sluit een 067-3281-XX 50 Ω precisieweerstand aan op de uitgang van de 067-1701-XX meetopstelling.
3. Sluit een DMM aan op de 50 Ω precisie-uitgang met een BNC-T-stuk.
4. Sluit een BNC-kabel vanaf het T-stuk, dat zich bevindt aan de uitgang van de 50 Ω -precisieaansluiting, aan op een ander oscilloscoopkanaal. Controleer of het kanaal in de 1 M Ω -modus en 200 mV/div staat. Dit wordt uitsluitend gebruikt voor een goede aarding.
5. Sluit de meetopstelling 067-1701-XX aan op kanaal 1 van de oscilloscoop.
6. Sluit de sonde van de TICP-serie aan op de meetopstelling 067-1701-XX.
7. Schakel de Fluke 9500B oscilloscoopkalibrator in.
8. Sluit de Fluke 9530 Active Head aan op de Fluke 9500B op kanaal 1.
9. Laat de testapparatuur 30 minuten opwarmen bij een omgevingstemperatuur van ongeveer 20 °C (68 °F).

Procedure

Deze procedure is geldig voor alle versies van de sonde van de TICP-serie.

1. Tik op **File > Default Setup** (Bestand > Standaardconfiguratie).
2. Voer **Signal Path Compensation** (Compensatie signaalpad) uit, indien aanbevolen in **Utility > Calibration... (Hulpprogramma > Kalibratie...)**
3. Voer zelfkalibratie uit ([Zelf-kalibratie](#) (on page 42)).
4. Sluit de TICPSMA-sondepunt aan op de TICP-sonde.
5. Sluit de TICPSMA aan op de Fluke 9500 Active Head.
6. Schakel het TICP-kanaal in en gebruik de volgende instelling voor het menu **Vertical** (Verticaal):
 - a. Bereikmodus: **Handmatig**
 - b. Bereik: **500 mV**
 - c. Offset: **0 V**
7. Op de Fluke 9500B, selecteer **Modus: Handmatige Waveform** met de volgende instellingen:
 - a. Selecteer **Waveform: DC**
 - b. Selecteer **400 mV/div**
 - c. Zet de uitvoer op **ON** (AAN)
8. Druk op de knop **Single / Seq** om de meting uit te voeren.
9. Registreer de DC-spanning op de precisieweerstand van 50 Ω in de tabel.
10. Druk op de knop **Invert voltage (+/-)** (Spanning omkeren) op de Fluke 9500B om -400 mV toe te passen op de sonde en registreer de uitgangsspanning in de tabel.
11. Herhaal de gehele procedure voor de resterende bereiken en noteer de waarden in de testregistratietabel.

Testregistratie Nauwkeurigheid DC-versterking

Gebruik de testregistratietabel voor het registreren van de resultaten van de prestatieverificatieprocedure van de nauwkeurigheid van de DC-versterking.

Modelnummer:

Procedure uitgevoerd door:

Serienummer:

Datum:

Sondeversterking wordt gedefinieerd als de verandering in uitvoer gedeeld door de verandering in invoer.

$Versterking = (Meting1 - Meting2) / (Invoer1 - Invoer2)$

Bereik	Invoer 1	Invoer 2	Gemeten uitvoer 1	Gemeten uitvoer 2	Berekende versterking	Bovengrens versterking	Ideale versterking	Ondergrens versterking
500 m	+0,400 V	-0,400 V				1,010	1,000	0,990
350 m	+0,280 V	-0,280 V				1,443	1,429	1,415
250 m	+0,200 V	-0,200 V				2,020	2,000	1,980
175 m	+0,140 V	-0,140 V				2,886	2,857	2,828
125 m	+0,100 V	-0,100 V				4,040	4,000	3,960
90 m	+0,072 V	-0,072 V				5,612	5,556	5,500
65 m	+0,052 V	-0,052 V				7,769	7,692	7,615
45 m	+0,036 V	-0,036 V				11,222	11,111	11,000
30 m	+0,024 V	-0,024 V				16,834	16,667	16,500
20 m	+0,016 V	-0,016 V				25,250	25,000	24,750

DC-balans

Met deze procedure wordt geverifieerd of de sondes uit de TICP-serie werken en voldoen aan de gegarandeerde resterende offset wanneer de invoer nul is en de offset nul is.

Voordat u begint

1. Schakel de TekVPI-oscilloscoop in.
2. Sluit een 067-3281-XX 50 Ω precisieweerstand aan op de uitgang van de 067-1701-XX meetopstelling.
3. Sluit een DMM aan op de 50 Ω precisie-uitgang met een BNC-T-stuk.
4. Sluit een BNC-kabel vanaf het T-stuk, dat zich bevindt aan de uitgang van de 50 Ω -precisieaansluiting, aan op een ander oscilloscoopkanaal. Controleer of het kanaal in de 1 M Ω -modus en 200 mV/div staat. Dit wordt uitsluitend gebruikt voor een goede aarding.
5. Sluit de meetopstelling 067-1701-XX aan op kanaal 1 van de oscilloscoop.
6. Sluit de sonde van de TICP-serie aan op de meetopstelling 067-1701-XX.
7. Laat de testapparatuur 30 minuten opwarmen bij een omgevingstemperatuur van ongeveer 20 °C (68 °F).

Procedure

Deze procedure is geldig voor alle versies van de sonde van de TICP-serie.

1. Tik op **File > Default Setup** (Bestand > Standaardconfiguratie).
2. Voer **Signal Path Compensation** (Compensatie signaalpad) uit, indien aanbevolen in **Utility > Calibration...** (Hulpprogramma > Kalibratie...)
3. Voer zelfkalibratie uit ([Zelf-kalibratie](#) (on page 42)).
4. Bevestig de TICPSMA-sondepunt aan op de TICP-sonde.
5. Schakel het TICP-kanaal in en gebruik de volgende instelling voor het menu **Vertical** (Verticaal):
 - a. Bereikmodus: **Handmatig**
 - b. Sondebereik: **500 mV**
6. Druk op de knop **Single / Seq** om de meting uit te voeren.
 - a. Meet de spanning aan de uitgangszijde van de precisieweerstand van 50 Ω met de DMM.
7. Herhaal de gehele procedure voor de resterende bereiken en noteer de waarden in de testregistratietabel.

Testregistratie DC-balans

Gebruik de testregistratietabel voor het registreren van de resultaten van de prestatieverificatieprocedure van de DC-balans.

Modelnummer:

Procedure uitgevoerd door:

Serienummer:

Datum:

De restuitvoer voor elk bereik moet minder dan ± 10 mV zijn.

Bereik	Grenswaarde	Gemeten
500 mV	± 10 mV	
350 mV	± 10 mV	
250 mV	± 10 mV	
175 mV	± 10 mV	
125 mV	± 10 mV	
90 mV	± 10 mV	
65 mV	± 10 mV	
45 mV	± 10 mV	
30 mV	± 10 mV	
20 mV	± 10 mV	

Nauwkeurigheid offset-versterking

Deze procedure verifieert of de sondes uit de TICP-serie werken en voldoen aan de gegarandeerde offset-versterkingsnauwkeurigheid.

Voordat u begint

1. Schakel de TekVPI-oscilloscoop in.
2. Sluit een 067-3281-XX 50 Ω precisieweerstand aan op de uitgang van de 067-1701-XX meetopstelling.
3. Sluit een DMM aan op de 50 Ω precisie-uitgang met een BNC-T-stuk.
4. Sluit een BNC-kabel vanaf het T-stuk, dat zich bevindt aan de uitgang van de 50 Ω -precisieaansluiting, aan op een ander oscilloscoopkanaal. Controleer of het kanaal in de 1 M Ω -modus en 200 mV/div staat. Dit wordt uitsluitend gebruikt voor een goede aarding.
5. Sluit de meetopstelling 067-1701-XX aan op kanaal 1 van de oscilloscoop.
6. Sluit de sonde van de TICP-serie aan op de meetopstelling 067-1701-XX.
7. Laat de testapparatuur 30 minuten opwarmen bij een omgevingstemperatuur van ongeveer 20 °C (68 °F).

Procedure

Deze procedure is geldig voor alle versies van de sonde van de TICP-serie.

1. Tik op **File > Default Setup** (Bestand > Standaardconfiguratie).
2. Voer **Signal Path Compensation** (Compensatie signaalpad) uit, indien aanbevolen in **Utility > Calibration...** (Hulpprogramma > Kalibratie...)
3. Voer zelfkalibratie uit ([Zelf-kalibratie](#) (on page 42)).
4. Bevestig de TICPSMA-sondepunt aan op de TICP-sonde.
5. Bevestig de TICPSMA aan de Fluke 9500 Active Head.
6. Schakel het TICP-kanaal in en gebruik de volgende instelling voor het menu **Vertical** (Verticaal):
 - a. Bereik: **20 mV**
 - b. Offset: **20 mV/div**
7. Op de Fluke 9500B, selecteer **Modus: Handmatige Waveform** met de volgende instellingen:
 - a. Selecteer **Waveform: DC**
 - b. Selecteer **20 mV/div**
 - c. Zet de uitvoer op **ON** (AAN)
8. Druk op de knop **Single / Seq** om de meting uit te voeren.
 - a. Voeg de offset toe met de waarde gemeten op de DMM.
9. Herhaal de hele procedure met alle volgende instellingen voor oscilloscoop-offset en Fluke-ingangsspanning: **0.25 V**, **0 V**, **-0.25 V**, and **-0.5 V**.

Testregistratie Nauwkeurigheid offset-versterking

Gebruik de testregistratietabel voor het registreren van de resultaten van de prestatieverificatieprocedure van de nauwkeurigheid van de offset-versterking.

Modelnummer: Procedure uitgevoerd door:

Serienummer: Datum:

1. Voer de offsetspanningen en de bijbehorende gemeten gemiddelde resultaten in Excel in.
2. Maak een spreidingsplot van de gegevens, met de offsetspanningen op de Y-as en de gemiddelde spanningen op de X-as.
3. Voeg een trendlijn toe aan de plot en kies de optie om de vergelijking weer te geven.

De beste benadering van de gegevens zou een helling tussen 0,995 en 1,005 moeten hebben om een nauwkeurigheid van 1% te behalen.

Bereik	Meting 500 mV	Meting 250 mV	Meting 0 mV	Meting -250 mV	Meting -500 mV	Grenswaarden	Berekend
20 mV						$0,995 < x < 1,005$	

Onderhoud

Informatie om mogelijke storingen te isoleren en procedures voor het onderhoud van uw sonde.

Serviceaanbod

Tektronix biedt service voor reparaties onder garantie en andere diensten speciaal om te voldoen aan uw specifieke servicebehoeften.

De servicetechnici van Tektronix zijn goed uitgerust om uw sonde te onderhouden. Diensten worden geleverd bij Tektronix Servicecentra en op locatie bij uw faciliteit, afhankelijk van uw locatie. Ga naar tek.com/service om alle beschikbare diensten te bekijken. Controleer de status van uw garantie op tek.com/warranty-status-search.

Reiniging

CAUTION: Om schade aan het meetsysteem te voorkomen, mag u het niet blootstellen aan sprays, vloeistoffen of oplosmiddelen. Voorkom dat er vocht in de compbox of sensorkop terechtkomt wanneer u de buitenkant reinigt.

Behoud de integriteit van de connectoren door ze vrij van verontreinigingen te houden. Verwijder eventueel vuil van de connectoren met behulp van schone, droge perslucht onder lage druk.

Storingzoeken en foutcondities

Hieronder wordt de status van elke led beschreven en mogelijke problemen die u kunt tegenkomen bij het uitvoeren van metingen met de sonde. Gebruik dit als snelle referentie voor het oplossen van problemen voordat u contact opneemt met Tektronix voor service.

Beschrijvingen statusled

Led		Status	Actie
	Groen (ononderbroken)	Normaal bedrijf	-
	Groen (knipperend)	Bulkstroomstoring	Probeer de stekker eruit te halen en er weer in te steken. Controleer de interface tussen de probe en de oscilloscoop. Mogelijk is onderhoud nodig aan de sonde.
	Rood (ononderbroken)	Storing in sondetoepassing	Probeer de stekker eruit te halen en er weer in te steken. Mogelijk is onderhoud nodig aan de sonde.
	Rood (knipperend)	Storing in sondetoepassing en bulkstroomstoring	Probeer de stekker eruit te halen en er weer in te steken. Controleer de interface tussen de probe en de oscilloscoop. Mogelijk is onderhoud nodig aan de sonde en/of oscilloscoop.
	Rood (knipperend • • –)	Geen stroom naar de geïsoleerde zijde van de sondekop	Probeer de stekker eruit te halen en er weer in te steken. De sonde moet mogelijk worden onderhouden.

Meetproblemen en mogelijke oplossingen

Probleem	Oplossing
DC-offset is aanwezig in signaal	Voer zelfkalibratie uit
	Zorg ervoor dat het ingangssignaal binnen het geselecteerde dynamische bereik van de geselecteerde punt ligt
De flank van de blokgolf lijkt 'verzacht', afgerond of ongecompenseerd	Voer zelfkalibratie uit
	Zorg ervoor dat het bandbreedtefilter van de oscilloscoop is ingesteld op volledige bandbreedte
	Zorg ervoor dat het ingangssignaal de sonde-ingang niet overstuurt
De gemeten amplitude is kleiner dan verwacht	Het ingangssignaal kan 'vastgelopen' zijn
	Zorg ervoor dat het ingangssignaal binnen het dynamische bereik van de geselecteerde sondepunt ligt.
	Pas een offset toe om het ingangssignaal binnen het dynamische bereik van de geselecteerde sondepunt te brengen
Onnauwkeurigheid bij DC-metingen	Voer zelfkalibratie uit
	Stel de opnamelengte in op minimaal 200 μ s (langer is beter)
Er is te veel ruis en kleine signalen kunnen niet nauwkeurig worden gemeten	Selecteer een punt met lagere demping
	Stel de verticale schaal van de oscilloscoop in op een kleinere waarde
	Kies handmatig een lagere bereikinstelling om de ruis te verminderen
Er wordt geen signaal gedetecteerd; de golfvorm is een vlakke lijn	Verwijder de punt en controleer de continuïteit ervan, aan de hand van de ingangsimpedantietabel.
De sondekop verliest af en toe stroom	Zorg ervoor dat de sondekop binnen zijn bedrijfstemperatuurbereik blijft
	Voeg externe koeling toe, zoals een kleine bureauventilator.
Er is te veel common mode-ruis	Verwijder accessoires, losse kabels of blootliggende kabels tussen het testpunt en de sondepunt
	Gebruik een MMCX-punt met een MMCX-testpunt, dat ofwel in het ontwerp van de printplaat is opgenomen of als een onverwacht testpunt dient
Waarschuwing Geen punt gedetecteerd	Maak de punt los en bevestig deze weer

Het meetsysteem opnieuw verpakken voor verzending

Als u het meetsysteem ter reparatie naar Tektronix moet retourneren, gebruik dan de originele verpakking. Als deze niet beschikbaar is of niet geschikt is voor gebruik, neem dan contact op met uw Tektronix-vertegenwoordiger voor een nieuwe verpakking.

Wanneer u het meetsysteem aan Tektronix retourneert, dient u een label te bevestigen waarop de volgende informatie staat:

- Naam van de eigenaar van het product
- Adres van de eigenaar
- Serienummer van het instrument
- Een beschrijving van de ondervonden problemen en/of vereiste service

Programmeren op afstand

In dit gedeelte worden commando's en query's behandeld die naar de sensorkop kunnen worden verzonden wanneer deze is aangesloten op een Tektronix-oscilloscoop. Trefwoorden in lange vorm en korte vorm worden aangegeven met hoofdletters/kleine letters. De commando's en query's worden door de meeste oscilloscopen ondersteund; eventuele verschillen in ondersteunende oscilloscopen worden beschreven bij de commando's.

Raadpleeg voor aanvullende informatie de documentatie voor programmeurs van uw oscilloscoop.

CH<x>:PRObe? (Query Only)

Dit query only-commando retourneert alle informatie over de sonde die aan het opgegeven kanaal is gekoppeld. Het kanaal wordt aangegeven met x.

Syntaxis

CH<x>:PRObe?

Voorbeelden

CH2:PROBE? retourneert mogelijk **1.0000E-01; RESISTANCE 1.0000E+07;UNITS "V";ID:TYPE "10X"SERNUMBER "N/A"** voor een 10X-sonde, wat aangeeft dat (naast andere parameters) de dempingsfactor voor de sonde die is aangesloten op kanaal 2 100,0 mV is (ervan uitgaande dat sonde-eenheden zijn ingesteld op volt).

CH<x>:PRObe:AUTOZero (No Query Form)

Met deze opdracht wordt de AutoZero-functie uitgevoerd. De handeling wordt volledig uitgevoerd door de oscilloscoop. Het kanaal wordt aangegeven met x.

Raadpleeg de zelfkalibratieprocedure voor informatie over het uitvoeren van de zelfkalibratie. Zelfkalibratie

Syntaxis

CH<x>:PRObe:AUTOZero EXECute

Argumenten

EXECute stelt de sonde die is aangesloten op het opgegeven kanaal in op AutoZero.

Voorbeelden

CH1:PROBE:AUTOZERO EXECUTE stelt de sonde die is aangesloten op kanaal 1 in op AutoZero.

CH<x>:PRObe:FORCEDRange

Het commando selecteert het dynamische bereik van de sonde(1 of 9) in +/-V. Dit is afhankelijk van de bevestigde sondepunt. Het kanaal wordt aangegeven met x. Het commando mag alleen worden gebruikt wanneer **CH<x>:PROBECONTROL** is ingesteld op **MANUAL**

Sondepuntkabels en dynamisch bereik

Sondepuntkabel	Dynamisch bereik +/-V
Geen punt of 1X-punt	0,02 0,03 0,045 0,065 0,09 0,125 0,175 0,25 0,35 0,5
10X	0,2 0,3 0,45 0,65 0,9 1,25 1,75 2,5 3,5 5,0
100X	2 3 4,5 6,5 9 12,5 17,5 25 35 50

De query retourneert het dynamische bereik van de sondepunt in +/-V.

Syntaxis

CH2:PRObe:FORCEDRange <NR3>

CH2:PRObe:FORCEDRange?

Argumenten

<NR3> specificeert het dynamische bereik van de sonde

Voorbeelden

Als er een stroomsonde is aangesloten op de ingang van kanaal 1, stelt **CH1:PROBE:FORCEDRANGE 5.0** de aangesloten sonde in op het 5 V-bereik.

CH3:PROBE:FORCEDRANGE? retourneert mogelijk **5.0000**, wat aangeeft dat het bereik van de sonde die is aangesloten op kanaal 3 is ingesteld op 5 V.

CH<x>:PRObe:GAIN? (Query Only)

Het commando retourneert de versterkingsfactor van het momenteel geselecteerde bereik (omgekeerd van demping). Het kanaal wordt aangegeven met x.

Syntaxis

CH<x>:PRObe:GAIN?

Voorbeelden

CH2:PROBE:GAIN? retourneert mogelijk **100.0000E-3**, wat aangeeft dat de aangesloten 10X-sonde 0,1 V levert aan de BNC van kanaal 2 voor elke 1,0 V die wordt toegepast op de sonde-ingang.

CH<x>:PRObe:ID? (Query Only)

Dit query only-commando retourneert het type en het serienummer van de sonde die aan het opgegeven kanaal is aangesloten. Het kanaal wordt aangegeven met x.

Syntaxis

CH<x>:PRObe:ID?

Voorbeelden

CH2:PROBE:ID? retourneert mogelijk "B010289";"TICP100", wat aangeeft dat een TICP100-sonde met serienummer B010289 is aangesloten op kanaal 2.

CH<x>:PRObe:ID:SERnumber? (Query Only)

Dit query only-commando retourneert het serienummer van de sonde die is aangesloten op het opgegeven kanaal. Het kanaal wordt aangegeven met x. Voor sondes van niveau 0 en 1 is het serienummer "N/A".

Syntaxis

CH<x>:PRObe:ID:SERnumber?

Voorbeelden

CH1:PROBE:ID:SERNUMBER? retourneert mogelijk "B010289", wat aangeeft dat het serienummer van de sonde die is aangesloten op kanaal 1 B010289 is.

CH<x>:PRObe:ID:TYPE? (Query Only)

Dit query only-commando retourneert het serienummer van de sonde die is aangesloten op het opgegeven kanaal. Het kanaal wordt aangegeven met x.

Syntaxis

CH<x>:PRObe:ID:TYPE?

Voorbeelden

CH1:PROBE:ID:TYPE? retourneert mogelijk "TICP100", wat aangeeft dat een TICP100-sonde is aangesloten op kanaal 1.

CH<x>:PRObe:SELFCal:State? (Query Only)

Dit query only-commando retourneert de zelfkalibratiestatus RECOMMENDED, RUNNING of PASSED (AANBEVOLEN, IN UITVOERING of GESLAAGD). Het kanaal wordt aangegeven met x.

Syntaxis

CH<x>:PRObe:SELFCal:State?

Voorbeelden

CH1:PRObe:SELFCal:State? kan **RUNNING** retourneren, wat aangeeft dat de sonde van kanaal 1 op dit moment een zelfkalibratie aan het uitvoeren is.

CH<x>:PRObe:SELFCal

Dit query only-commando start de zelfkalibratie op de sonde. Het kanaal wordt aangegeven met x.

Syntaxis

CH<x>:PRObe:SELFCal EXECUTE

Voorbeelden

CH1:PRObe:SELFCal EXECUTE voert zelfkalibratie uit op de sonde van kanaal 1.

CH<x>:PRObe:STATus? (Query Only)

Met dit commando wordt de foutwaarde van het ongetekende gehele getal van de sonde opgevraagd. Het kanaal wordt aangegeven met x.

Voorwaarden

Vereist een sonde die de relevante foutmeldingen ondersteunt.

Syntaxis

CH<x>:PRObe:STATus?

Retourneert

Retourneert een geheel getal dat de som van de binaire foutbits B0 – B15 vertegenwoordigt. De foutbits worden niet weergegeven; ze worden samengevoegd tot de gehele waarde. Hieronder volgt een lijst met de fouten voor elke bit.

- B0 – Sonde uitgeschakeld
- B1 – Klembekken open
- B2 – Buiten bereik
- B3 – Temperatuur sonde buiten limietwaarden
- B4 – Degauss nodig
- B5 – Sondepunt ontbreekt
- B6 – Storing sondepunt
- B7 – Sondepunt niet ondersteund
- B8 – Zelfkalibratie is nodig of aanbevolen (de query retourneert 256 in decimaal formaat)
- B9 tot B15 – Gereserveerd

Voorbeelden

CH4:PRObe:STATus? kan 2 retourneren, wat aangeeft dat de sonde een fout m.b.t. open klembekken meldt.

CH<x>:PRObe:UNIts? (Query Only)

Dit query only-commando retourneert een tekenreeks die de meeteenheden beschrijft voor de sonde die aangesloten is op het opgegeven kanaal. Het kanaal wordt aangegeven met x.

Syntaxis

CH<x>:PRObe:UNIts?

Voorbeelden

CH4:PROBE:UNITS? kan "**V**" retourneren, wat aangeeft dat de meeteenheid voor de sonde die is aangesloten op kanaal 4 Volt is.

CH<x>:PROBECOntrol

Met dit commando wordt de voorkeur voor het bereikregelbeleid van de multirange sonde die op kanaal <x> is aangesloten, ingesteld of opgevraagd. Het kanaalnummer wordt aangegeven met x.

Syntaxis

CH<x>:PROBECOntrol {AUTO|MANual}

CH<x>:PROBECOntrol?

Argumenten

AUTO (Automatisch) stelt de waarden in. Het sondebereik wordt automatisch berekend.

Met **MANual** (Handmatig) kunt u verschillende geldige waarden selecteren voor de sonde die op een bepaald kanaal is aangesloten.

Voorbeelden

CH2:PROBECONTROL AUTO stelt de waarden in en het sondebereik wordt automatisch berekend.

CH2:PROBECONTROL? kan **MANUAL** retourneren, wat aangeeft dat u verschillende geldige waarden kunt selecteren voor de sonde die is aangesloten op kanaal 2

CH<x>:PROBEFunc:EXTAtten

Dit commando wordt gebruikt om de dempingswaarde te specificeren als een vermenigvuldiger voor de gegeven schaafactor op het opgegeven kanaal. Het kanaal wordt aangegeven met x.

Het queryformulier van dit commando retourneert de door de gebruiker opgegeven demping.

Syntaxis

CH<x>:PROBEFunc:EXTAtten <NR3>

CH<x>:PROBEFunc:EXTAtten?

Argumenten

<NR3> is de dempingswaarde, die is gespecificeerd als een vermenigvuldiger in het bereik van 1.00E-10 tot 1.00E+10.

Voorbeelden

CH1:PROBEFUNC:EXTATTEN 167.00E-3 specificeert een externe demping, die is aangesloten tussen uw ingangssignaal en de ingang van de sonde die is aangesloten op kanaal 1.

CH2:PROBEFUNC:EXTATTEN? kan **1.0000E+00** retourneren, wat aangeeft dat de sonde die is aangesloten op kanaal 2 rechtstreeks is gekoppeld aan het signaal van de gebruiker.

CH<x>:PROBEFunc:EXTDBatten

Met dit commando wordt de ingang-uitgang-verhouding (uitgedrukt in decibeleenheden) van externe demping of versterking tussen het signaal en de ingangskanalen van het instrument ingesteld of opgevraagd. Het kanaal wordt aangegeven met x.

Het queryformulier van dit commando retourneert de door de gebruiker opgegeven demping in decibellen.

Syntaxis

CH<x>:PROBEFunc:EXTDBatten <NR3>

CH<x>:PROBEFunc:EXTDBatten?

Argumenten

<NR3> is de dempingswaarde, die is gespecificeerd in het bereik van -200,00 dB tot 200,00 dB.

Voorbeelden

CH3:PROBEFunc:EXTDBATTEN 2.5 specificeert een externe demper van 2,5 dB op kanaal 3.

CH1:PROBEFunc:EXTDBATTEN? kan **2.5000E+00** retourneren, wat aangeeft dat de demping voor kanaal 1 gelijk is aan 2,5 dB.

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits

Met dit commando stelt u de meeteenheid in voor de externe demper van het opgegeven kanaal. Het kanaal wordt aangegeven met x. De alternatieve eenheden worden gebruikt als ze zijn ingeschakeld. Gebruik het commando **CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits:STATE** om de alternatieve eenheden in of uit te schakelen.

Syntaxis

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits <QString>

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits?

Argumenten

<QString> geeft de dempingseenheid aan voor het opgegeven kanaal.

Voorbeelden

CH4:PROBEFunc:EXTUNITS "Pascals" stelt de meeteenheid in voor de externe demper van kanaal 4.

CH2:PROBEFunc:EXTUNITS? kan **"Pascals"** retourneren, wat aangeeft dat de meeteenheid van de externe demper van kanaal 2 Pascal is.

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits:STATE

Met dit commando wordt de inschakelstatus van aangepaste eenheden voor het opgegeven kanaal ingesteld of opgevraagd. Het kanaal wordt aangegeven met x.

Syntaxis

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits:STATE {ON|OFF|<NR1>}

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits:STATE?

Argumenten

Argument **OFF** schakelt de externe eenheden uit.

Argument **ON** schakelt de externe eenheden in.

<NR1> = 0 schakelt externe eenheden uit; andere waarden schakelen externe eenheden in.

Voorbeelden

CH2:PROBEFunc:EXTUnits:STATE ON schakelt externe eenheden in.

CH2:PROBEFunc:EXTUnits:STATE? kan **0** retourneren, wat aangeeft dat externe eenheden uitgeschakeld zijn voor het opgegeven kanaal.

CH<x>:PROBE:DYNAMICRANGE? (Query Only)

Dit commando vraagt het dynamische bereik op van de sonde die is aangesloten op het opgegeven kanaal. Het kanaal wordt aangegeven met x.

Syntaxis

CH<x>:PROBE:DYNAMICRANGE?

Retourneert

De geretourneerde waarde is de delta tussen het huidige minimum- en maximumbereik, met enige tolerantie. Het is ook de delta tussen de indicatoren voor het sondebereik (indien momenteel weergegeven).

Voorbeelden

CH1:PROBE:DYNAMICRANGE? kan **1.3056** retourneren, wat aangeeft dat het dynamische bereik van de sonde die op kanaal 1 is aangesloten is ingesteld op 1.3056 V.



TICP 系列

IsoVu™ 隔离电流探头

用户手册

立即注册！

单击以下链接以保护您的产品。

www.tek.com/register



077-1846-03 2026 年 6 月

版权所有 © 2026, Tektronix, Inc.保留所有权利。许可软件产品由泰克、其子公司或提供商所有，受国家版权法及国际条约规定的保护。泰克产品受美国和外国专利权（包括已取得和正在申请的专利权）的保护。本文中的信息将取代所有以前出版的资料中的信息。保留更改技术规格和价格的权利。

TEKTRONIX 和 TEK 是泰克 (Tektronix, Inc.) 的注册商标。

这些原始说明的语言为英语。

请浏览 www.tek.com/en/eula 阅读泰克终端用户许可协议。



泰克联系信息

Tektronix, Inc.
13725 SW Karl Braun Drive
P.O.Box 500
Beaverton, OR 97077
USA

有关产品信息、销售、服务和技术支持：

在北美地区，请拨打 1-800-833-9200。

其他地区用户请访问 www.tek.com 查找当地的联系信息。

Contents

第三方软件许可证.....	6
重要安全信息.....	6
常规安全概要.....	6
避免火灾或人身伤害.....	7
探头和测试导线.....	8
本手册中和本产品上的术语.....	8
产品上的符号.....	10
间隙要求.....	11
合规性信息.....	13
安全合规性.....	13
电气额定值.....	14
环境合规性.....	15
前言.....	16
关键性能指标和特点.....	16
型号概述.....	17
标配附件.....	17
推荐附件.....	19
操作信息.....	22
TICP 框图.....	22
测量系统处理最佳实践.....	23
环境要求.....	23
控件和指示器.....	24
电缆标记.....	24
探头端部.....	25
铁氧体夹具安装.....	26
连接到电路.....	27
三脚架适配器安装.....	29
两脚架安装.....	30
连接 SMA 适配器.....	31
连接宽带分流器.....	31
在方形引脚上安装宽带分流器.....	32
使用双绞线焊片安装宽带分流器.....	33
连接极端温度端部.....	34
安装探头端部适配器.....	35
将方形引脚安装到电路板.....	37
Probe Setup（探头设置）菜单.....	39

自动校准.....	40
AutoZero.....	40
自动量程.....	40
量程.....	41
选择探头端部.....	42
相差校正.....	42
输入偏置.....	42
电压范围.....	43
共模电压范围.....	43
偏置电压范围.....	43
最大无损差分电压范围.....	43
技术规格.....	45
探头和端部概述.....	45
应用示例.....	63
电气技术规格.....	64
满足法规.....	65
探头尺寸.....	66
性能验证步骤.....	68
所需设备.....	68
系统 RMS 噪声.....	68
系统 RMS 噪声测试记录.....	69
DC 增益精度.....	70
直流增益精度测试记录.....	71
◆◆流平衡.....	72
DC 均衡测试记录.....	73
偏置增益精度.....	74
偏置增益精度测试记录.....	75
维护.....	77
服务.....	77
清洁.....	77
故障排除和错误情况.....	77
重新包装测量系统以进行运输.....	79
远程编程.....	80
CH<x>:PRObe? (仅查询).....	80
CH<x>:PRObe:AUTOZero (无查询表单).....	80
CH<x>:PRObe:FORCEDRange.....	81
CH<x>:PRObe:GAIN? (仅查询).....	81
CH<x>:PRObe:ID? (仅查询).....	82
CH<x>:PRObe:ID:SERnumber? (仅查询).....	82
CH<x>:PRObe:ID:TYPE? (仅查询).....	82
CH<x>:PRObe:SELFCal:State? (仅查询).....	82
CH<x>:PRObe:SELFCal.....	83
CH<x>:PRObe:STATus? (仅查询).....	83

CH<x>:PRObe:UNIts? (仅查询) 83

CH<x>:PROBEControl. 84

CH<x>:PROBEFunc:EXTAtten. 84

CH<x>:PROBEFunc:EXTDBatten. 85

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits. 85

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits:STATE. 86

CH<x>:PROBE:DYNAMICRANGE? (仅查询) 86

第三方软件许可证

Freescall Kinetis 设计工作室

此组件模块由 Processor Expert 生成。请勿修改。

版权所有：1997 - 2015 Freescall Semiconductor, Inc.

保留所有权利。

允许在经过或不经修改的情况下，再分发和使用源代码以及二进制形式，但前提条件是必须满足下列条件：

- 再分发源代码时必须保留上述版权声明、本条件列表及以下免责声明。
- 再分发二进制形式时必须要在分发附带的文档和/或其他材料中复制上述版权声明、本条件列表及以下免责声明。
- 未经事先明确的书面许可，不得使用 Freescall Semiconductor, Inc. 的名称或其贡献者的姓名来签署或宣传由本软件派生的产品。

本软件由版权所有者及其贡献者以“现状”提供，拒绝任何明示或暗示的保证，包括但不限于对用于特殊目的的适销性或适用性的暗示保证。在任何情况下，版权所有者或贡献者对因使用本软件引起的任何直接、间接、偶然或后续的损失（包括但不限于取得替代产品或服务；无法使用、数据丢失或利益损失；或业务中断），无论成因或任何责任理论、无论此责任为因合约关系、无过失责任或违约责任，即使已警告过发生这种损害的可能性。

http: www.freescall.com

邮件：support@freescall.com

IAR 面向 ARM 的嵌入式工作台

IARSourceLicense.txt Version 1.0

以下许可协议适用于链接器命令文件、示例项目（除非另有明确说明）、cstartup 代码、low_level_init.c 文件以及其他某些底层运行时库文件。

版权所有 2012，IAR Systems AB。

本源代码归 IAR Systems 所有。本源代码仅可与 IAR 的嵌入式工作台配合使用。允许在经过或不经修改的情况下，再分发和使用源代码以及二进制形式，但前提条件是必须满足下列条件：

- 再分发全部或部分源代码时必须保留上述版权声明、本条件列表及以下免责声明。
- 未经事先书面许可，不得使用 IAR Systems 名称签署或宣传由本软件派生的产品。

本软件按“现状”提供，作者对软件不作任何保证，包括对适销性及适用性的任何暗示保证。在任何情况下，作者均不对因使用或运行本软件而产生的任何特殊、直接、间接或后果性损害，或因使用损失、数据丢失或利润损失造成的任何损害承担责任，无论该责任是基于合同、过失或其他侵权行为提起的诉讼，均不承担责任。

重要安全信息

本手册包含用户必须遵守的信息和警告，以确保安全操作并保证产品安全。

若要安全执行关于本产品的服务，请参阅常规安全概要后面的服务安全概要。

常规安全概要

请务必按照规定使用产品。详细阅读下列安全性预防措施，以避免人身伤害，并防止损坏本产品或与本产品连接的任何产品。认真阅读所有说明。保留这些说明以备将来参考。

应根据当地和相应国家法规的要求使用本产品。

为了保证正确安全地操作产品，除本手册规定的安全性预防措施外，您还必须遵守普遍公认的安全规程。

产品仅限经过培训的人员使用。

只有了解相关危险的合格人员才能进行开盖维修、保养或调整。

使用前，请务必检查产品是否来自已知来源，以确保正确操作。

本产品不适用于检测危险电压。

如果存在危险带电导体暴露，请使用个人防护装备以防电击和电弧爆炸伤害。

本产品仅在非居民区内使用。在居民区内使用可能造成电磁干扰。

使用本产品时，您可能需要使用一套大型系统的其他部件。有关操作这类系统的警告和注意事项，请阅读其他器件手册的安全性部分。

将本设备集成到某系统时，该系统的安全性由系统的组装者负责。

避免火灾或人身伤害

遵守所有终端额定值

为避免火灾或电击危险，请遵守产品上的所有额定值和标记说明。在连接产品之前，请先查看产品手册，了解额定值的详细信息。

请勿超过产品、探头或附件中各器件额定值最低者的测量类别 (CAT) 额定值和电压或电流额定值。

对任何终端（包括公共终端）施加的电势不要超过该终端的最大额定值。

本产品的测量端子不适用于连接到 IV 类型电路。

不要将电流探头连接到电压超过电流探头额定电压的任何导线。

请勿开盖操作

切勿在外盖或面板拆除或机壳打开的状态下操作本产品。可能有危险电压暴露。

远离外露电路

电源接通后请勿接触外露的接头和器件。

怀疑产品出现故障时，请勿进行操作

如果怀疑本产品已损坏，请让合格的维修人员进行检查。

产品损坏时请勿使用。本产品损坏或运行错误时请勿使用。如果怀疑产品存在安全问题，请将其关闭。在产品上做出清晰标记以防其再被使用。

在使用之前，请检查电压探头、测试导线和附件是否有机机械损坏，如损坏则予以更换。如果探头或测试导线损坏、金属外露或出现磨损迹象，请勿使用。

在使用之前请先检查产品外表面。查看是否有裂纹或缺失部件。

仅使用规定的替换部件。

请勿在潮湿环境下操作

请注意，如果某个单元从冷处移到暖处，则可能生成冷凝水。

切勿在易燃易爆的环境下操作

请保持产品表面清洁干燥

清洁本产品前，请移除输入信号。

避免在探头和探头端部使用化学接触清洁剂，因为这会造成暂时或永久性损坏，进而可能影响探头功能。推荐使用压缩空气清洁法。

提供安全的工作环境

始终将产品放在方便查看显示器和指示器的地方。

避免对键盘、指针和按钮盘使用不当或长时间使用。键盘或指针使用不当或长时间使用可能导致严重损伤。

请确保工作区符合适用的人体工程学标准。请咨询人体工程学专家，以避免应激损伤。

探头和测试导线

WARNING: 为避免触电，请尽可能使探头电线远离探头端部和高压电路。探头电线的额定电压低于探头端部的额定电压。因此，探头电线可能无法提供足够的保护。

当电缆上的磨损指示标记变得可见时，请勿使用探头以免触电。请通过 tek.com 联系 Tektronix 进行更换。

小心高电压

了解您正在使用的探头的额定电压，请不要超出这些额定值。重要的是知道并理解两个额定值：

- 探头端部到探头参考导线的最大测量电压。
- 从探头参考引线到接地的最高浮动电压。

这两个额定电压取决于探头和您的应用。请参阅手册的“技术规格”部分了解更多详情。

WARNING: 为防止电击，请不要超出示波器输入 BNC 连接器、探头端部或探头参考导线的最大测量电压或最大浮动电压。

正确连接并正确断开连接。

探头或测试导线连接到电压源时请勿插拔。

仅使用产品附带的或 Tektronix 指明适合产品使用的绝缘电压探头、测试导线和适配器。

连接或断开电流探头之前，先将被测电路断电。

请勿将分流器连接到电压或频率超过分流器额定值的任何导线。

检查探头和附件

在每次使用之前，请检查探头和附件是否损坏（探头本体、附件、电缆外壳等的割裂、破损、缺陷）。如果损坏，请勿使用。

使用浮动测量

不要将探头的参考引线浮动到额定浮动电压之上。

维修探头和附件

请转至 tek.com/support，查找有关联系 Tektronix 服务支持部门的信息。

本手册中和本产品上的术语

本手册中可能出现以下术语：

WARNING: “警告”声明指出可能会造成人身伤害或危及生命安全的情况或操作。

CAUTION: “注意”声明指出可能对本产品或其他财产造成损坏的情况或操作。

产品上可能出现以下术语：

- 看到“危险”标记时表示可直接导致人身伤害的危险。
- 看到“警告”标记时表示不会直接导致人身伤害的危险。
- 看到“注意”标记时表示会对本产品在内的财产造成损害的危险。

产品上的符号



产品上标示此符号时，请确保查阅手册，以了解潜在危险的类别以及避免这些危险需采取的措施。（此符号还可能用于指引用户参阅手册中的额定值信息。）

以下符号可能出现在产品上。



注意：请参阅手册



保护性接地端



接地端



警告：高电压



允许与危险裸线连接及断开连接。请勿连接或断开危险的带电非绝缘导体。



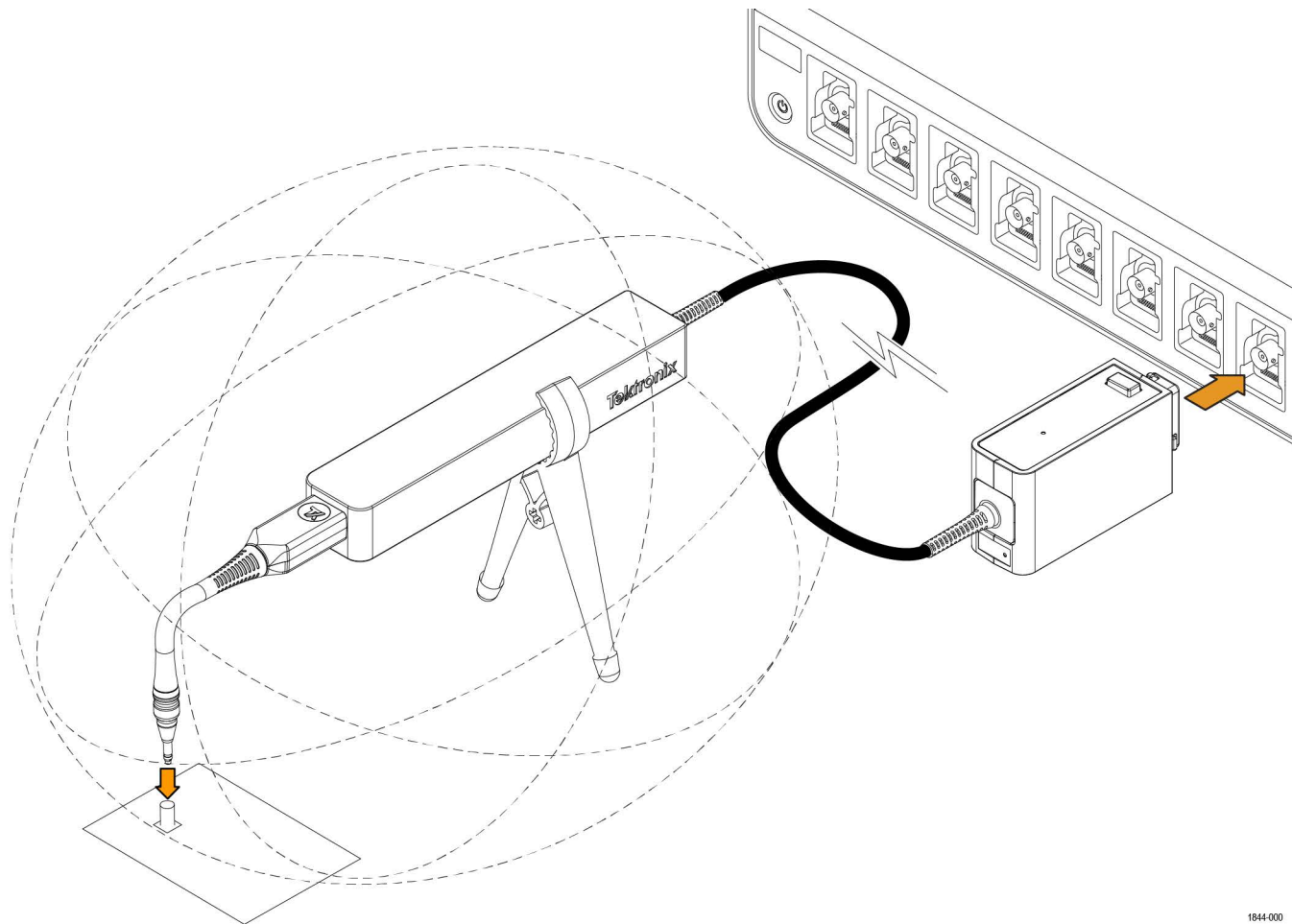
警告：高温表面

间隙要求

测量系统的独特共模电压范围使其能够应用于存在高频/高压共模信号的情形。使用本产品时，请务必阅读所有预防措施。

WARNING: 使用本测量系统时可能会发生电击。该系统用于将操作员与危险输入电压（共模电压）隔离开；探头头部的塑料外壳和探头端部上的屏蔽层不提供安全隔离功能。在测量系统连接到本文档中建议的通电电路时，请与探头头部和探头端部保持安全距离。在带电电路上进行测量时，请勿访问 RF 燃烧危险区域。

下图显示了测量系统的组件以及处理危险电压时的潜在射频灼伤区域。1 米（40 英寸）射频灼伤区域用探头头部周围的虚线表示。

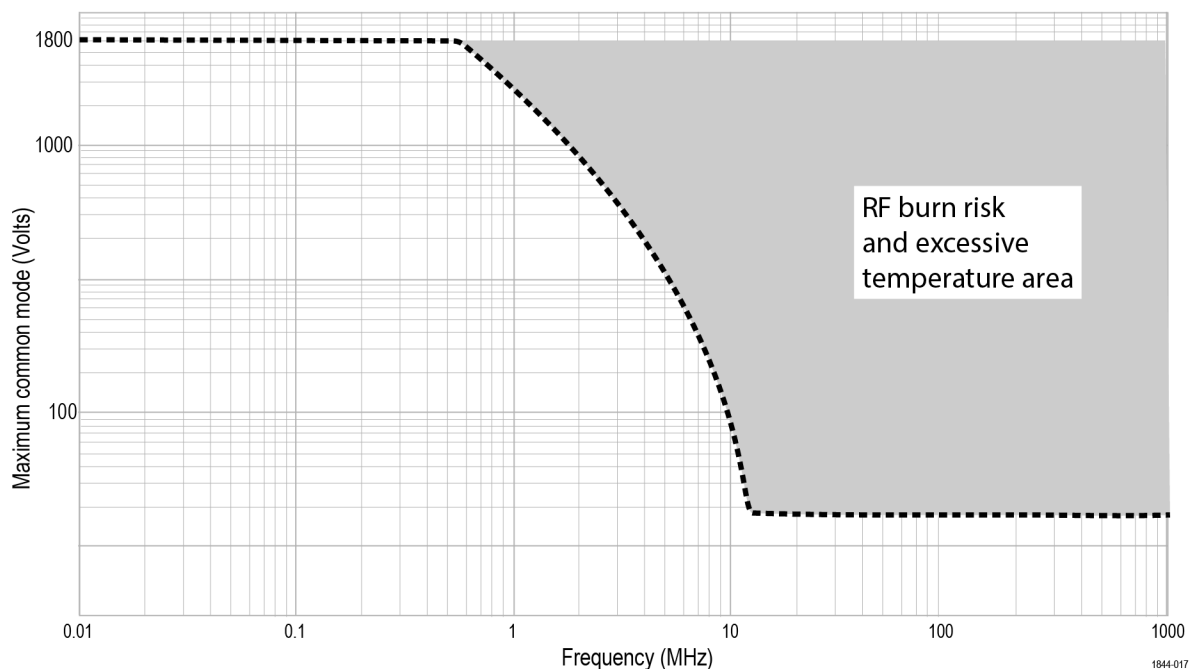


1844-000

RF burn hazard zone around the probe head

WARNING: 射频灼伤风险。请参考以下降额曲线来识别危险区域。为避免射频灼伤，请勿在图表的灰色阴影区域内操作探头。

WARNING: 当连续波或高占空比突发共模信号频率处于 10 MHz 至 50 MHz 之间时，尖端温度升高有燃烧风险。这会导致尖端铁氧体在电压低于下图所示时消耗大量功率。为避免燃烧风险，请通过限制应用的共模电压和/或占空比、降低环境温度和/或采用强制对流气流，将尖端温度保持在 85°C (185°F) 或更低。



Maximum safe handling limits for common mode voltages

合规性信息

此部分列出仪器遵循的安全和环境标准。本产品仅供专业人员和受过培训的人员使用；不得在家中或供儿童使用。

如对合规性信息存疑，可联系以下地址：

Tektronix, Inc. · PO Box 500, MS 19-045 · Beaverton, OR 97077, US

tek.com

安全合规性

本部分列出了产品遵循的安全标准及其他安全合规性信息。

欧盟一致性声明 - 低电压

经证明符合《欧盟官方公报》中所列的以下技术规格：

低电压指令 2014/35/EU。

- EN 61010-1：测量、控制和实验室用途电气设备安全要求 – 第 1 部分：总体要求
- EN 61010-2-030：测量、控制和实验室用途电气设备安全要求 – 第 2-030 部分：对测试和测量电路的特殊要求

美国国家认可的测试实验室列表

- UL 61010-1：测量、控制和实验室用途电气设备安全要求 – 第 1 部分：总体要求
- UL 61010-2-030：测量、控制和实验室用途电气设备安全要求 – 第 2-030 部分：对测试和测量电路的特殊要求

加拿大认证

- CAN/CSA-C22.2 No. 61010-1：测量、控制和实验室用途电气设备安全要求 – 第 1 部分：总体要求
- CAN/CSA-C22.2 No. 61010-2-030：测量、控制和实验室用途电气设备安全要求 – 第 2-030 部分：对测试和测量电路的特殊要求

其他合规性

- IEC 61010-1：测量、控制和实验室用途电气设备安全要求 – 第 1 部分：总体要求
- IEC 61010-2-030：测量、控制和实验室用途电气设备安全要求 – 第 2-030 部分：对测试和测量电路的特殊要求

设备类型

测试和测量设备。

污染度说明

对产品周围和产品内部环境中可能出现的污染的一种量度。通常认为产品的内部环境与外部环境相同。产品只应该在其规定环境中使用。

- 污染度 1。无污染或仅发生干燥、非导电性污染。此类产品通常予以封装、密封或被置于干净的房间中。
- 污染度 2。通常只发生干燥、非导电性污染。偶尔会发生由凝结引起的临时传导。典型的办公室/家庭环境属于这种情况。只有当产品处于非使用状态时，才会发生临时凝结。
- 污染度 3。导电性污染，或干燥、非导电性污染，由于凝结后者会变成导电性污染。此类场所为温度和湿度不受控制的建有遮盖设施的场所。此类区域不受阳光、雨水或自然风的直接侵害。
- 污染度 4。通过传导性的尘埃、雨水或雪产生永久性可导性的污染。户外场所通常属于这种情况。

IP 等级

IPx0（如 IEC 60529 中定义）。

电气额定值

电气额定值

TICP025：电流 20 mA，250 MHz

TICP050：电流 20 mA，500 MHz

TICP100：电流 20 mA，1 GHz

对地最高电压

1300 V，污染度 2，瞬态电平不超过 5kV_{pk} 时的最大值

1800 V，用于污染度 1 的环境，瞬态电平不超过 5kV_{pk} 时的最大值

600 V CAT III（污染度 2）

1000 V CAT II（污染度 2）

环境合规性

本部分提供有关产品对环境影响的信息。

产品报废处理

回收仪器或器件时，请遵守下面的规程：

设备回收

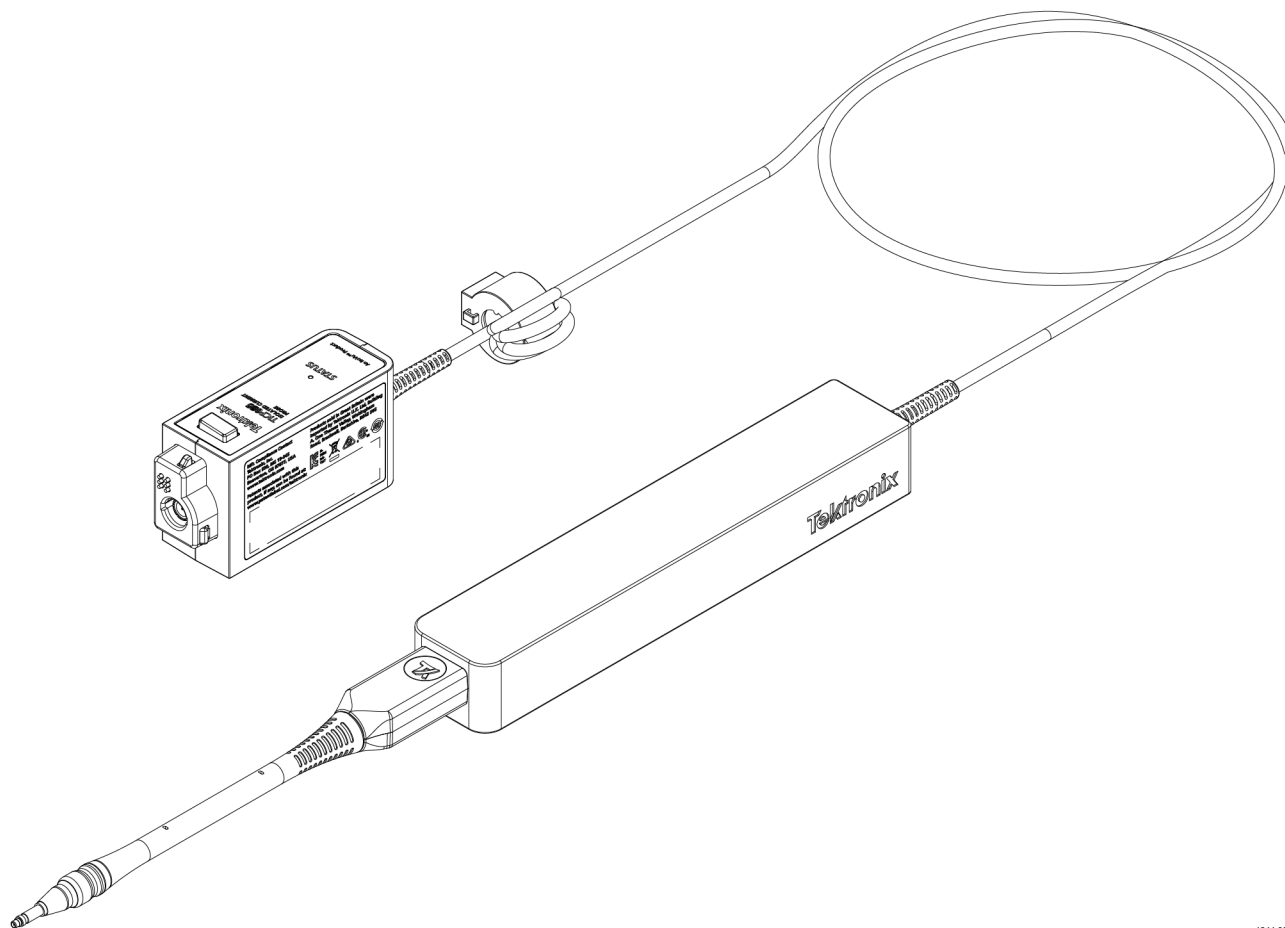
生产本设备需要提取和使用自然资源。如果对本产品的报废处理不当，则该设备中包含的某些物质可能会对环境或人体健康有害。为避免将有害物质释放到环境中，并减少对自然资源的使用，建议采用适当的方法回收本产品，以确保大部分材料可以得到恰当的重复使用或回收。



此符号表示该产品符合欧盟有关废旧电子和电气设备 (WEEE) 以及电池的 2012/19/EU 和 2006/66/EC 号指令所规定的相关要求。有关回收选项的信息，请登录 Tektronix 网站 (<https://www.tek.com/productrecycle>) 查看。

前言

本文档介绍了有关安装和使用泰克 T1CIP 系列有源隔离式分流器探头的信息。该探头在分流器测量方面提供出色的带宽、精度、易用性和隔离性。



1844-004

补偿盒

TekVPI 补偿盒将测量系统连接到示波器上的其中一个输入通道。通过示波器的 TekVPI 接口向测量系统提供电源。补偿盒上的 LED 用于显示探头的整体状态。

探头头部

探头头部为待测设备 (DUT) 和补偿盒之间提供了一个接口。探头头部包含隔离屏障，将 DUT 与接地隔离开来。

探头端部

探头端部选项可用于将探头头部连接到 DUT。

关键性能指标和特点

- 探头端部和示波器之间实现电隔离
- 有三种带宽可用：1 GHz、500 MHz 和 250 MHz
- 电流测量范围宽，取决于与 1X、10X 或 100X 探头端部配合使用的分流器

- 噪声 <4.70 nV / √Hz (20 MHz 时 <21 μV_{RMS})
- 1 MHz 时高达 90 dB CMRR
- 最大共模电压：1800 V；用于污染度 1 的环境；瞬态电平不超过 5 kV_{pk}
- 1.5% DC 增益精度
- 与 4、5 和 6 系列 MSO 仪器兼容，包括最新的 B 型号
- TekVPI™ 接口可通过示波器前面板或编程接口实施控制和调整探头配置
- 可选端部，用于在 -40°C 至 +125°C 环境试验箱中测量电流

型号概述

型号	描述
TICP025	250 MHz 泰克隔离电流探头
TICP050	500 MHz 泰克隔离电流探头
TICP100	1 GHz 泰克隔离电流探头

标配附件

下表中列出了探头发货时附带的附件。

附件	说明	部件编号
	带 MMCX 连接器的 1X 探头端部电缆	TICPMM1
	带 MMCX 连接器的 10X 探头端部电缆	TICPMM10
	SMA 端部适配器	TICPSMA
	钳式铁氧体共模扼流圈	276-0905-XX
	两脚架用于固定探头。	020-3210-XX

附件	说明	部件编号
	适用于 ¼ 英寸 - 20 UNC 螺纹附件的三脚架接头。	103-0508-XX
	探头端部适配器。使 MMCX IsoVu 端部适用于标准的 0.100 英寸间距 0.025 英寸方形针脚。	131-9717-XX
	带有泡沫隔层的软提包。	016-2147-XX

推荐附件

下表列出了可选附件。

附件	说明	部件编号
	带 MMCX 连接器的 100X 探头端部	TICPMM100
	TICP 5 mΩ 低功率分流器	TICS0005 (数量 1)
		TICS0005PK (数量 10)
	TICP 50 mΩ 低功率分流器	TICS0050 (数量 1)
		TICS0050PK (数量 10)
	TICP 500 mΩ 低功率分流器	TICS0500 (数量 1)
		TICS0500PK (数量 10)
	TICP 5000 mΩ (5 Ω) 低功率分流器	TICS5000 (数量 1)
		TICS5000PK (数量 10)
	分流器所用的 TICP 电缆	TICPTWCBL (数量 1)
		TICPTWCBLPK (数量 5)
	1X 极端温度端部, 适用于带 MMCX 连接器的 TICP	TICPMM1ET
	10X 极端温度端部, 适用于带 MMCX 连接器的 TICP	TICPMM10ET
	100X 极端温度端部, 适用于带 MMCX 连接器的 TICP	TICPMM100ET
	双绞线焊接式附件	174-7492-XX
	方形针脚转 MMCX 适配器, 间距为 0.062 英寸	131-9677-XX
	MMCX 转 IC 采集表笔	196-3546-XX

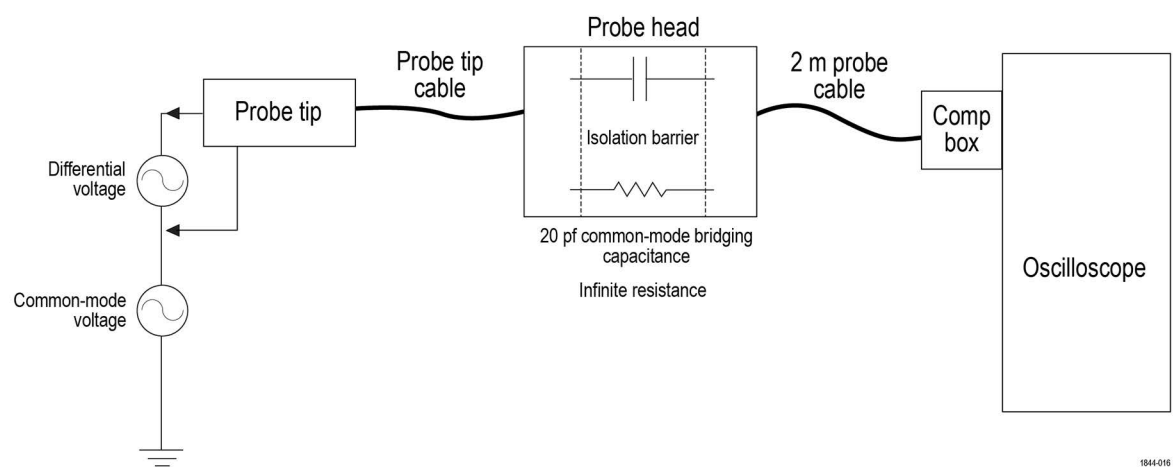
	方形针脚转 IC 采集表笔	196-3547-XX
	MicroCKT 采集器	206-0569-XX

操作信息

本节将帮助您安全有效地使用探头。安装测量系统之前请阅读所有安全信息，了解操作和间距要求，包括测量系统连接到被测设备 (DUT) 时的可能危险区域。

TICP 框图

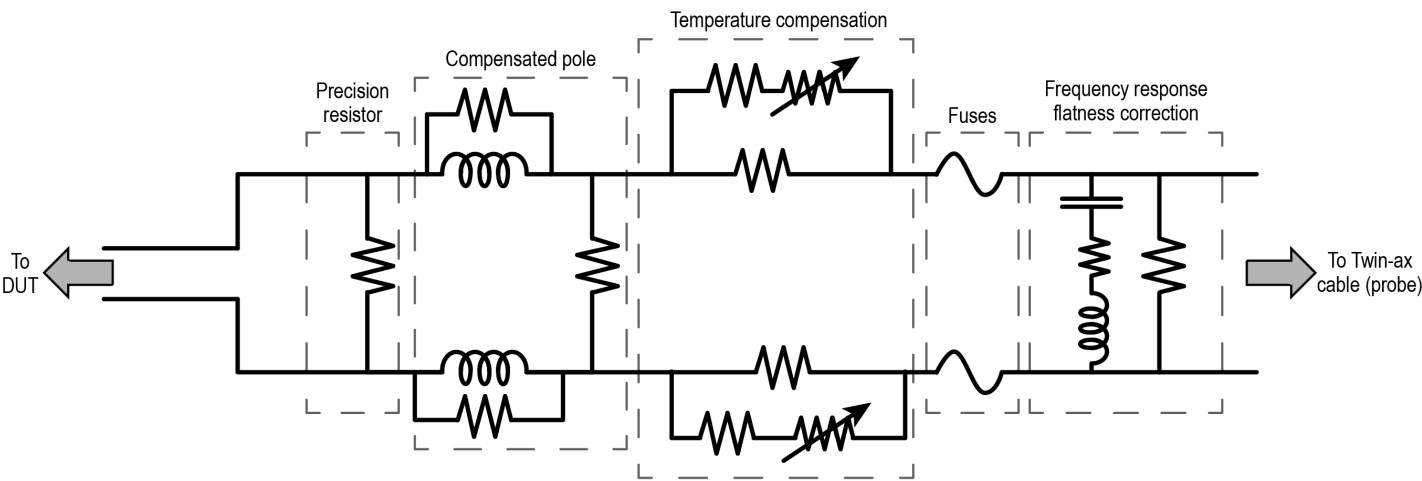
下图显示了 TICP 系列 IsoVu 隔离式电流探头的框图。



接地的共模电阻和电容如下图所示。共模电阻显示为无穷，因为它是电隔离的，可以忽略不计。接地的共模耦合电容及周围电路显示为桥接电容。将探头头部放置在接地表面以上 6 英寸（15.25 厘米）时，该电容将约为 20 pF。

为最大程度地降低共模电容负载的影响，请考虑以下各项：

- 尽可能在测试设备 (DUT) 中选择一个相对于接地为静电电势的参考点。
- 将探头端部的同轴（通用）屏蔽连接到电路的最低阻抗点。
- 增加探头头部与任何传导性表面的物理距离将降低电容。
- 使用多个 TICP 探头测量具有不同共模电压的电路中的不同点时，请保持探头头部隔离，以最大程度地降低电容耦合。



Wideband shunt block diagram

测量系统处理最佳实践

测量系统包括高质量部件，应小心对待，避免由于处理不当造成损坏或性能降低。操作探头和端部时，考虑以下注意事项：

- 请勿挤压、卷曲或猛烈弯曲探头电缆。
- 请勿缠绕电缆。
- 请勿在探头电缆上进行扭结或打结。
- 避免探头电缆受力。
- 请勿拉动或猛拉电缆，特别是在有扭结或打结的情况下。
- 请勿掉落探头头部或补偿盒组件。这会导致内部组件损坏和错位。
- 避免过度弯曲探头端部；请勿超过最小弯曲半径 2.0 英寸（51 毫米）。极端温度端部 (ET) 的最小弯曲半径不得小于 1.5 英寸（39 毫米）。
- 避免挤压电缆，如不小心用椅子轮子碾压电缆或将重物跌落到电缆上。
- 不使用时，请将测量系统存放在随附的手提箱中。

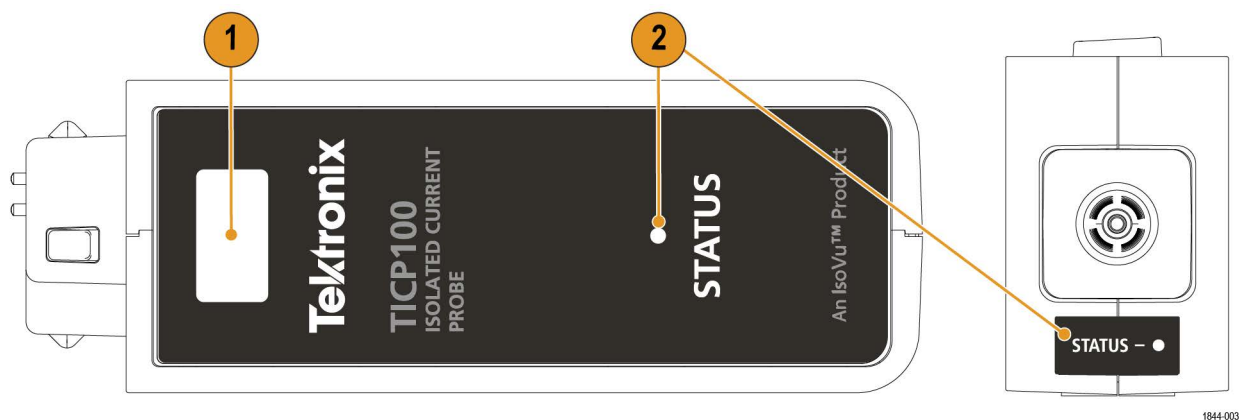
环境要求

特性	组件	工作状态	非工作状态
补偿盒、探头头部和 SMA 端部适配器温度		0°C 至 +50°C	-20°C 至 +70°C
标准端部电缆温度	TICPMM1、TICPMM10、TICPMM100	-40°C 至 +85°C	40°C 至 +85°C
极端温度端部 (ET) 电缆温度	TICPMM1ET、TICPMM10ET、TICPMM100ET	-40°C 至 +125°C	-40°C 至 +125°C；储存温度为 -40°C 至 +85°C
湿度	所有组件	5% 至 85% 相对湿度（不超过 +40°C），5% 至 45% 相对湿度（不超过 +50°C），无冷凝	5% 至 85% 相对湿度（不超过 +40°C），5% 至 45% 相对湿度（不超过 +70°C），无冷凝
海拔高度	所有组件	最高 3,000 米	最高 12,000 米

泰克极端温度 (ET) 端部可在 -40°C 至 +125°C 的宽温度范围内工作，能够满足环境测试应用中的精确电流测量需求。

控件和指示器

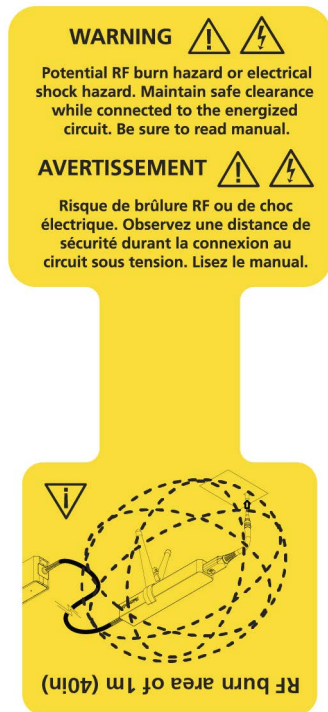
补偿盒上的控件和指示器说明。



1. 闭锁释放按钮。要断开补偿盒与示波器的连接，**请先按下闭锁释放按钮**，然后将探头从仪器中拉出。
2. 状态指示器。LED 灯指示探头的状态。补偿盒顶部和背面设有状态指示器。欲了解 LED 状态的更多信息，请参阅[故障排除和错误情况](#) (on page 77)

电缆标记

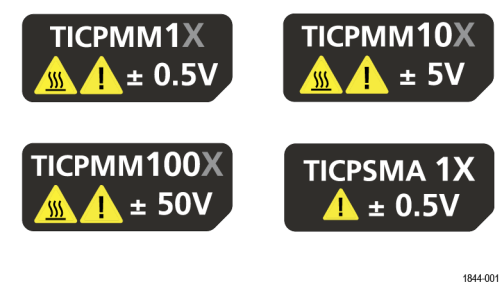
电缆上的标记提供潜在射频灼伤危险警告。



1844-002

探头端部

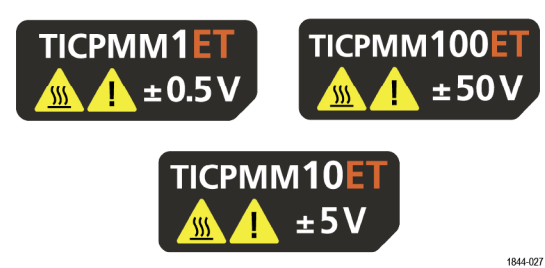
各探头端部的标签均提供最大动态范围并显示衰减系数。



TICPMM tip labels



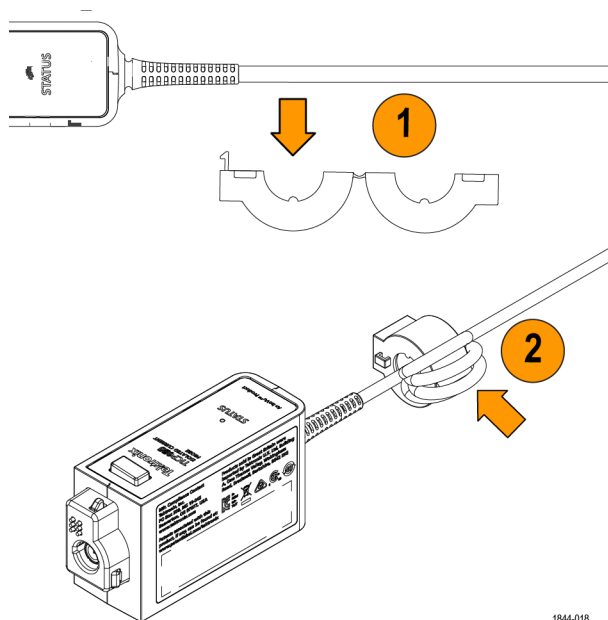
Wideband shunt labels



Extreme temperature tip labels

铁氧体夹具安装

以下步骤描述了在探头电缆上安装共模铁氧体夹具的过程。



1844-018

1. 将共模铁氧体夹具置于补偿盒应力释放 0.25 英寸范围内。

2. 将电缆在打开的铁氧体夹具上绕五圈，然后关闭夹具。

确保尽可能小地绕圈，以最大限度地发挥铁氧体的效果。

要从探头电缆上取下铁氧体夹具，请将平头螺丝刀插入夹具闭锁之间的缝隙并向上提起。

连接到电路

以下步骤描述了将 TICP 系列探头连接到示波器和待测设备 (DUT) 的过程。

WARNING: 请勿将测量系统连接到通电电路，以避免电击危险。从测试电路安装或移除端部电缆之前，请务必断开测试电路。探头头部的塑料外壳和探头电缆的探头端部不提供隔离功能。

WARNING: 为避免 DUT 通电时的电击或 RF 燃烧危险，请勿在进行测试时触摸探头头部或探头端部。测试过程中请始终与探头头部保持 1 米（40 英寸）的间距。请参阅[间隙要求](#) (on page 11)。

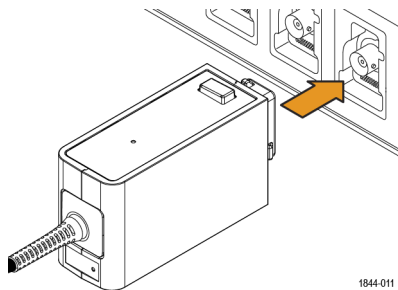
WARNING: 为防止由不同电位引起的电弧闪光，请勿将探头头部或探头端部置于具有不同电压的电路中。

CAUTION: 为避免可能对设备造成的损坏，请勿将同轴（通用）屏蔽探头端部或 SMA 输入电缆连接到电路的高阻抗部分。附加电容可能会导致电路损坏。请将同轴（通用）屏蔽电缆连接到电路的低阻抗部分。

测量高频共模信号时触摸探头头部或探头端部电缆，会增加电容耦合并可能降低测试电路的共模负载。为避免测量不准确，请勿将独立的探头头部堆放在一起，测量时请将手机放在至少三英尺以外的地方。

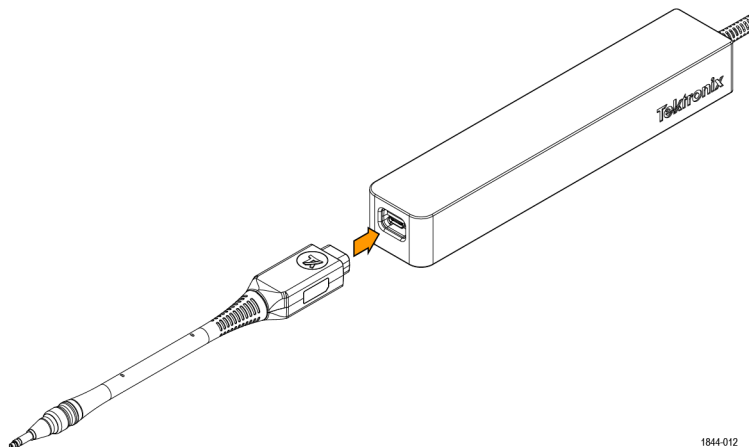
请验证 DUT 未连接到通电电路。为实现最精确的测量，请让探头预热 5 分钟。

1. 将补偿盒连接到示波器上的可用通道。



1844-011

2. 将探头端部和探头头部 IsoConnect™ 连接器对齐。
在此过程中请小心操作，避免弯曲或缠绕探头端部组件。
3. 将探头端部连接到探头头部。



1844-012

将探头头部连接到两脚架、三脚架（带适配器）或类似支架。使用支架可保持探头头部的稳定性，从而降低 DUT 电气连接点的潜在机械压力。支架还使探头头部与周围电路和导体隔离，从而最大程度地降低这些环境的寄生电容耦合。将 TICP 系列探头安装到三脚架上需要使用随附的三脚架适配器。

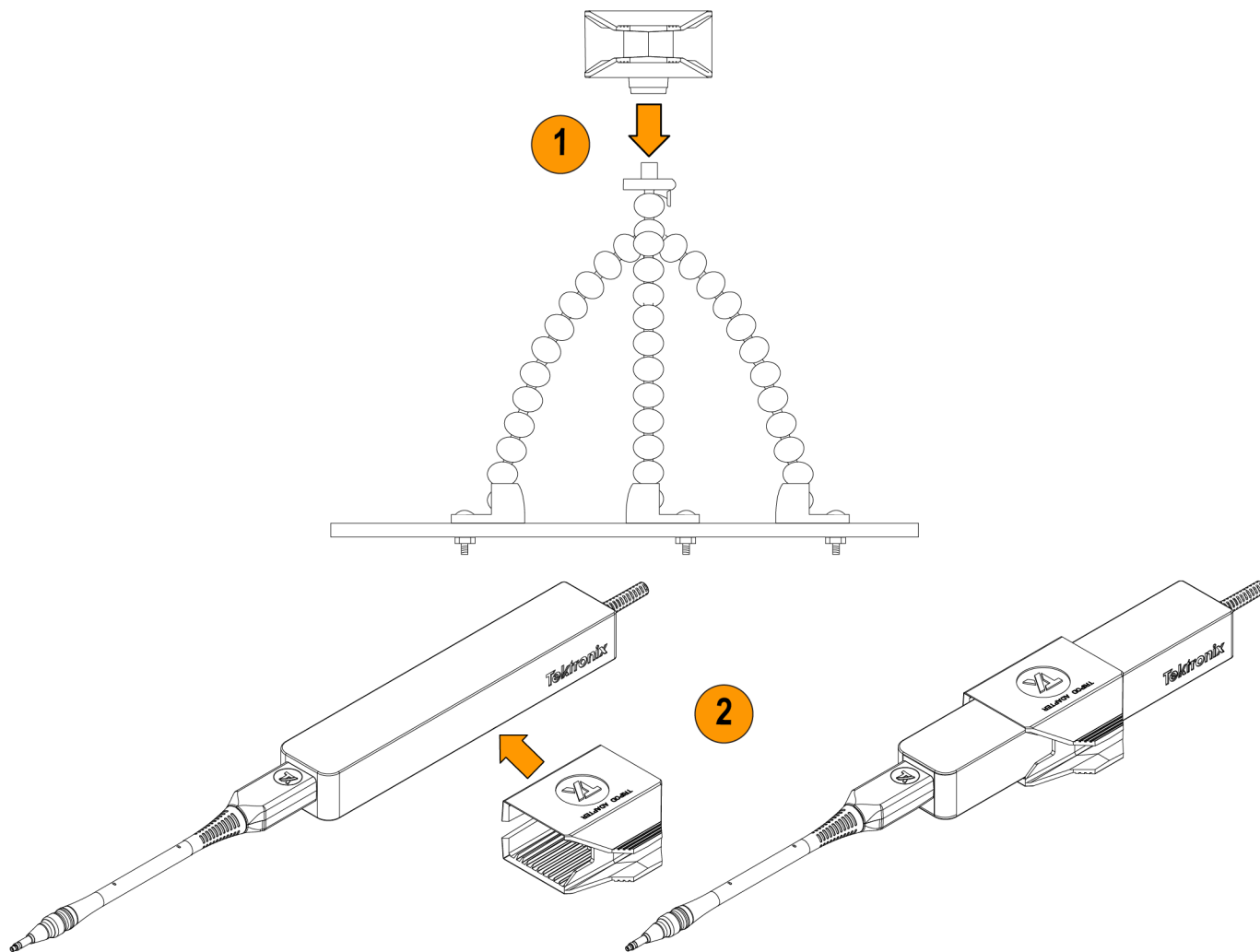
4. 将探头端部连接到 DUT。

如果使用的是 MMCX 端部，在连接到 DUT 之前，将端部连接到 MMCX 连接器或方针适配器。适配器连接到方针时保留 0.100 英寸（2.54 毫米）或 0.062 英寸（1.57 毫米）的间距。

5. 设置示波器上的控件。
6. 给 DUT 通电并进行测试。

三脚架适配器安装

以下步骤描述将三脚架适配器安装到探头头部并将其连接到三脚架上的方法。



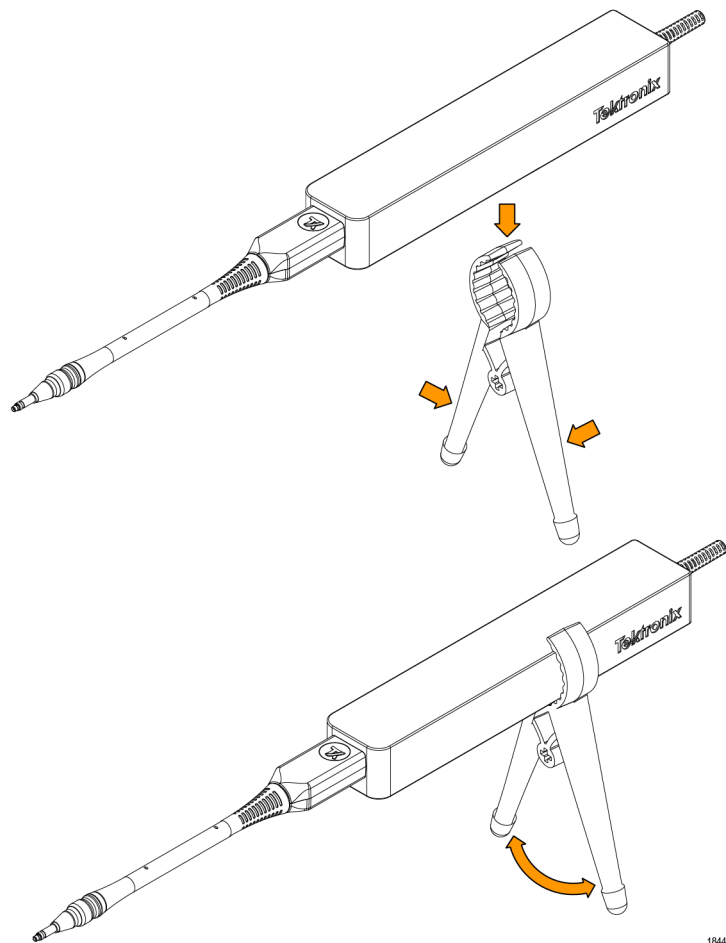
1844-015

1. 将适配器连接到兼容的三脚架。
适配器中的螺纹为 UNC $\frac{1}{4}$ -20。确保三脚架的螺纹也为 UNC $\frac{1}{4}$ -20。
2. 打开三脚架适配器上的夹具并将其连接到探头头部。

两脚架安装

以下步骤说明了将两脚架安装到探头头部上的方法。

将宽带分流器 (TICS) 或 极端温度端部 (ET) 与 TICP 系列探头配合使用时，建议使用三脚架。由于 TWCBL 或 ET 端部的柔性特性，两脚架可能无法完全支撑探头主体。

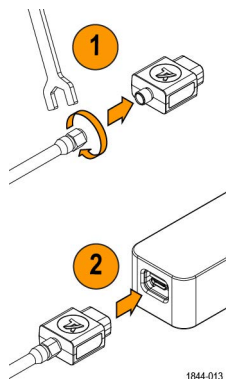


1844-014

1. 将两脚架的手柄挤在一起，以打开夹具。
2. 将探头头部放入夹具中，然后松开手柄，使探头处于与 DUT 连接所需的角度的。

连接 SMA 适配器

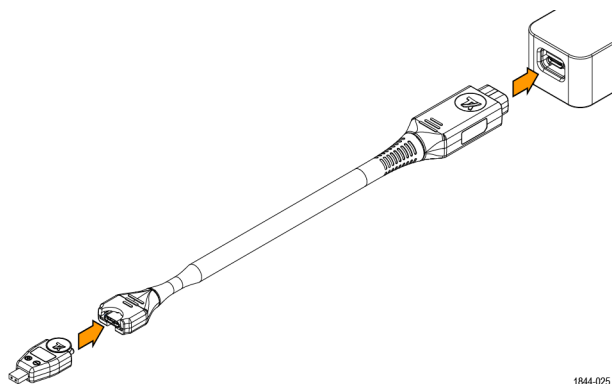
以下步骤描述将 TICPSMA SMA 端部适配器连接到探头头部和 SMA 电缆的过程。建议先将 SMA 电缆连接到 SMA 适配器，然后将 SMA 适配器连接到探头头部。



1. 将 SMA 电缆连接到 SMA 适配器。
使用 SMA 扳手将 SMA 电缆拧紧 8 英寸磅。
2. 将 SMA 适配器连接到探头头部。

连接宽带分流器

以下步骤说明了将宽带分流器和双轴电缆连接至 TICP 探头的过程。建议在使用双轴电缆和分流器连接 TICP 探头时，配合使用三脚架适配器。在安装双脚架时，柔性双轴电缆无法支撑探头。

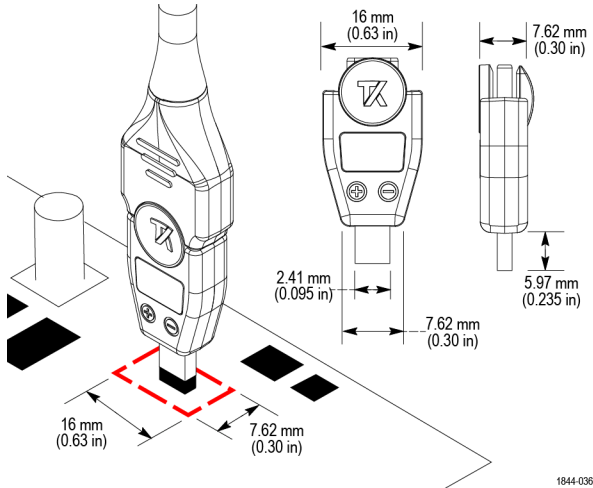


1. 将分流器连接至双轴电缆。
2. 将电缆连接到探头头部。

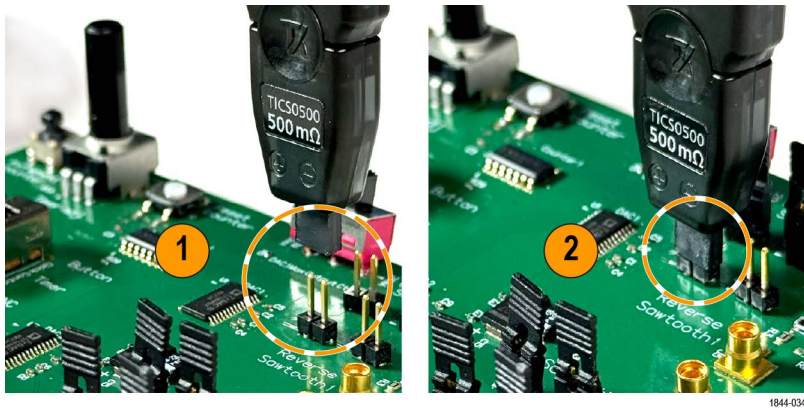
在方形引脚上安装宽带分流器

以下步骤说明了在 0.1 英寸方形引脚上安装宽带分流器的过程。方形引脚随宽带分流器一同提供，焊接时应确保镀金面与分流器对接。推荐使用的替代品至少具有 30μm 的镀金层。

下图展示了将宽带分流器连接至电路板上 0.1 英寸方形引脚时的推荐间隙要求。



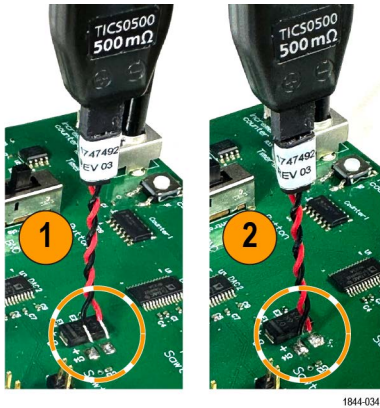
在将分流器连接至电路板上的方形引脚之前或之后，请先将宽带分流器连接至双轴电缆。为确保最佳可靠性，建议使用分流器套件中提供的 0.1 英寸间距方形引脚排针，或使用等效的 30μm 镀金方形引脚。



1. 要将宽带分流器安装在方形引脚上，请将分流器连接器与方形引脚对齐。
2. 轻轻向下按压分流器，使其在方形引脚上卡入到位。

使用双绞线焊片安装宽带分流器

以下步骤说明了使用双绞线焊片将宽带分流器安装到电路板上的过程。在连接分流器之前,先将双绞线配件焊接到电路板上。



1. 将双绞线焊片配件对准电路板上的过孔、焊盘或断开的走线。上图展示了将双绞线焊接到焊盘上的情形。
2. 将双绞线的裸端焊接到过孔、焊盘或断开的走线上。如有必要,请使用少量的粘合剂进一步增强与电路板的连接。

连接极端温度端部

极端温度 (ET) 端部可在 -40°C 至 $+125^{\circ}\text{C}$ 的温度范围内进行电流测量。

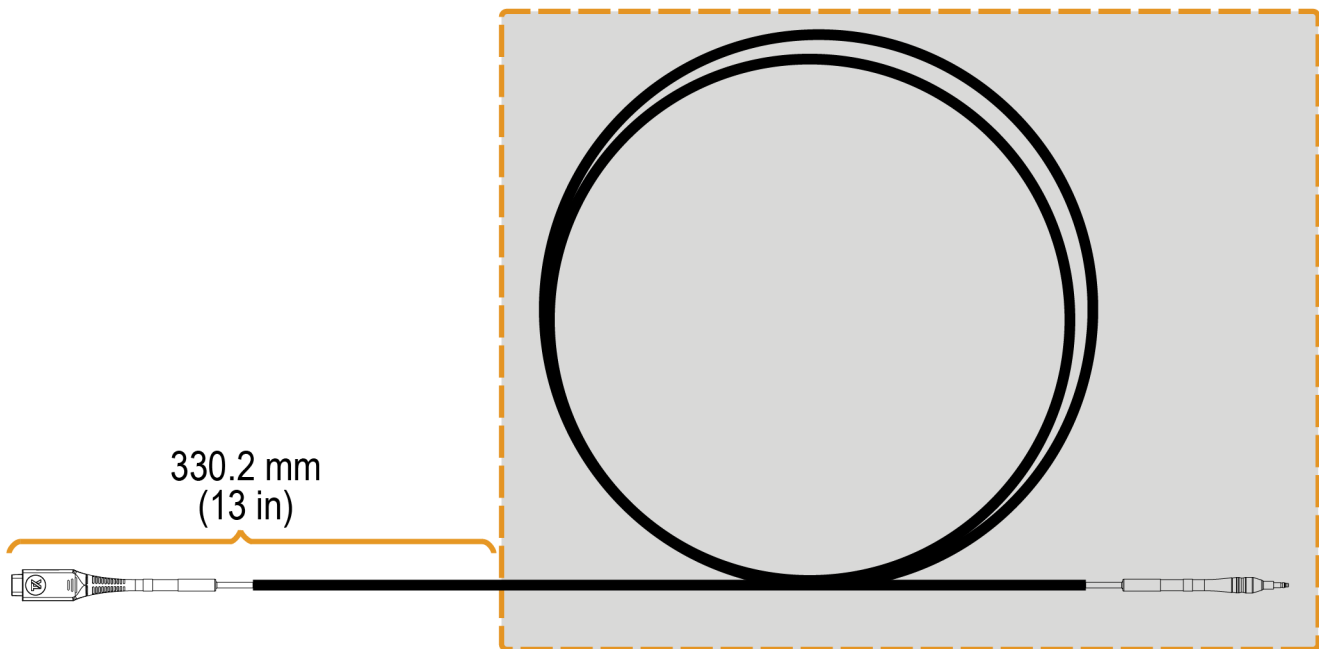
极端温度端部电缆通过 MMCX 连接器与 TICP 探头头部连接，其连接方式与标准端部相同。请参阅[连接到电路](#) (on page 27)。这些六英尺端部电缆可连接置于温度箱内的待测设备 (DUT) 与箱外放置的泰克示波器及 TICP 电流探头。

CAUTION: 为避免可能损坏极端温度端部附件，请勿通过握住电缆并拉扯的方式将端部从探头或 DUT 上拔下。若需从探头上拆卸端部，请握住连接器的塑料部分。若需从 DUT 上拆卸端部，请握住端部的塑料部分。

ET 端部适用于环境试验箱。该端部不适用于局部加热器头部。

CAUTION: 为避免可能损坏极端温度探头电缆，最小弯曲半径不得小于 1.5 英寸 (39 毫米)。

下图中虚线框内阴影区域表示极端温度操作的推荐工作区。为防止环境试验箱接入端口泄漏而影响 TICP 探头头部，该工作区应距探头头部至少 13 英寸 (330.2 毫米)。



1844-033

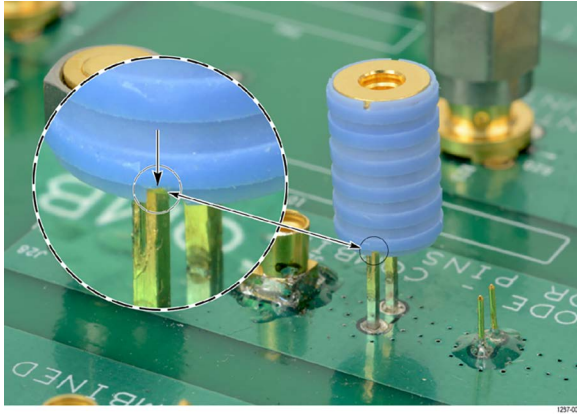
安装探头端部适配器

Tektronix 提供两个探头端部适配器，可将 MMCX 探头端部连接到电路板的引脚。MMCX 到 0.1 英寸（2.54 毫米）间距适配器和 MMCX 到 0.062 英寸（1.57 毫米）间距适配器。

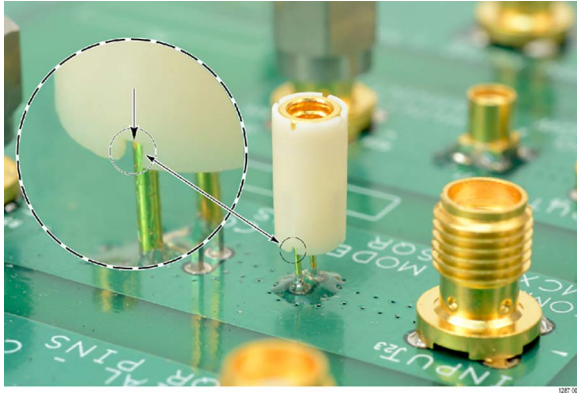
每个适配器的一端都带有一个可连接到 IsoVu MMCX 端部电缆的 MMCX 插槽。适配器的另一端（适配器外）有一个中心引脚插槽和四个通用（屏蔽）插槽。适配器上的凹槽可用于定位屏蔽插槽。安装这些适配器的步骤相同，主要区别在于电路板引脚的间距。

要将适配器安装到方形引脚，请将适配器的中心与电路板的信号源引脚对齐。使用适配器上的凹槽将其中一个屏蔽插槽与电路板的通用引脚对齐。下图为对齐电路板适配器的示例。

为实现最佳电气性能，特别是 CMRR 性能和 EMI 敏感性，请使探头端部适配器尽可能靠近电路板。

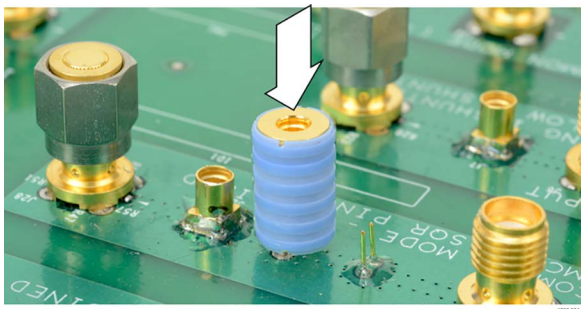


Lining up the MMCX-to-0.1-inch (2.54 mm) adapter on the circuit board

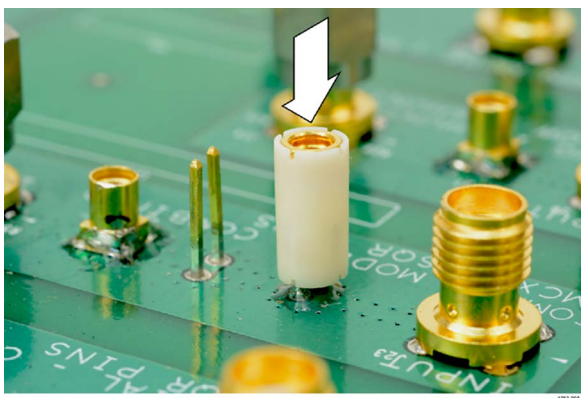


Lining up the MMCX-to-0.062-inch (1.57 mm) adapter on the circuit board

对齐适配器后，请轻轻按下适配器，使其固定到电路板的合适位置。



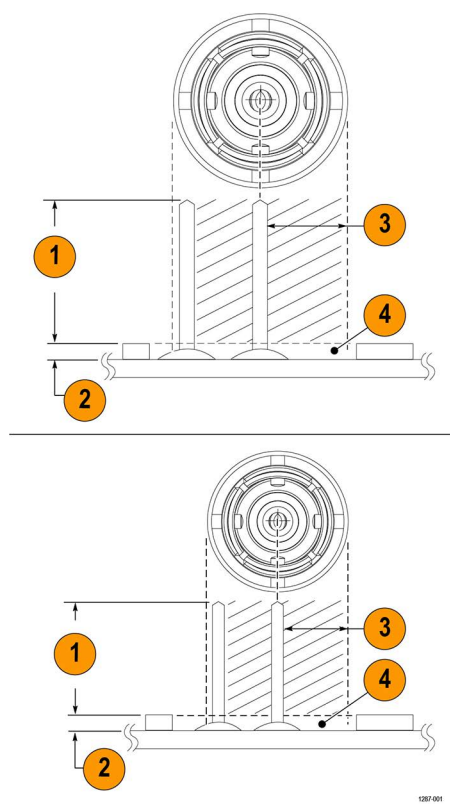
Pushing the MMCX-to-0.1-inch (2.54 mm) adapter in place



Pushing the MMCX-to-0.062-inch (1.57 mm) adapter in place

将方形引脚安装到电路板

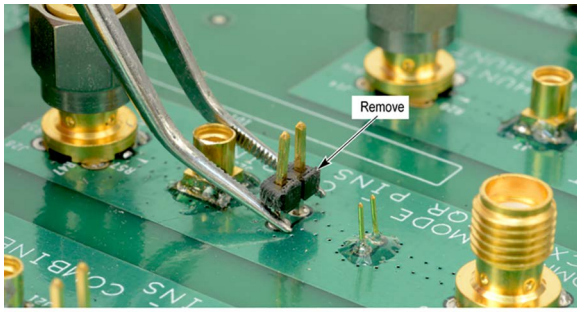
下图和表格显示将适配器连接到电路板方形引脚时的建议间隙要求。适配器的底部显示在上面。



Adapter clearance requirements

图注	探头端部适配器, MMCX 到 0.1 英寸点距方针 0.635 毫米 (0.025 英寸) 方针	探头端部适配器, MMCX 到 0.062 英寸点距方针 0.406 毫米 (0.016 英寸) 方针
1	推荐的最大针长 6.00 毫米 (0.235 英寸)	推荐的最大针长 4.40 毫米 (0.170 英寸)
2	尽量减少适配器和电路板之间的空间	
3	禁用区域 (每个适配器的直径)	
4	在禁用区域内避免或尽可能减少组件的使用	

0.025 英寸 (0.635 毫米) 方形引脚应已经放置在电路板上。某些方形引脚的头部可能已安装在电路板上。Tektronix 建议移除方形引脚的塑料垫片以使其更接近于电路板 (如下图所示), 从而获得最佳电气性能, 特别是 CMRR。您可能需要用一对镊子来移除垫片 (如图所示)。



Removing the header from square pins on the circuit board

Tektronix 提供一组可安装到电路板上的焊接引脚（0.018 英寸（0.46 毫米）直径），可搭配 MMCX 到 0.062 英寸（1.57 毫米）适配器使用。使用焊接辅助件工具附件（Tektronix 部件号 003-1946-xx）将这些针安装到电路板上。

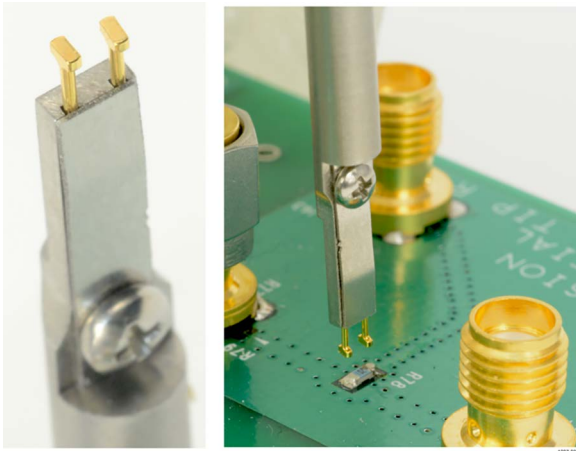
焊接针非常小，可能很难操作。将这些引脚安装到电路板时，Tektronix 建议使用镊子和放大工具。

焊接针可安装到电路板的表面安装组件周围，但应保留足够的间隙，以便为适配器提供良好的电气连接。请参阅适配器间隙图。

探头端部和端部适配器的同轴（通用）屏蔽应始终连接到测试电路（与探头端部电缆/中心导体关联）的最低阻抗点（通常为电路通用或电源导轨），以获取最准确的波形。

请按照以下步骤使用焊接辅助件将焊接引脚安装到电路板上：

1. 将焊接引脚小心插入焊接辅助件中，如下图所示。



Using the soldering aide to install the square pins on the circuit board

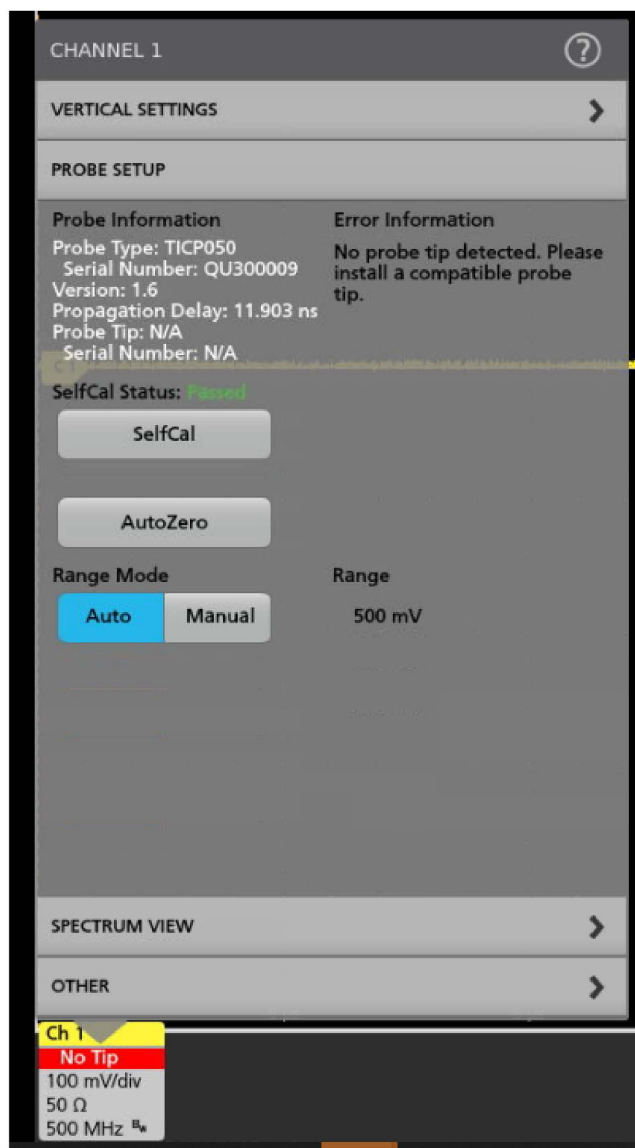
2. 使用焊接辅助件将方形引脚放置在合适的位置，并将方形引脚焊接到电路板上。
3. 如有必要，请使用少量的粘合剂进一步增强与电路板的连接。但是，请保持最低的粘合剂高度，以便为适配器提供良好的电气接触。请参阅适配器间隙图。

Probe Setup (探头设置) 菜单

使用探头设置菜单查看探头信息、执行自行校准 (SelfCal)、执行自动归零、更改量程模式并配置量程。

要访问示波器上的探头设置菜单，请双击设置栏上相应的模拟通道标记，然后点击**探头设置**。

如果在未连接探头端部的情况下将探头连接到示波器，则会收到一条警告信息。下图显示有端部警告和没有端部警告的菜单。



自动校准

可修整增益精度和直流偏置的自行校准 (SelfCal) 功能。这些参数随着探头预热至工作温度而变化，并在温度达到稳态后保持恒定。

在**探头设置**菜单中勾选**自行校准状态**。状态显示自行校准**已通过**、**失败**或是否**建议**运行自行校准。

要远程检查自行校准状态，请使用 `SELF CAL:STATE?PI` 命令，确定自行校准是**建议**、正在运行还是**已通过**。

建议在环境温度变化 10°C 或状态为**建议**时再次运行自行校准。要运行自行校准使用，请执行以下步骤：

1. 点击与连接探头的通道相对应的通道标记。
2. 在通道菜单中，展开**探头设置**选项卡。
3. 点击**自行校准**按钮。

要远程运行自行校准，请使用 `CH<x>:PROBE:SELF CAL EXECUTE PI` 命令。连接的通道由 "x" 指定。

NOTE: 为获得最佳效果，请在探头连接到断电的 DUT 时运行自行校准。

使用 10 mV/div 或更小的垂直刻度时，应在仍连接探头端部且探头端部无信号的情况下运行探头自行校准。此外，对于 TICPSMA 和 TICPMX1X 端部，建议在自行校准期间将具有代表性的驱动阻抗（断电的 DUT）连接到探头端部。

在垂直刻度较高的情况下，或在 TICPSMA 或 TICPMX1X 端部由极低阻抗（分流器电阻 $\leq 5 \Omega$ ）驱动的特殊情况下，可采用另一种方法，即断开探头头部与端部的连接，以确保在自行校准期间不产生信号。

TICP 系列探头的预热时间为 5 分钟，完成自行校准的时间不到 2 分钟。自行校准状态将变为**已通过**或**失败**。

AutoZero

自动调零和自行校准功能适用于测量系统的不同部分。自行校准功能通过调整探头参数来优化测量。自动调零是当波形未正确居中显示时（例如，由于小的直流偏移误差）所使用的示波器功能。执行自行校准后系统自动运行自动调零。

运行自动调零之前，必须关闭 DUT 电源或断开探头与 DUT 的连接。

自动量程

Range Mode（量程模式）可选择 **Auto**（自动）或 **Manual**（手动）。在将 **Range Mode**（量程模式）设置为 **Auto**（自动）时，旋转示波器上的 V/div 旋钮时，会自动选择探头量程。探头量程和 V/div 设置间的关系与“量程”和 4/5/6 系列 MSO 伏/格设置表中所的示关系相匹配。

量程

该测量系统具有多种量程供您选择，探头可以带端部或不带端部使用。这使得能够根据所进行测量的需要在噪声和动态范围之间进行权衡。

CAUTION: 为避免损坏探头，请勿超过给定端部或探头头部的峰值电压额定值。更改探头量程后，最大无损电压限制（峰值电压）不会增加。

在量程模式设置为手动时，在 4、5 和 6 系列 MSO 仪器中可以选择量程。有关推荐 V/div 设置，如下表所示。显示的量程适用于探头 SMA 输入和 1X 端部。将量程和 V/div 设置乘以端部衰减，可获得探头端部的值。

量程和 4/5/6 系列 MSO V/div 设置

4/5/6 系列 MSO 探头量程	推荐的 V/div 设置
20 mV	2 mV/div
30 mV	5 mV/div
45 mV	5 mV/div
65 mV	10 mV/div
90 mV	10 mV/div
125 mV	20 mV/div
175 mV	20 mV/div
250 mV	20 mV/div
350 mV	50 mV/div
500 mV	100 mV/div

使用端部时，各探头端部的标签均显示最大动态量程和衰减系数。选择更敏感范围后，动态范围受限。请参考技术规格表中的线性差分输入电压范围了解更多信息。

选择探头端部

CAUTION: 通过选择正确的探头端部，可避免过压条件导致探头头部输入终端损坏或性能降低。选择正确的探头端部衰减系数对于确保探头头部输入终端不会因过压条件而劣化或损坏至关重要。请选择将为测量信号提供可能的最低衰减的探头端部。

为特定应用选择探头端部时，请考虑以下问题：

- 被测测试点（例如，在故障条件下）的最大 RMS/峰值电压是多少？
- 电路可容忍的最低单端输入电阻是多少？
- 要在示波器上一次显示多大的信号？
- 需要的敏感度（例如，最低 V/div 设置）是多少？

下表将帮助您选择合适的探头端部。请从表格上部开始并向下浏览。选择满足您所有标准的第一个端部。

探头端部选择

探头端部	最敏感 V/div 设置	动态范围	最大无损电压（直流 + 交流峰值）	单端输入电阻
TICPSMA	1 mV	±0.5 V	±3 V	50 Ω
TICPMM1/TICPMM1ET	1 mV	±0.5 V	±3 V	50 Ω
TICPMM10/ TICPMM10ET	10 mV	±5V	±15 V	500 Ω
TICPMM100/ TICPMM100ET	100 mV	±50 V	±60 V	5000 Ω

有关最大无损电压，请参阅最大差分输入电压与频率下降关系图。

相差校正

各探头均带有额定传播延迟值，该值可通过示波器上的 **Vertical**（垂直）菜单自动应用。使用已知信号和相差校正夹具可以提高相差校正精度。如果波形之间的时序关系至关重要，请始终使用已知设备对您的测试系统进行相差校正。

输入偏置

测量系统提供可调整的参照输入偏置电压。这使得能够查看屏幕外的部分信号或在较大差分电压下查看敏感行为。例如，0 V 至 0.6 V 的步进通常会超过 ±0.5 V 的输入范围。通过应用 250 mV 的偏置，600 mV 的步进将被带入探头的动态范围，且可以准确查看。偏置通过探头应用。

电压范围

探头设计用于在有共模电压的情况下对广泛差分电压的高频电路进行特性分析。理解本节中讨论的电压额定值之间的限制和差异对于优化信号保真度和测量精度至关重要。

尽管探头的共模电压范围非常大 (1000 V CATII)，但差分输入范围有限并取决于端部衰减、所选增益范围和所应用的偏置。

输入电压条件分为几个不同的输入范围。

共模电压范围

由于探头头部与接地端隔离，因此共模输入范围 1000 V CATII。差分输入范围受到更大限制，并且指的是可施加在探头端部上的信号，而不管共模电压如何。

差分电压范围是指使用 IsoVu™ 时出现在示波器屏幕上的实际测量值。为获得准确结果，测量值必须在任何施加的端部偏置 $\pm V_{\text{diff}}$ 范围内。

$$V_{\text{meas}} = V_{\text{偏置}} \pm V_{\text{diff}}$$

偏置电压范围

可通过 **Vertical** (垂直) 菜单设置施加偏置电压。探头的输入偏置能力范围为 $\pm 0.5 \text{ V}$ 至 $\pm 50 \text{ V}$ ，具体取决于所使用的端部。此偏置施加在探头头部，可用于传递在探头动态范围 (V_{diff}) 内施加的信号。

最大无损差分电压范围

最大无损差分输入范围是指可以施加到输入而不会损坏探头的最大差分电压。这是直流 + 峰值交流额定值 (差分输入信号的任何部分均不得超过此值)。最大无损差分电压的范围是 $\pm 3 \text{ V}$ 至 $\pm 60 \text{ V}$ ，具体取决于所使用的探头端部。超过这些水平会导致探头头部组件永久性损坏。

技术规格

本章包含仪器的技术规格。除非注明为保证值，否则所有技术规格均为典型值。典型技术规格是为了方便用户而提供的，不是保证值。标有 ✓ 符号的技术规格为保证值，在性能验证中经过核查。

除另行指明外，所有技术规格均为典型规格并适用于所有型号。

要满足技术规格，首先必须满足以下条件：

- 仪器必须在本手册中指定的环境限制条件内工作。
- 仪器必须在指定的工作温度范围内连续运行了至少 5 分钟。
- 测量系统通过兼容 TekVPI 的示波器供电。

保证技术规格说明了在容限内或特定测试类型要求下保证达到的性能。

探头和端部概述

TICP 探头系列概述

特性	TICP100	TICP050	TICP025
带宽	1 GHz	500 MHz	250 MHz
上升时间	400 ps	700 ps	1.4 ns
DC 增益精度	±1.5%		
最大共模电压	1800 V; For use in a Pollution Degree 1 environment; Max with transient level not to exceed 5kV _{pk}		
	1300 V; Pollution degree 2; Max with transient level not to exceed 5kV _{pk}		
	600 V for CAT III; Pollution degree 2		
	1000 V for CAT II; Pollution degree 2		
RMS 噪声频谱密度	4.70 nV / √Hz (20 MHz 时 <21 μV _{RMS})		
探头电缆长度	2 米		

TICS 宽带分流器概述

特性	TICS0005	TICS0050	TICS0500	TICS5000
电阻	5 MΩ	50 MΩ	500 MΩ	5 Ω
带宽	200 MHz	250 MHz	250 MHz	250 MHz
上升时间	1.2 ns	1.2 ns	1.2 ns	1.3 ns

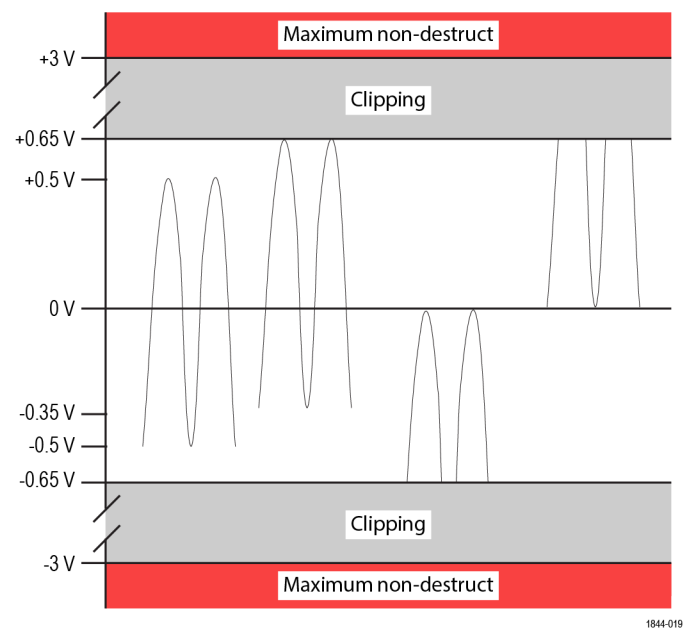
特性	TICS0005	TICS0050	TICS0500	TICS5000
最大脉冲电流（根据电流脉冲宽度进行降额。请参阅脉冲电流曲线图）	200 A	20 A	2 A	200 mA
全带宽时的本底噪声 (A RMS)	13 mA	1.5 mA	150 μ A	15 μ A
DC 增益精度	<2%			
插入电感	在方形引脚和 TICS 中使用时为 6 nH - 7 nH			
	在方形引脚和跳线中单独使用时为 2 nH - 3 nH			
温度系数 (Tcr)	100 ppm/°C			
额定功率	1 W 连续			
双轴电缆长度	236 毫米			
分流器尺寸	16 毫米 x 9 毫米 x 33 毫米			
DUT 的输入连接	方形引脚（100 密耳间距）			

输入电压范围和输入阻抗

差分输入电压范围 + 偏置范围不得超过最大可测量输入电压。例如，在 TICPSMA 的 ±0.5 V 范围内，偏置限制在 ±0.15 V。

探头端部	差分输入电压范围	偏置范围	最大可测量输入电压 (Vpk)	最大无损差分电压	输入阻抗
TICPSMA	±0.5 V	±0.5 V	0.65 V	±3 V ; 3 V _{RMS}	50 Ω N.A.
TICPMM1/ TICPMM1ET	±0.5 V	±0.5 V	0.65 V	±3 V ; 3 V _{RMS}	50 Ω N.A.
TICPMM10/ TICPMM10ET	±5 V	±5 V	6.5 V	±15 V ; 15 V _{RMS}	500 Ω <3 pF
TICPMM100/ TICP100MMET	±50 V	±50 V	50 V	±60 V ; 60 V _{RMS}	5000 Ω <3 pF

在 TICP 系列探头的 ±0.125 V 范围内，具有完整的 ±0.5 V 偏置。



Differential input voltage range

本底噪声 (A RMS)

Noise Floor (A RMS) = $\frac{4.70 \frac{nV}{\sqrt{Hz}} \times \sqrt{Bandwidth}}{R_{shunt}}$

TICP 系列探头的本底噪声 (A RMS)

分流器选择	20 MHz	250 MHz	1 GHz
50 Ω TICP 作为分流器	420 nA	1.5 μA	3.0 μA
5 Ω 分流器	4.2 μA	14.9 μA	29.7 μA
1 Ω 分流器	21 μA	74.3 μA	149 μA
500 mΩ 分流器	42 μA	149 μA	297 μA
50 mΩ 分流器	420 μA	1.5 mA	3.0 mA
5 mΩ 分流器	4.2 mA	14.9 mA	29.7 mA
500 μΩ 分流器	42 mA	149 mA	297 mA
50 μΩ 分流器	420 mA	1.5 A	3.0 A
15 μΩ 分流器	1.4 A	5.0 A	9.9 A

宽带分流器的本底噪声 (A RMS)

分流器选择	20 MHz	200 MHz	250 MHz
5 Ω (TICS5000)	4.2 μA	13 μA	15 μA
500 mΩ (TICS0500)	42 μA	130 μA	150 μA
50 mΩ (TICS0050)	420 μA	1.3 mA	1.5 mA
5 mΩ (TICS0005)	4.2 mA	13 mA	-
宽带分流器的本底噪声取决于 TICP 输入范围、带宽和分流器值。数值是在 TICP 处于 ±20 mV 范围中时计算得出。			

最大测量电流

最大值取决于分流器的额定功率。

$$\text{Maximum Measurable Current (A)} = \frac{\text{Maximum Measurable Input } V_{pk}}{R_{shunt}}$$

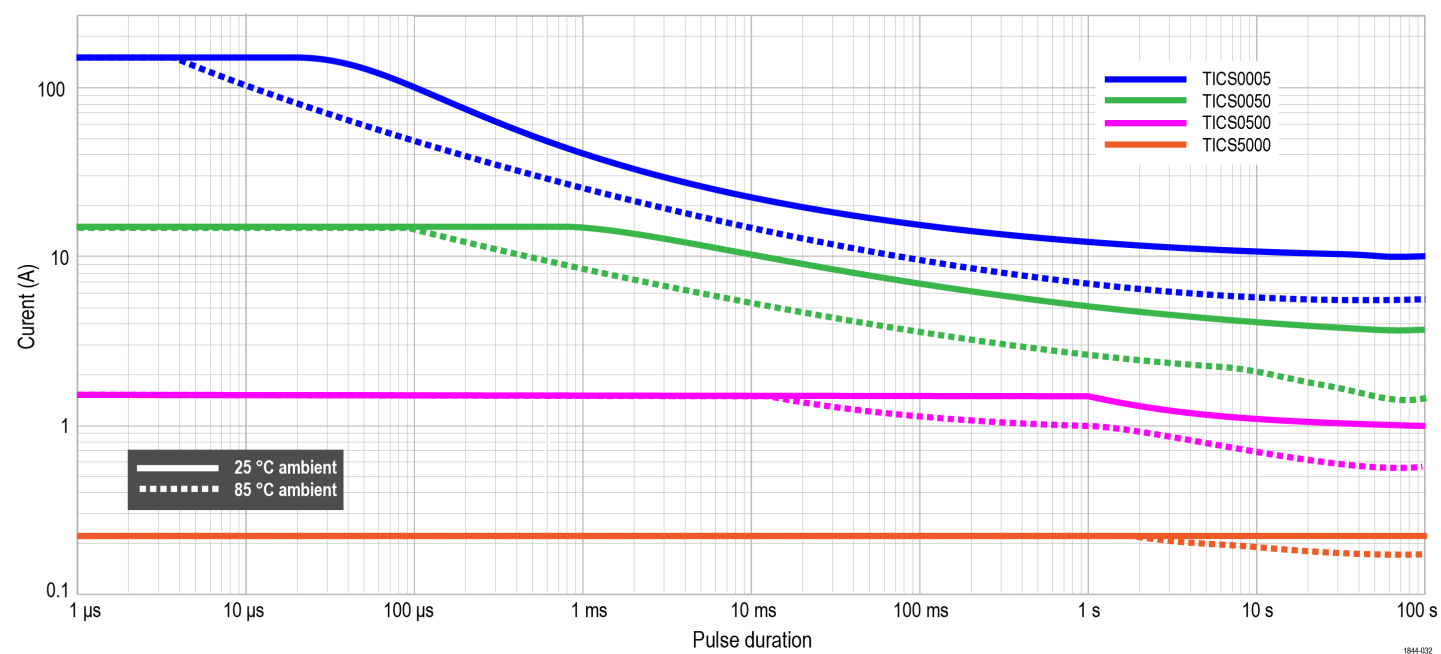
TICP 系列探头最大可测电流

分流器选择	TICPMM1	TICPSMA	TICPMM10	TICPMM100
50 Ω TICP 作为分流器	13 mA		-	-
5 Ω 分流器	130 mA		1.3 A	10 A
1 Ω 分流器	650 mA		6.5 A	50 A
500 mΩ 分流器	1.3 A		13 A	100 A
50 mΩ 分流器	13 A		130 A	1.0 kA
5 mΩ 分流器	130 A		1.3 kA	10 kA
500 μΩ 分流器	1.3 kA		13 kA	100 kA
50 μΩ 分流器	13 kA		130 kA	1000 kA
15 μΩ 分流器	43.3 kA		433.3 kA	3300 kA

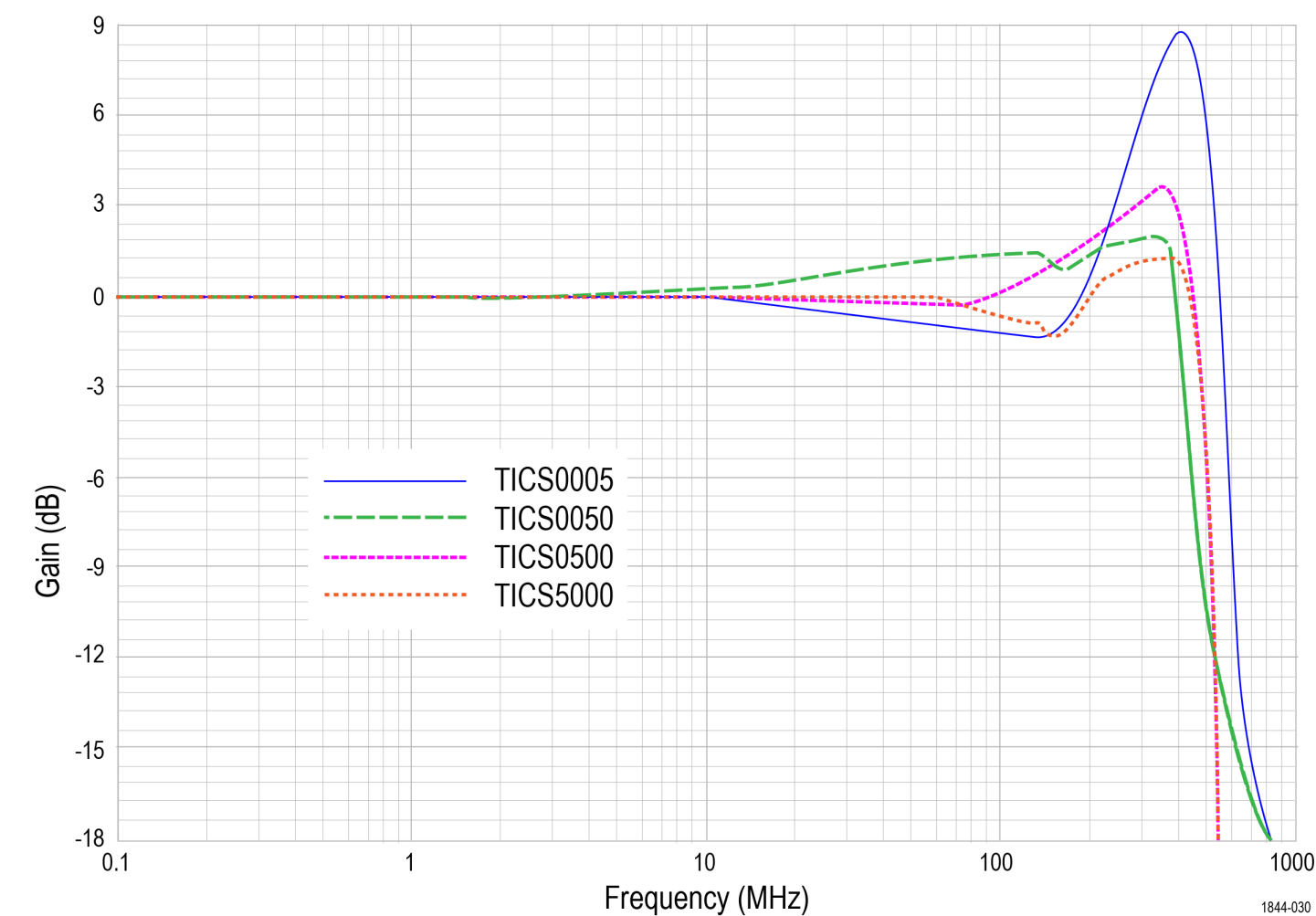
宽带分流器最大可测电流

分流器选择	20 μs	1ms	100 ms	1 s	100 s
5 Ω (TICS5000)	0.2 A	0.2 A	0.2 A	0.2 A	0.2 A
500 mΩ (TICS0500)	2 A	2 A	2 A	2 A	1.4 A
50 mΩ (TICS0050)	20 A	19 A	8.8 A	6.4 A	4.5 A
5 mΩ (TICS0005)	200 A	70 A	28 A	20 A	14 A

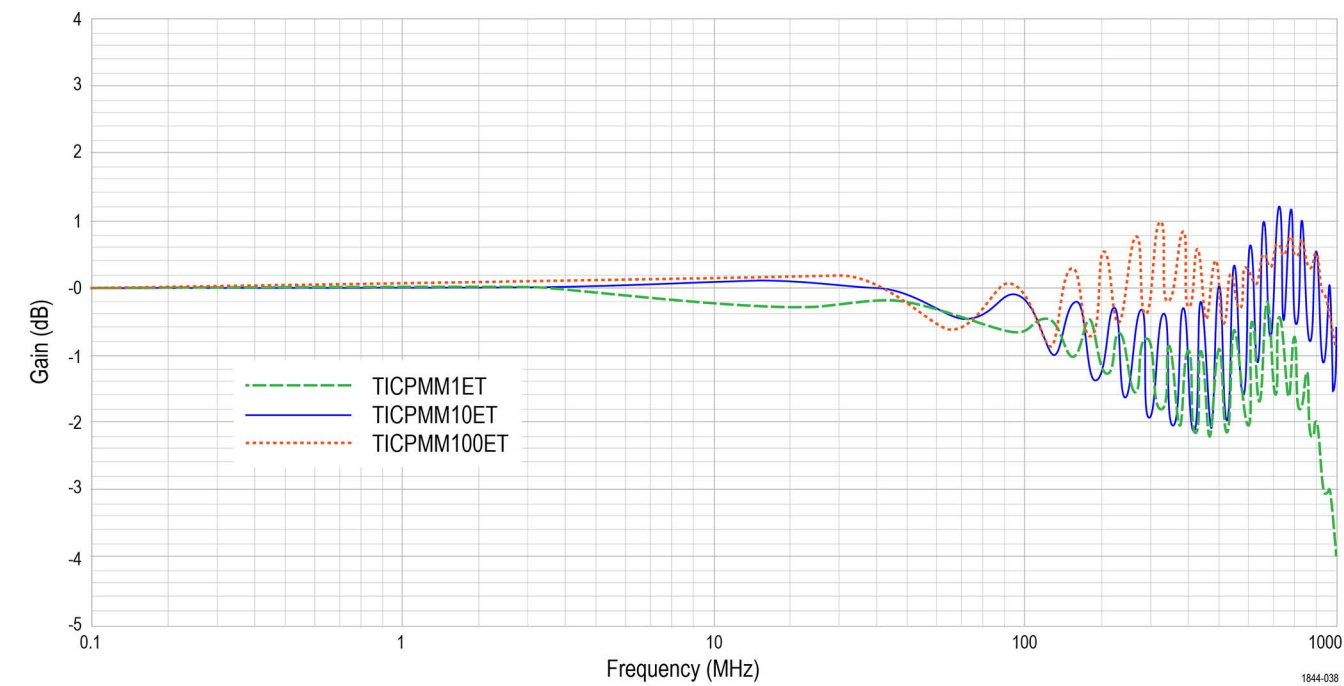
根据电流脉冲宽度进行降额。请参阅脉冲电流曲线图。斜坡脉冲（例如，双脉冲测试）在相同峰值电流下，其持续时间可能达到方波持续时间的 3 倍。



Wideband shunts pulse current curve



Wideband shunts frequency response

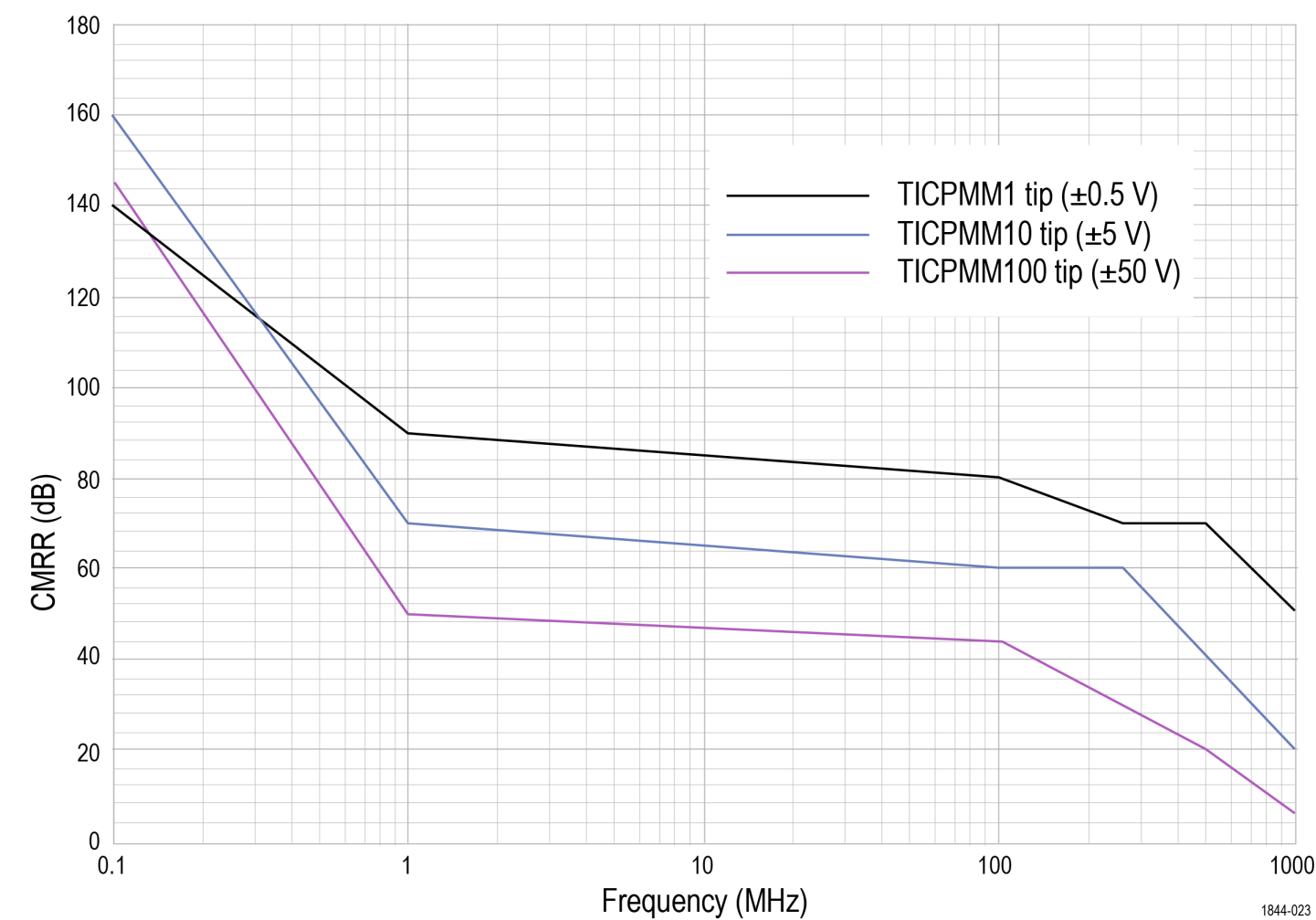


Extreme temperature tip frequency response

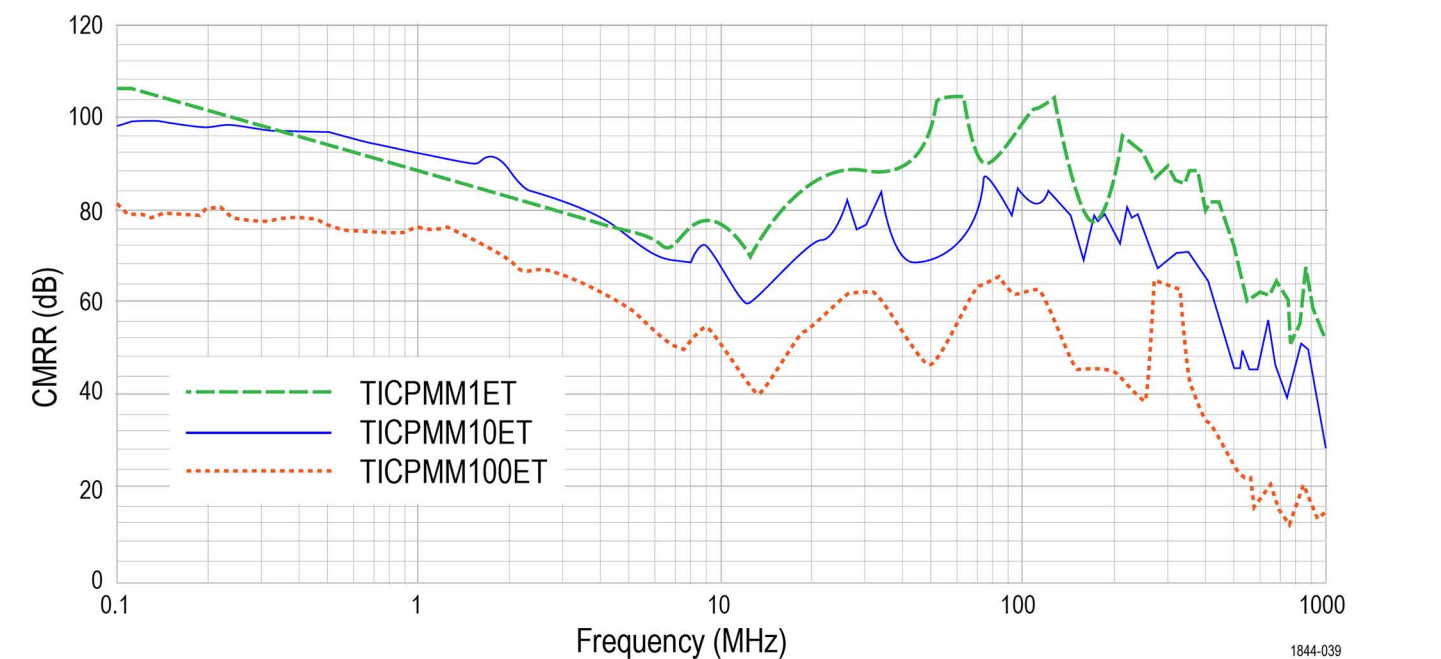
探头量程

以下数字适用于 TICPSMA 和 TICPMM1 端部。对于 10X 或 100X 端部，分别乘以 10 或 100。

输入范围	偏置范围	RMS 噪声频谱密度 (V _{RMS})	20 MHz 时的本底噪声 (V _{RMS})
±0.5 V	±0.15 V	22.9 nV / √Hz	102.5 μV _{RMS}
±0.35 V	±0.30 V	17.4 nV / √Hz	77.8 μV _{RMS}
±0.25 V	±0.40 V	15.0 nV / √Hz	67.2 μV _{RMS}
±0.175 V	±0.475 V	9.5 nV / √Hz	42.4 μV _{RMS}
±0.125 V	±0.5 V	8.7 nV / √Hz	38.9 μV _{RMS}
±0.09 V	±0.5 V	6.3 nV / √Hz	28.3 μV _{RMS}
±0.065 V	±0.5 V	5.5 nV / √Hz	24.7 μV _{RMS}
±0.045 V	±0.5 V	4.7 nV / √Hz	21.2 μV _{RMS}
±0.03 V	±0.5 V	4.7 nV / √Hz	21.2 μV _{RMS}
±0.02 V	±0.5 V	4.7 nV / √Hz	21.2 μV _{RMS}



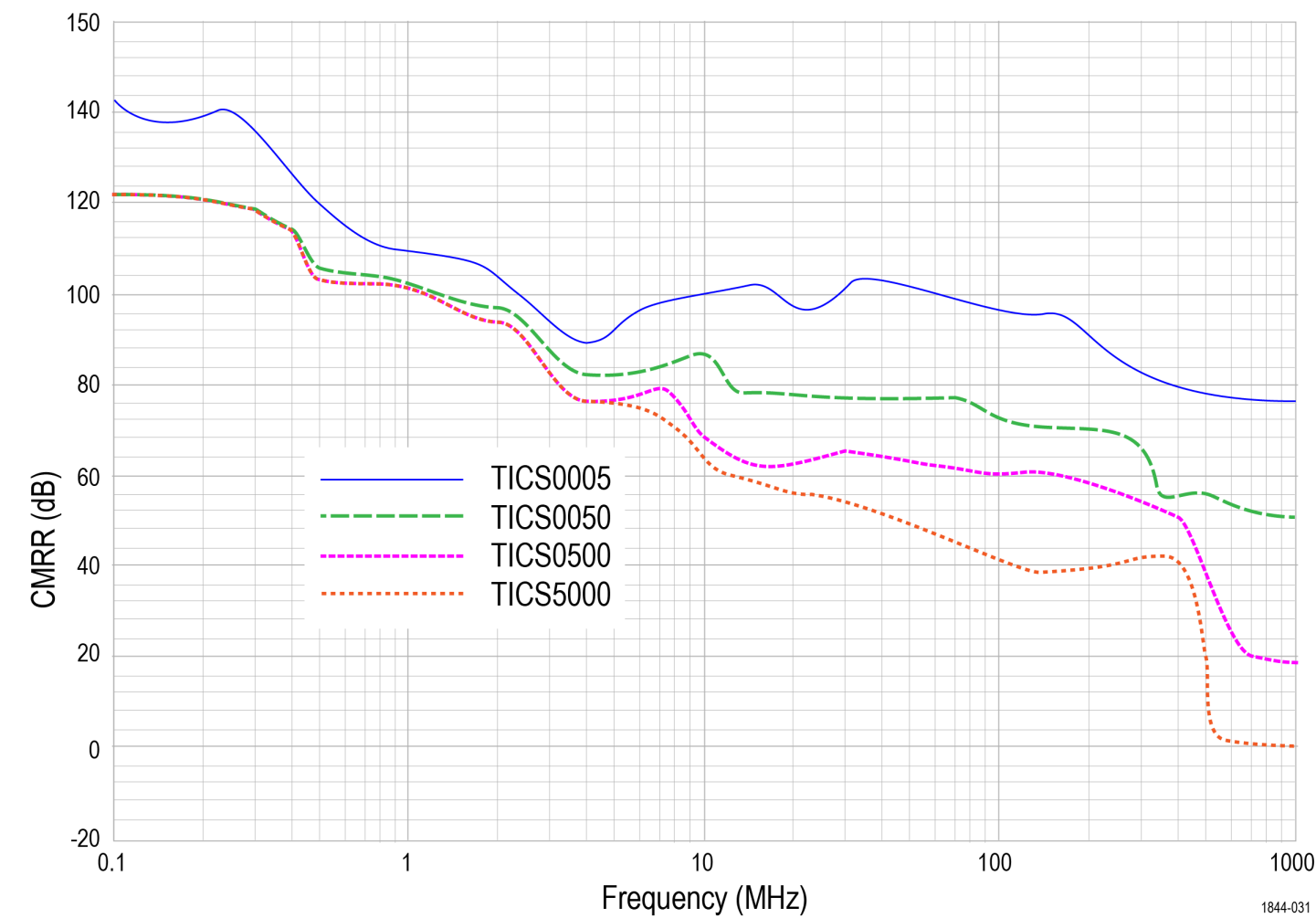
The IsoVu isolated current probes common mode rejection ratio (CMRR)



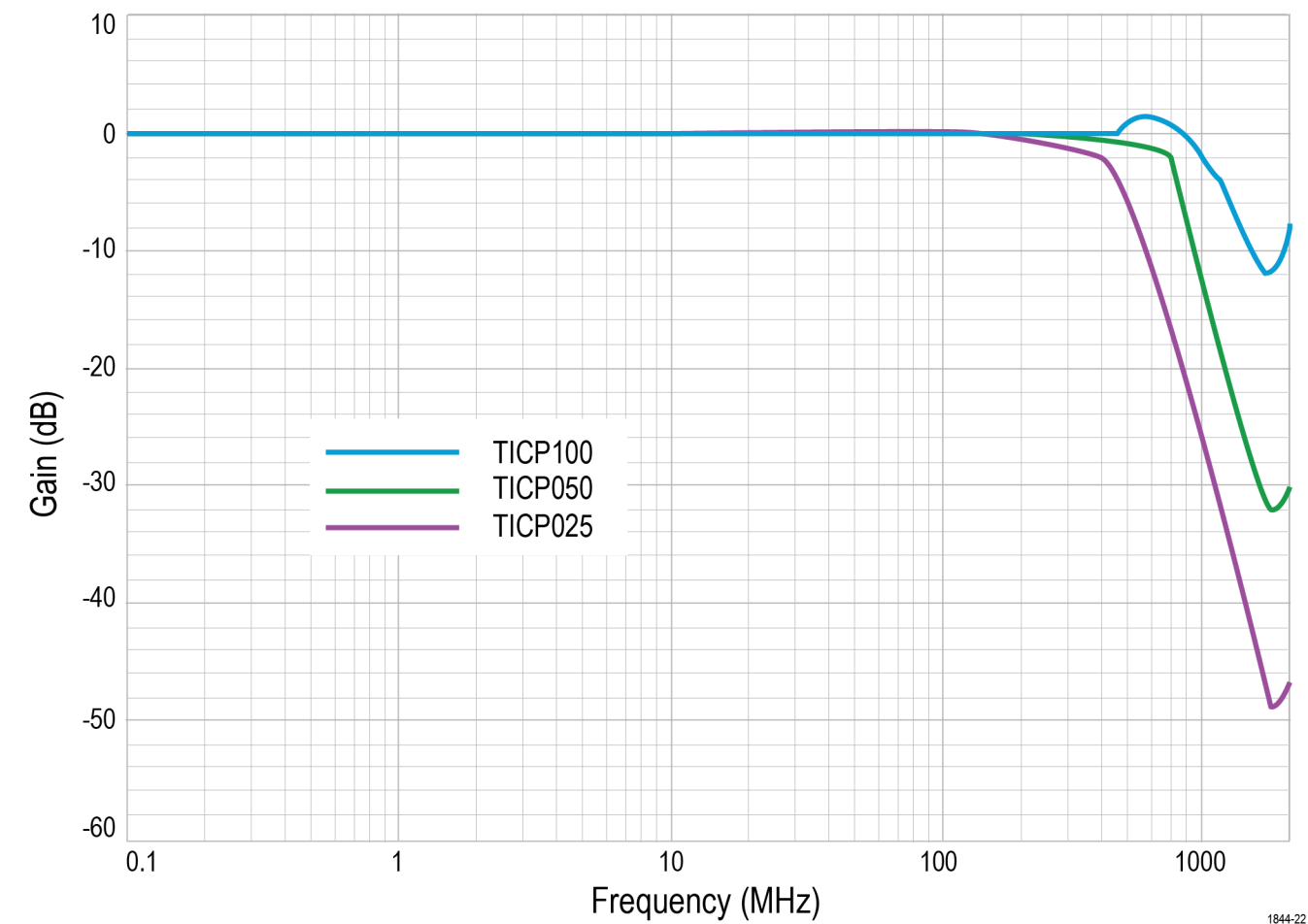
Extreme temperature CMRR

宽带分流器 CMRR

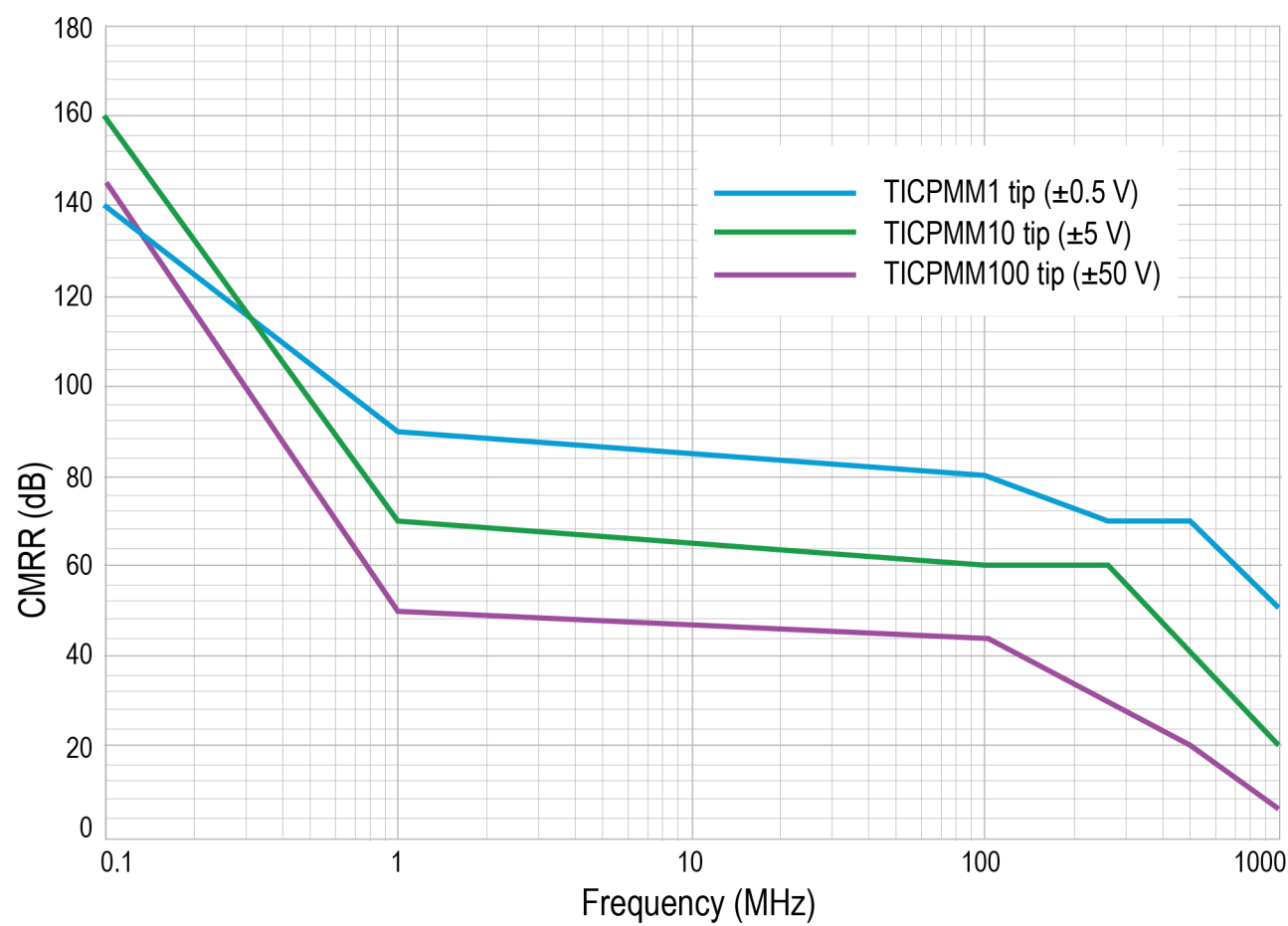
传感器端部电缆	DC	1 MHz	100 MHz	250 MHz	500 MHz	1 GHz
5 Ω (TICS5000)	110 dB	89 dB	41 dB	41 dB	43 dB	12 dB
500 mΩ (TICS0500)	111 dB	89 dB	56 dB	56 dB	57 dB	32 dB
50 mΩ (TICS0050)	110 dB	90 dB	71 dB	71 dB	62 dB	50 dB
5 mΩ (TICS0005)	127 dB	99 dB	99 dB	99 dB	84 dB	70 dB



1844-031

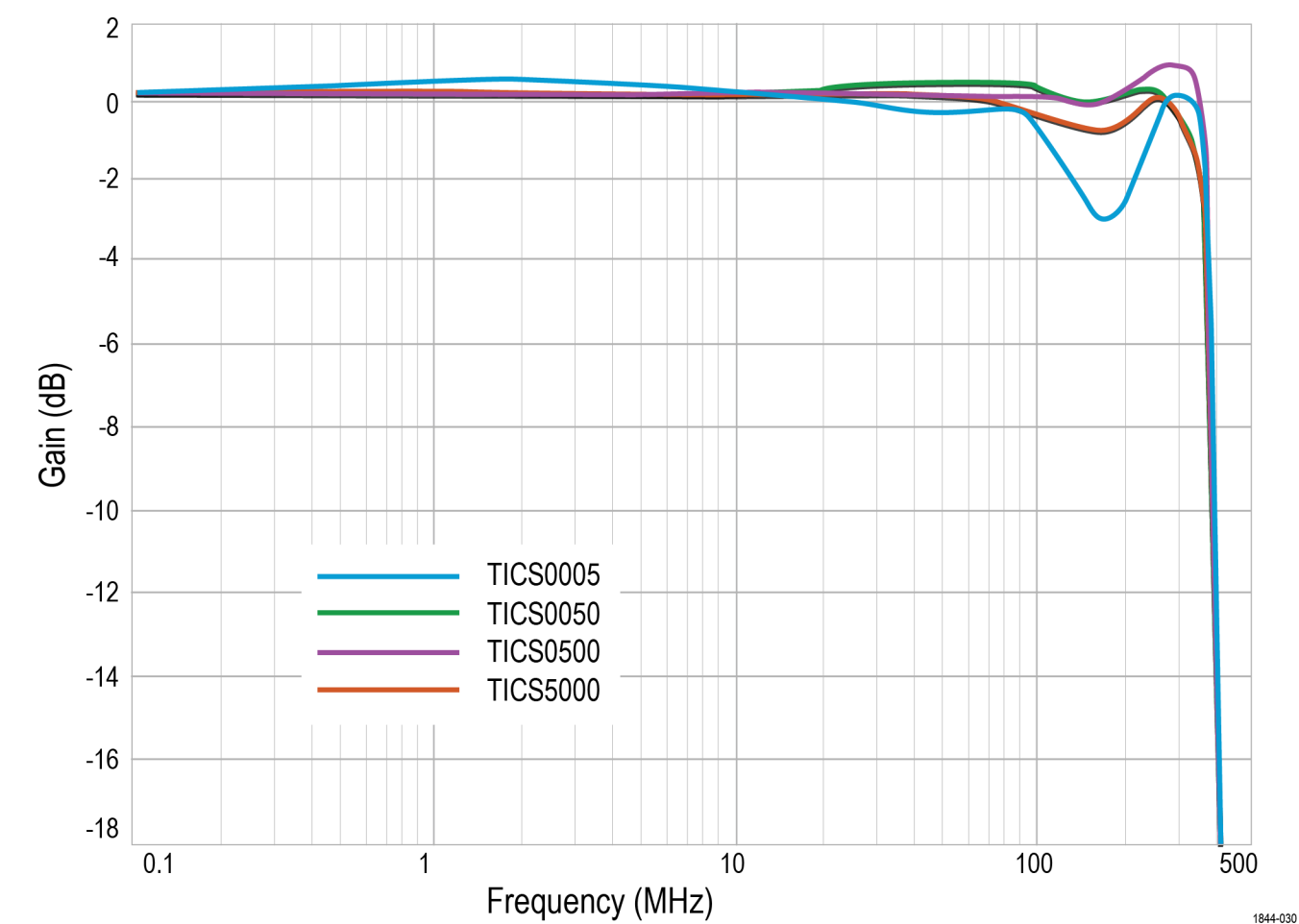


IsoVu isolated current probes frequency response

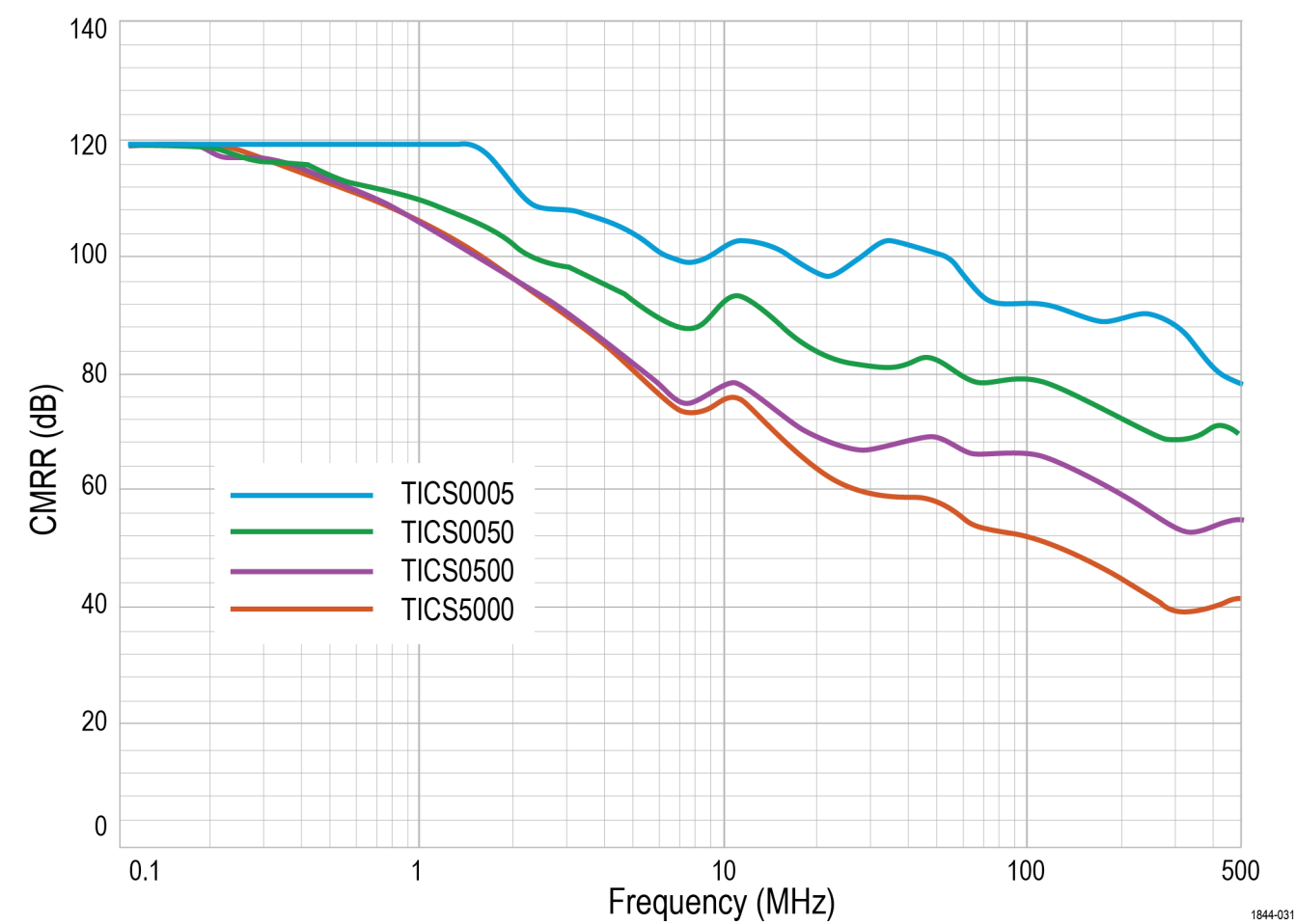


1844-023

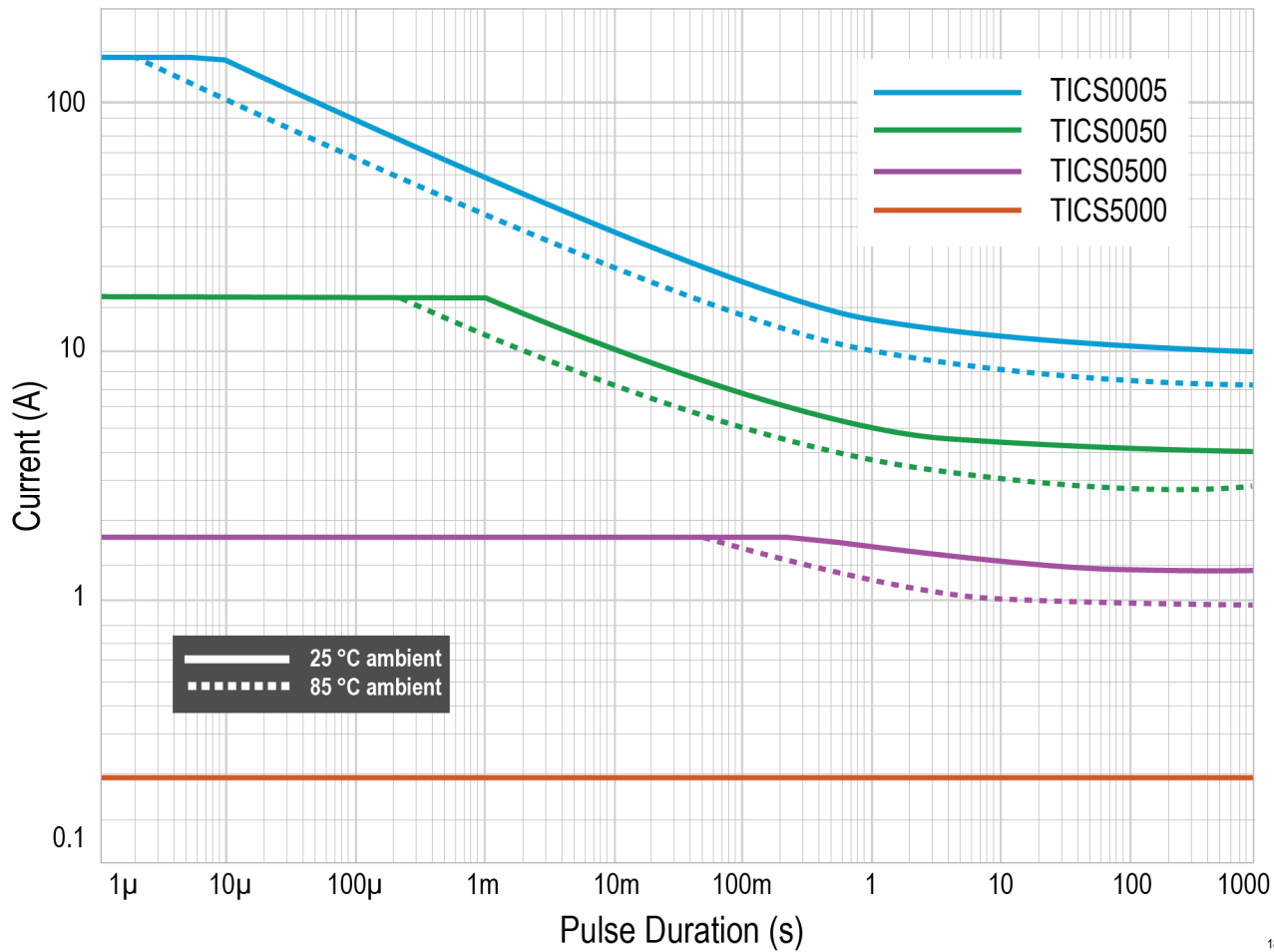
IsoVu isolated current probes common mode rejection ratio (CMRR)



Wideband shunts frequency response



Wideband shunts CMRR



Wideband shunts square-wave pulse current derating curve

Pulse Width durations are based on a Square Wave input. For Triangle Wave input (as in Double Pulse Test), the Maximum Pulse Width can be multiplied by 3.5. For example, for a double-pulse test that peaks at 20 A, the 50 mΩ TICS can withstand a 3.5 ms ramp. A 20 A square wave impulse could only be held for 1 ms.

Wideband shunts pulse current derating calculations

Calculate max current for a square current pulse of width t using the following equation:

$$I_{max} = \min \left(\sqrt{\frac{P_{max}}{R_{shunt}}}, \frac{1V}{R_{shunt}} \right)$$

For an isolated pulse or ramp (effectively zero duty cycle):

$$P_{max} = P_d + \frac{C}{\sqrt{t}}$$

For repetitive operation with duty cycle $0 < D \leq 1$, P_{max} is further reduced according to the duty-cycle derating expression below:

$$P_{max} = \frac{P_d}{P_d + D \cdot \frac{C}{\sqrt{t}}} \cdot \left(P_d + \frac{C}{\sqrt{t}} \right)$$

The coefficients P_d and C are tabulated by ambient temperature and shunt model; refer to the following table for values.

Shunt	25°C		85°C	
	C	P_d	C	P_d
5 mΩ	0.6	0.69	0.31	0.36
50 mΩ	0.6	1.0	0.31	0.52
500 mΩ	0.6	1.0	0.31	0.52
5 Ω	0.6	1.0	0.31	0.52

Example

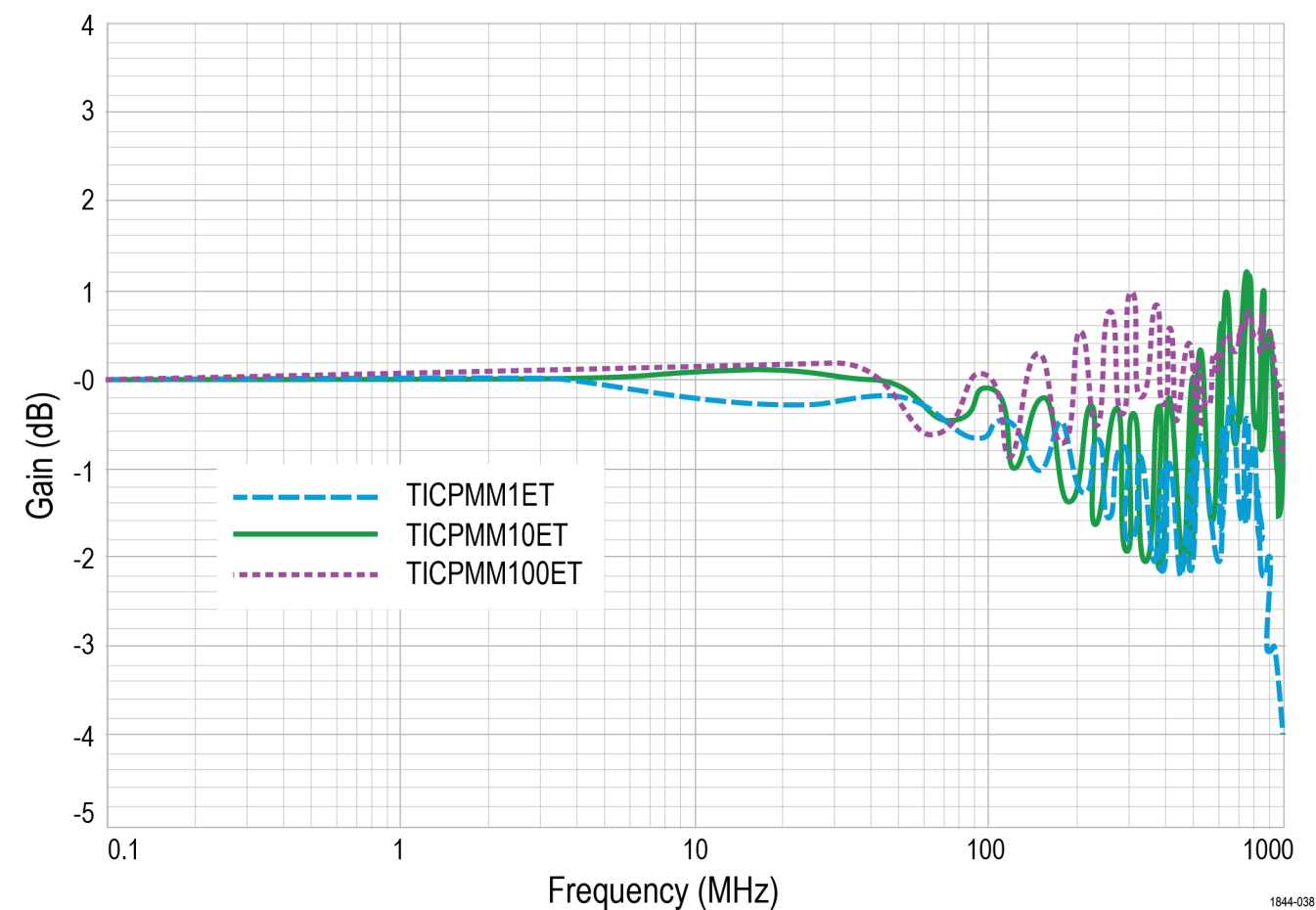
A pulse train double pulse test with 5 pulses starts at 0 A and ramps over a period of 100 μs. Though there are short OFF periods between the pulses, it is more conservative to calculate the pulse width assuming that those periods do not exist and model the ramp as a continuous signal. In addition, because the double pulse test is a ramp waveform, the 3.5X scaling factor is applied to t .

$$R_{shunt} = 5 \text{ m}\Omega, t = \frac{100 \mu s}{3.5} = 28.6 \mu s, P_d = 0.69, C = 0.6$$

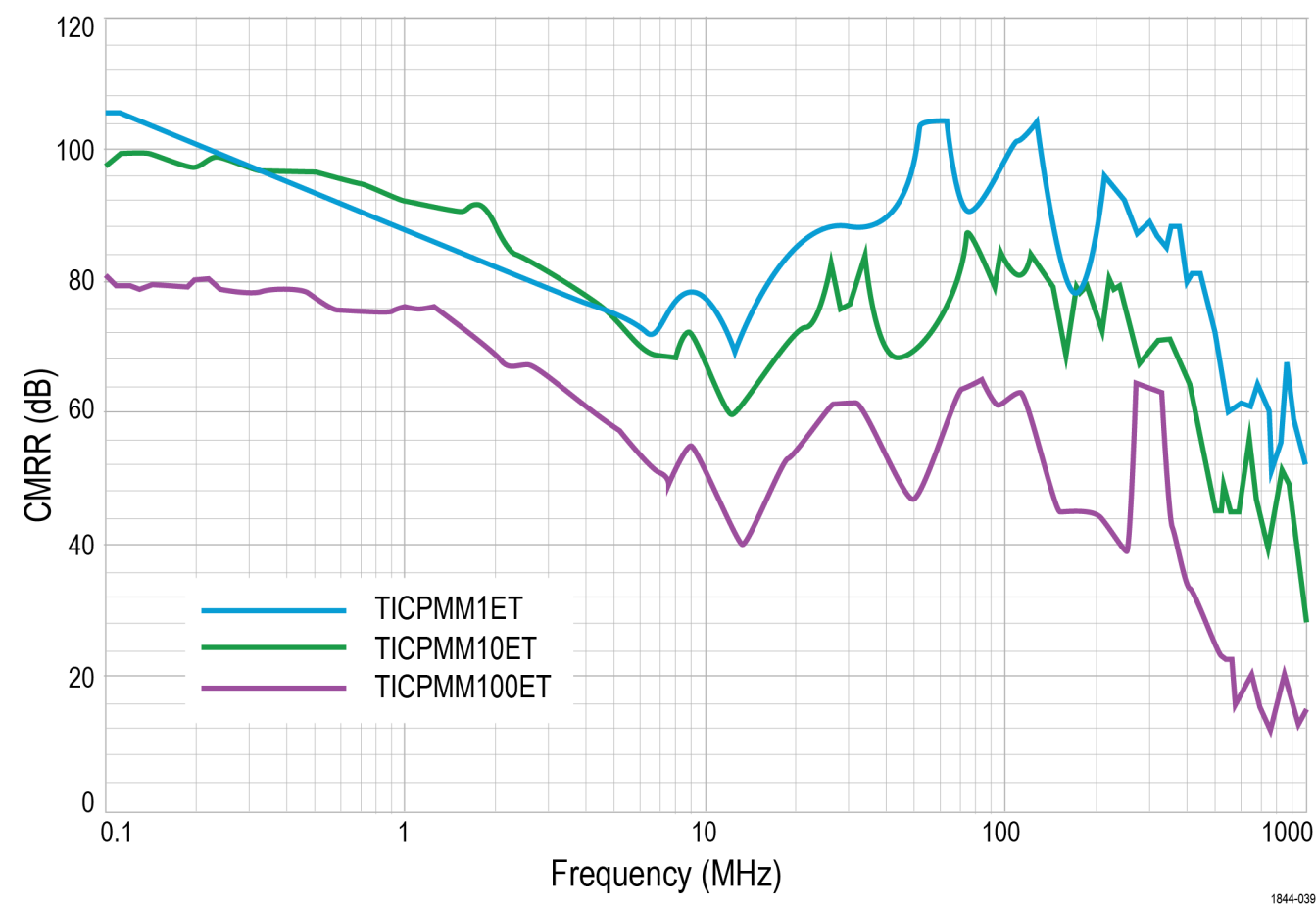
$$P_{max} = P_d + \frac{C}{\sqrt{t}} = 0.69 + \frac{0.6}{\sqrt{28.6 \cdot 10^{-6}}} = 113 \text{ W}$$

$$I_{max} = \sqrt{\frac{P_{max}}{R_{shunt}}} = \sqrt{\frac{113 \text{ W}}{5 \cdot 10^{-3} \Omega}} = 150 \text{ A}$$

The calculation above shows the 5 mΩ TICS0005 will survive a 150 A ramp that lasts less than 100 μs.



Extreme temperature tip frequency response



Extreme temperature tip CMRR

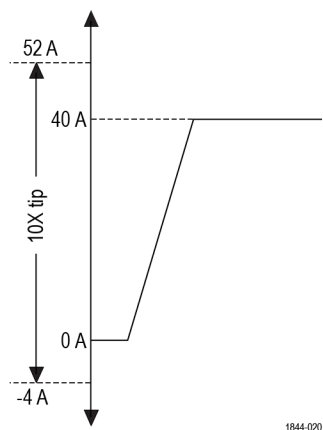
应用示例

宽禁带 (WBG) 和 PMIC 电源完整性的应用实例。

WBG 实例 (800V, 40 A 典型值 ; 0.125 Ω 分流器)

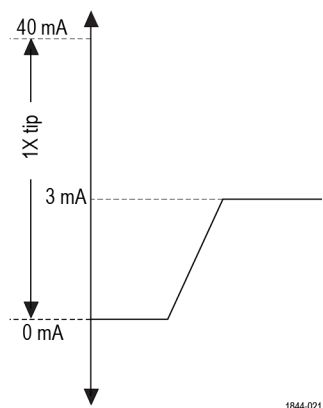
在 40 A 的 800 V SiC 电路交换中, 125 m Ω 分流器将产生 5 V 信号。要进行测量, 必须使用 TICP 和 10X 端部。在 ± 3.5 V 范围内施加 24 A 偏置。

可测量电流范围从 52 A 到 -4 A。在这些设置下, 250 MHz 带宽下 RMS 本底噪声为 2.2 mA RMS



PMIC 电源完整性 (48 V, 3 mA 典型值 ; 1 Ω 分流器)

在 48 V PMIC 总线上, 3 mA 待机电流将在 1 Ω 分流器上产生 3 mV 信号。在最敏感的 ± 20 mV 范围内使用 1X 端部, 应用偏置以查看 3 mA 电流并捕获 0 A 至 40 mA 的瞬态电流, RMS 本底噪声为 21.2 μ A



电气技术规格

模拟带宽

探头端部	带宽
TICPSMA	>1 GHz
TICPMM1	>1 GHz
TICMM10	>1 GHz
TICPMM100	>1 GHz
TICPMM1ET	>700 MHz
TICPMM10ET	>700 MHz
TICPMM100ET	>700 MHz

线性度

与最佳线的偏差 < 峰值 FS 的 ±2%

线性回归的最大偏差，以指定动态范围的百分比表示。

输入阻抗

探头端部	输入电阻	输入电容
TICPMM1/TICPMM1ET	50 ±0.5%，49.75 至 50.25	
TICMM10/TICPMM10ET	500 ±2%，490 至 510	<3 pF
TICPMM100/TICPMM100ET	5000 ±2%，4900 至 5100	<3 pF

隔离防护线阻抗（至接地）

>120 MΩ, ~17 pF

偏置增益精度

±0.5%

偏置线性

±0.1%

工作电压输入范围

±0.65 V 最大差分

输入耦合

DC

DC 均衡

< 0.1 div

工作时随机振动

0.31 GRMS, 5-500 Hz, 每个轴 10 分钟, 3 个轴 (总计 30 分钟)

满足法规

EMC

符合欧盟 EMC 指令 (带 CE 标志)

安全性

符合欧盟低电压指令 (带 CE 标志)

符合 ANSI/UL61010-1 (带 CSA 标志)

符合 ANSI/UL61010-2-030 (带 CSA 标志)

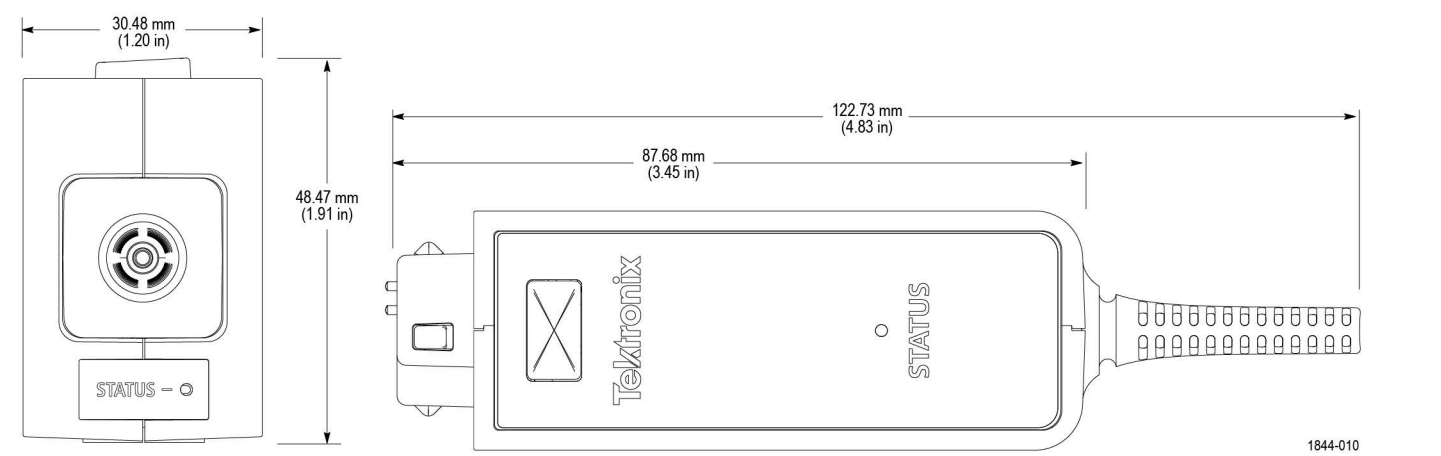
通过 CAN/CSA C22.2 No.61010-1 认证 (带 CSA 标志)

通过 CAN/CSA C22.2 No.61010-2-030 认证 (带 CSA 标志)

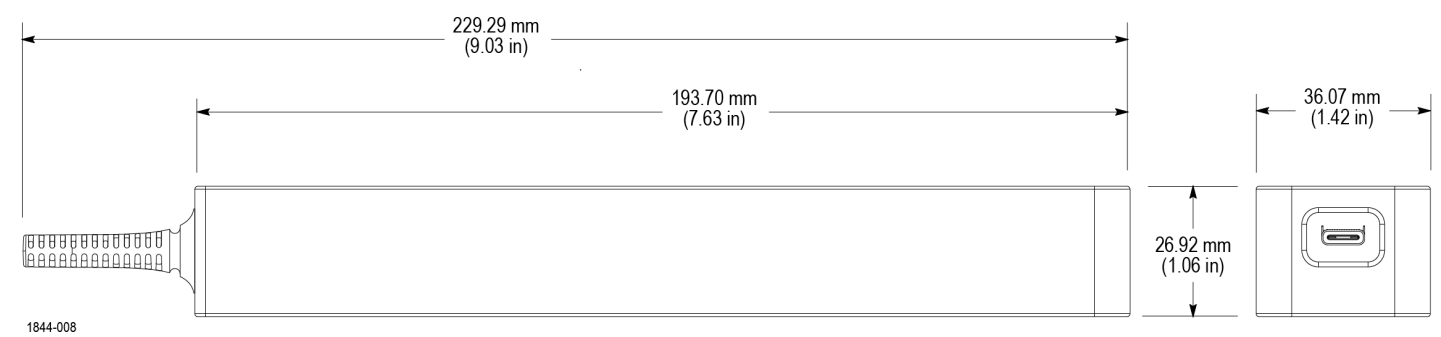
RoHS

符合欧盟有害物质限制标准 (带 CE 标志)

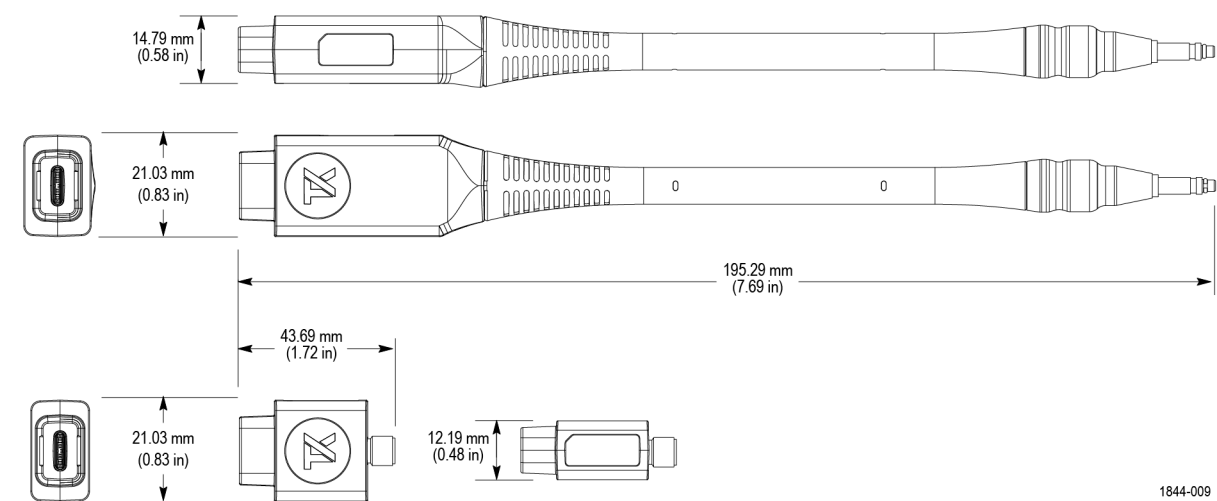
探头尺寸



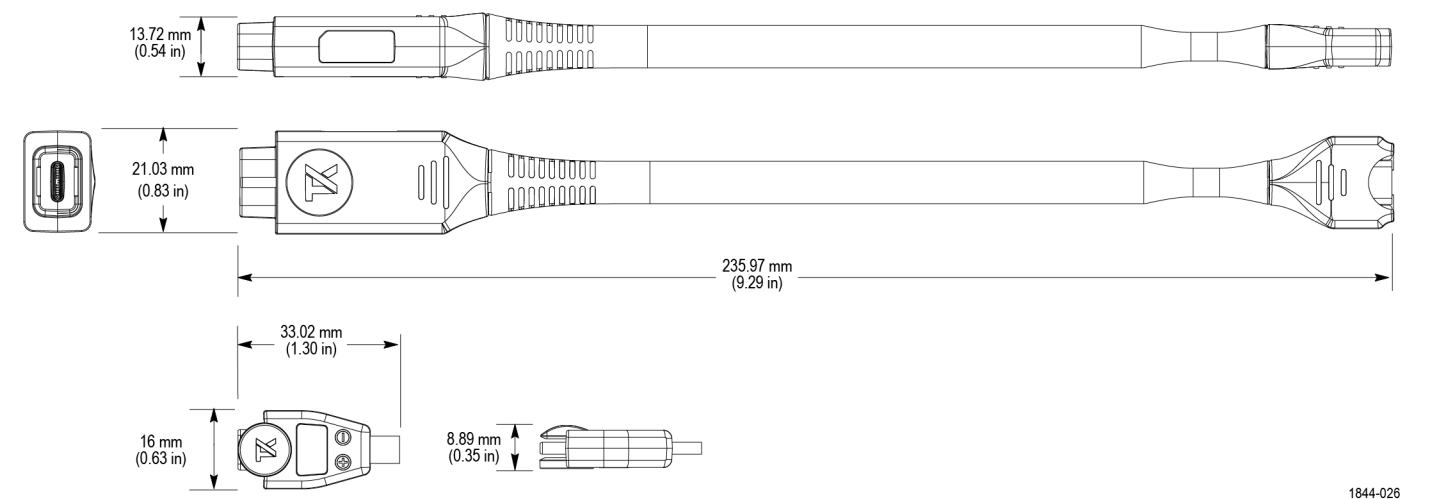
Compensation box



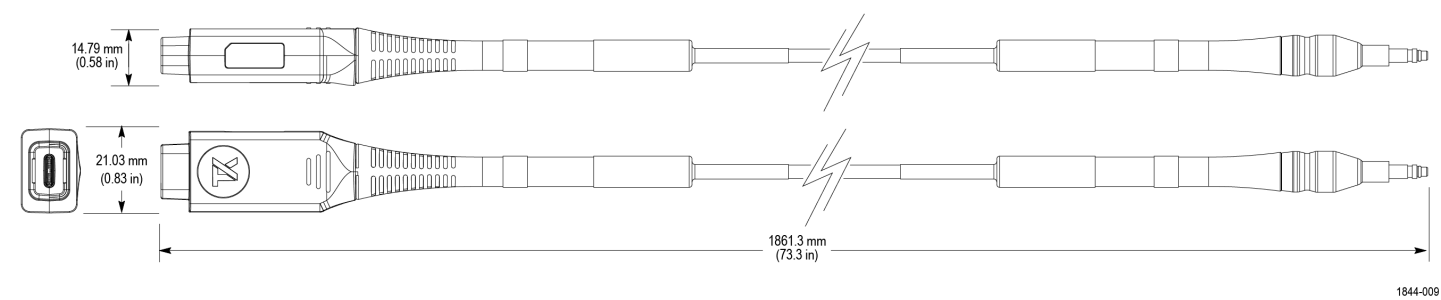
Probe head



Probe tips



Wideband shunts and Twin-ax cable



Extreme temperature tips

性能验证步骤

按照以下步骤来验证 IsoVu 测量系统的性能。在开始这些步骤前，请打印测试记录，用来记录性能结果。

所需设备

下表中列出执行性能验证步骤所需的设备。

描述	最低要求	示例产品
具有 TekVPI 接口的受支持示波器	50 Ω 输入支持，完全兼容 TekVPI 接口	Tektronix 5 系列 B MSO
直流电压源	3 mV 至 4 V， $\pm 0.1\%$ 精度	Fluke 9500C 示波器校准器带 Fluke 9540 有源头部
SMA 公头短路连接器帽（选配）	内部短路，镀铜触点	Fairview Microwave SC2135
数字万用表 (DMM)	0.1% 精度或更好	Tektronix DMM6500
精度终端测试夹具		Tektronix 部件号 067-3281-XX
TekVPI 校准性能验证夹具		Tektronix 部件号 067-1701-XX

系统 RMS 噪声

此步骤可验证 TICP 系列探头是否正常工作，以及是否符合保证的噪声规格。在最敏感范围内，在无输入信号的情况下测量噪声。

准备工作

1. 打开 TekVPI 示波器。
2. 将 TICP 探头连接到通道 1 上的示波器，并移除 TICP 探头端部（如果已连接）。
3. 让测试设备在 20°C (68 °F) 左右的环境温度下预热 30 分钟。

步骤

此步骤适用于 TICP 系列探头的所有版本。

1. 点击文件 > 默认设置。
2. 运行信号路径补偿，如果在辅助功能 > 校准...中推荐运行
3. 运行自动校准（[自动校准](#) (on page 40)）。
4. 将 TICPSMA 探头端部连接到 TICP 探头。
5. 将 SMA 短连接器帽连接到 TICPSMA。
6. 启用 TICP 通道并使用以下垂直菜单设置：
 - a. Vertical Scale（垂直标度）：1 mV/div
7. 编辑触发菜单设置，如下所示：

- a. 类型：边沿

b. Source（源）：交流线路

c. Slope（斜率）：上升

d. 电平: 0 V

e. Coupling（耦合）：DC
8. 编辑水平菜单设置，如下所示：

a. 水平刻度：100 μs/div

b. 记录长度: 6.25 M
9. 编辑以下采集菜单设置：

a. 单序列停止条件：1 采集
10. 添加测量，设置如下：

a. 幅度测量：AC RMS

b. Source（源）：CH 1
11. 按下单次/序列按钮执行测量。
12. 将 AC RMS 测量结果记录在测试记录表中。

系统 RMS 噪声测试记录

使用测试记录表记录系统 RMS 噪声性能验证步骤的结果。

型号：

步骤执行人：

序列号：

日期：

探头	最大噪声	测量噪声
TICP025	75 μV _{rms}	
TICP050	125 μV _{rms}	
TICP100	155 μV _{rms}	

DC 增益精度

此步骤可验证 TICP 系列探头是否正常工作，以及是否符合保证的直流增益精度。

准备工作

1. 打开 TekVPI 示波器。
2. 将 067-3281-XX 50 Ω 精度终端连接到 067-1701-XX 夹具的输出。
3. 使用 BNC 三通将 DMM 连接到 50 Ω 精度输出。
4. 将 BNC 电缆从 50 Ω 精度终端输出处的三通连接到任何其他示波器通道。确认通道处于 1 M Ω 模式且设置为 200 mV/div。这仅用于正确接地。
5. 将 067-1701-XX 夹具连接到示波器的通道 1 中。
6. 将 TICP 系列探头连接到 067-1701-XX 夹具中。
7. 打开 Fluke 9500B 示波器校准器。
8. 将 Fluke 9530 有源头部连接到通道 1 上的 Fluke 9500B。
9. 让测试设备在 20°C (68 °F) 左右的环境温度下预热 30 分钟。

步骤

此步骤适用于 TICP 系列探头的所有版本。

1. 点击文件 > 默认设置。
2. 运行信号路径补偿，如果在辅助功能 > 校准...中推荐运行
3. 运行自动校准 ([自动校准](#) (on page 40))。
4. 将 TICPSMA 探头端部连接到 TICP 探头。
5. 将 TICPSMA 连接到 Fluke 9500 有源头部。
6. 启用 TICP 通道并使用以下垂直菜单设置：
 - a. 范围模式：手动
 - b. 范围：500 mV
 - c. Offset (偏置)：0 V
7. 在 Fluke 9500B 上选择模式：具有以下设置的手动波形：
 - a. 选择波形：DC
 - b. 选择 400 mV/div
 - c. 输出打开
8. 按下单次/序列按钮执行测量。
9. 在表中记录精度 50 Ω 电阻器上的直流电压。
10. 按 Fluke 9500B 上的反相电压 (+/-) 按钮，向探头施加 -400 mV 电压，并在表中记录输出电压。
11. 对其余量程重复整个步骤，并在测试记录表中记录数值。

直流增益精度测试记录

使用测试记录表记录直流增益精度性能验证步骤的结果。

型号：

步骤执行人：

序列号：

日期：

探头增益用输出变化除以输入变化得出。

$$\text{增益} = (\text{测量 1} - \text{测量 2}) / (\text{输入 1} - \text{输入 2})$$

量程	输入 1	输入 2	测量输出 1	测量输出 2	计算增益	增益上限	理想增益	增益下限
500 m	+0.400 V	-0.400 V				1.010	1.000	0.990
350 m	+0.280 V	-0.280 V				1.443	1.429	1.415
250 m	+0.200 V	-0.200 V				2.020	2.000	1.980
175 m	+0.140 V	-0.140 V				2.886	2.857	2.828
125 m	+0.100 V	-0.100 V				4.040	4.000	3.960
90 m	+0.072 V	-0.072 V				5.612	5.556	5.500
65 m	+0.052 V	-0.052 V				7.769	7.692	7.615
45 m	+0.036 V	-0.036 V				11.222	11.111	11.000
30 m	+0.024 V	-0.024 V				16.834	16.667	16.500
20 m	+0.016 V	-0.016 V				25.250	25.000	24.750

◆◆ 流平衡

此步骤可验证 TICP 系列探头是否正常工作，并在输入为零和偏置为零时符合保证的残余偏置。

准备工作

1. 打开 TekVPI 示波器。
2. 将 067-3281-XX 50 Ω 精度终端连接到 067-1701-XX 夹具的输出。
3. 使用 BNC 三通将 DMM 连接到 50 Ω 精度输出。
4. 将 BNC 电缆从 50 Ω 精度终端输出处的三通连接到任何其他示波器通道。确认通道处于 1 M Ω 模式且设置为 200 mV/div。这仅用于正确接地。
5. 将 067-1701-XX 夹具连接到示波器的通道 1 中。
6. 将 TICP 系列探头连接到 067-1701-XX 夹具中。
7. 让测试设备在 20°C (68 °F) 左右的环境温度下预热 30 分钟。

步骤

此步骤适用于 TICP 系列探头的所有版本。

1. 点击文件 > 默认设置。
2. 运行信号路径补偿，如果在辅助功能 > 校准...中推荐运行
3. 运行自动校准 ([自动校准](#) (on page 40))。
4. 将 TICPSMA 探头端部连接至 TICP 探头。
5. 启用 TICP 通道并使用以下垂直菜单设置：
 - a. 量程模式：手动
 - b. 探头量程：500 mV
6. 按下单次/序列按钮执行测量。
 - a. 使用 DMM 测量精度 50 Ω 终端输出端的电压。
7. 对其余量程重复整个步骤，并在测试记录表中记录数值。

DC 均衡测试记录

使用测试记录表记录 DC 均衡性能验证步骤的结果。

型号：

步骤执行人：

序列号：

日期：

任何量程的残余输出都应小于 $\pm 10\text{ mV}$ 。

量程	Limit（限制）	测量值
500 mV	$\pm 10\text{ mV}$	
350 mV	$\pm 10\text{ mV}$	
250 mV	$\pm 10\text{ mV}$	
175 mV	$\pm 10\text{ mV}$	
125 mV	$\pm 10\text{ mV}$	
90 mV	$\pm 10\text{ mV}$	
65 mV	$\pm 10\text{ mV}$	
45 mV	$\pm 10\text{ mV}$	
30 mV	$\pm 10\text{ mV}$	
20 mV	$\pm 10\text{ mV}$	

偏置增益精度

此步骤可验证 TICP 系列探头是否正常工作，以及是否符合保证的偏置增益精度。

准备工作

1. 打开 TekVPI 示波器。
2. 将 067-3281-XX 50 Ω 精度终端连接到 067-1701-XX 夹具的输出。
3. 使用 BNC 三通将 DMM 连接到 50 Ω 精度输出。
4. 将 BNC 电缆从 50 Ω 精度终端输出处的三通连接到任何其他示波器通道。确认通道处于 1 M Ω 模式且设置为 200 mV/div。这仅用于正确接地。
5. 将 067-1701-XX 夹具连接到示波器的通道 1 中。
6. 将 TICP 系列探头连接到 067-1701-XX 夹具中。
7. 让测试设备在 20°C (68 °F) 左右的环境温度下预热 30 分钟。

步骤

此步骤适用于 TICP 系列探头的所有版本。

1. 点击文件 > 默认设置。
2. 运行信号路径补偿，如果在辅助功能 > 校准...中推荐运行
3. 运行自动校准 ([自动校准](#) (on page 40))。
4. 将 TICPSMA 探头端部连接至 TICP 探头。
5. 将 TICPSMA 连接至 Fluke 9500 有源头部。
6. 启用 TICP 通道并使用以下垂直菜单设置：
 - a. 范围：20 mV
 - b. Offset (偏置)：20 mV/div
7. 在 Fluke 9500B 上选择模式：具有以下设置的手动波形：
 - a. 选择波形：DC
 - b. 选择 20 mV/div
 - c. 输出打开
8. 按下单次/序列按钮执行测量。
 - a. 将偏置与 DMM 测量值相加。
9. 用以下所有示波器偏置和 Fluke 输入电压设置重复整个步骤：0.25 V、0 V、-0.25 V 和 -0.5 V。

偏置增益精度测试记录

使用测试记录表记录偏置增益精度性能验证步骤的结果。

型号：

步骤执行人：

序列号：

日期：

1. 将偏置电压和相应的测量平均值结果输入到 Excel 中。
2. 创建数据散点图，Y 轴为偏置电压，X 轴为平均电压。
3. 在图中添加趋势线，并选择显示公式。

数据的最佳拟合斜率应在 0.995 和 1.005 之间，以满足 1% 的精度要求。

量程	500 mV 测量	250 mV 测量	0 V 测量	-250 mV 测量	-500 mV 测量	极限	计算值
20 mV						$0.995 < x < 1.005$	

维护

隔离可能出现故障的信息以及维护探头的过程。

服务

Tektronix 的服务范围包括质保维修及其他服务，旨在满足您的特定服务需求。

泰克维修技术人员技艺纯熟，可为您的探头提供维修服务。根据您的位置，我们可在 Tektronix 服务中心提供服务或在您的机构进行现场维修。访问 tek.com/service 查看所有可用服务。访问 tek.com/warranty-status-search 查看您的保修状态。

清洁

CAUTION: 为防止损坏测量系统，请勿将其暴露在喷雾、液体或溶剂中。在清洁外部时，避免将水分弄到补偿盒或传感器头部内部。

保持连接器干净，使其保存完好。使用低压、清洁、干燥的压缩空气清除连接器上的任何碎屑。

故障排除和错误情况

下方描述了各 LED 的状态和使用探头进行测量时可能遇到的问题。请在联系 Tektronix 进行维修之前将此作为快速故障排除参考。

STATUS（状态）LED 说明

LED		状态	操作
	绿色（常亮）	正常操作	-
	绿色（闪烁）	大功率电源故障	请尝试拔掉电源再重新插上。检查探头/示波器接口。可能需要维修探头。
	红色（常亮）	探头应用故障	请尝试拔掉电源再重新插上。可能需要维修探头。
	红色（闪烁）	探头应用故障和大功率电源故障	请尝试拔掉电源再重新插上。检查探头/示波器接口。可能需要维修探头和/或示波器。
	红色（闪烁 •• -）	探头隔离侧无电源	请尝试拔掉电源再重新插上。可能需要对探头进行维修。

测量问题及可能的解决方案

问题	解决方案
信号中存在直流偏置	运行自行校准
	确保输入信号在所选端部的所选动态范围内
方波边沿显示“平滑”、滚落或未补偿	运行自行校准
	确保示波器带宽过滤器设为全带宽
	确保输入信号未使探头输入过驱动
测得的振幅小于预期	输入信号可能超出范围
	确保输入信号在所选探头端部的动态范围内
	应用偏置使输入信号处于所选探头端部的动态范围内
直流测量误差	运行自行校准
	将记录长度设置为至少 200 μ s（越长越好），
过于嘈杂，无法准确测量微弱的信号	选择衰减较低的端部
	将示波器垂直刻度设为较小值
	手动选择较低范围以降低噪音
未检测到信号；波形为平线	参考输入阻抗表，拆下端部并检查其导通性。
探头头部间歇断电	确保探头头部在其工作温度范围内
	增加外部冷却装置；例如小型台式风扇
共模噪声太多	尝试卸下测试点和探头端部间的所有附件、飞线或裸露的电线
	使用带有 MMCX 测试点的 MMCX 端部，该测试点设计在电路板中或用作非计划测试点
未发现端部警告	拆卸并重新安装端部

重新包装测量系统以进行运输

如需将测量系统返回 Tektronix 进行维修，请使用原始包装。如果该包装箱找不到或不适合使用，则可与您的 Tektronix 代表联系以获得新的包装箱。

将测量系统返回 Tektronix 时，请附上包含以下信息的标签：

- 产品所有者名称
- 所有者地址
- 仪器序列号
- 所遇到的问题 和/或 所需服务描述

远程编程

本部分介绍传感器头部连接到 Tektronix 示波器时可向其发送的命令和查询。长格式和短格式关键词以大/小写字母说明。大多数示波器均可支持命令和查询；支持示波器的差异（如有）将在命令中进行介绍。

有关其他信息，请参阅示波器程序员文档。

CH<x>:PRObe?（仅查询）

此仅查询命令返回连接到指定通道的探头的所有相关信息。通道由 x 指定。

语法

CH<x>:PRObe?

示例

对于 10X 探头，**CH2:PROBE?** 可能返回 **1.0000E-01; RESISTANCE 1.0000E+07;UNITS "V";ID:TYPE "10X"SERNUMBER "N/A"**，表示（除其他参数外）连接通道 2 的探头的衰减系数为 100.0 mV（假设探头单位设为伏特）。

CH<x>:PRObe:AUTOZero（无查询表单）

此命令会执行自动调零功能。该操作完全由示波器执行。通道由 x 指定。

请参考自校准步骤了解执行自校准的信息。自动校准

Syntax（语法）

CH<x>:PRObe:AUTOZero EXECute

变量

EXECute 将连接至指定通道的探头设置为 AutoZero（自动调零）。

示例

CH1:PROBE:AUTOZERO EXECUTE 将连接至通道 1 的探头设置为自动调零。

CH<x>:PRObe:FORCEDRange

该命令以 +/-V 选择探头的动态范围（9 个中的 1 个）。取决于所连接的探头端部。通道由 x 指定。仅当 CH<x>:PROBECONTROL 设为 MANUAL（手动）时，才能使用该命令

探头端部电缆及动态范围

探头端部电缆	动态范围 +/-V
无端部或 1X 端部	0.02 0.03 0.045 0.065 0.09 0.125 0.175 0.25 0.35 0.5
10X	0.2 0.3 0.45 0.65 0.9 1.25 1.75 2.5 3.5 5.0
100X	2 3 4.5 6.5 9 12.5 17.5 25 35 50

此查询以 +/-V 返回探头端部的动态范围。

语法

CH2:PRObe:FORCEDRange <NR3>

CH2:PRObe:FORCEDRange?

变量

<NR3> 指定探头动态范围

示例

如果电流探头连接的是通道 1 输入端，则 CH1:PROBE:FORCEDRANGE 5.0 会将连接的探头设置为 5 V 范围。

CH3:PROBE:FORCEDRANGE? 可能返回 5.0000，表示连接到通道 3 的探头范围设置为 5 V。

CH<x>:PRObe:GAIN?（仅查询）

该命令返回当前所选范围的增益系数（与衰减相反）。通道由 x 指定。

语法

CH<x>:PRObe:GAIN?

示例

CH2:PROBE:GAIN? 可能返回 100.0000E-3，表示每向探头输入端施加 1.0 V，所连接的 10X 探头向通道 2 BNC 传递 0.1 V。

CH<x>:PRObe:ID? (仅查询)

此仅查询命令返回连接到指定通道的探头的类型和序列号。通道由 x 指定。

语法

CH<x>:PRObe:ID?

示例

CH2:PROBE:ID? 可能返回 **"B010289";"TICP100"**，表示序列号为 B010289 的 TICP100 探头连接到通道 2。

CH<x>:PRObe:ID:SERnumber? (仅查询)

此仅查询命令返回连接到指定通道的探头的序列号。通道由 x 指定。对于电平 0 和电平 1 探头，序列号将为“不适用”。

语法

CH<x>:PRObe:ID:SERnumber?

示例

CH1:PROBE:ID:SERNUMBER? 可能返回 **"B010289"**，表示连接到通道 1 的探头序列号为 B010289。

CH<x>:PRObe:ID:TYPE? (仅查询)

此仅查询命令返回连接到指定通道的探头的类型。通道由 x 指定。

语法

CH<x>:PRObe:ID:TYPE?

示例

CH1:PROBE:ID:TYPE? 可能返回 **"TICP100"**，表示 TICP100 探头连接到通道 1。

CH<x>:PRObe:SELFCal:State? (仅查询)

此仅查询命令返回 RECOMMENDED（推荐）、RUNNING（正在运行）或 PASSED（已通过）自行校准状态。通道由 x 指定。

语法

CH<x>:PRObe:SELFCal:State?

示例

CH1:PRObe:SELFCal:State? 可能返回 **RUNNING**（正在运行），表示通道 1 探头当前正在运行自行校准。

CH<x>:PRObe:SELFCal

此仅查询命令在探头上启动自行校准。通道由 x 指定。

语法

CH<x>:PRObe:SELFCal EXECUTE

示例

CH1:PRObe:SELFCal EXECUTE 在通道 1 探头上运行自行校准。

CH<x>:PRObe:STATus? (仅查询)

此命令查询探头的无符号整数错误值。通道由 x 指定。

条件

需要支持相关错误消息的探头。

语法

CH<x>:PRObe:STATus?

返回

返回表示二进制错误位 B0 – B15 总和的整数。错误位不显示；其级联成整数值。以下是各个位的错误列表。

- B0 – 探头禁用
- B1 – 卡抓打开
- B2 – 超量程
- B3 – 探头温度超限
- B4 – 需消磁
- B5 – 探头端部丢失
- B6 – 探头端部失败
- B7 – 探头端部不受支持
- B8 – 需要或建议进行自行校准（查询将以十进制格式返回 256）
- B9 至 B15 – 预留

示例

CH4:PRObe:STATus? 可能返回 2，表示探头报告卡抓打开错误。

CH<x>:PRObe:UNIts? (仅查询)

此仅查询命令返回一个字符串，该字符串描述连接到指定通道的探头的测量单位。通道由 x 指定。

语法

CH<x>:PRObe:UNIts?

示例

CH4:PRObe:UNITS? 可能返回 "V"，表示连接到通道 4 的探头的测量单位为伏特。

CH<x>:PROBECOntrol

此命令设置或查询连接到通道 <x> 的探头的多范围探头范围控制策略首选项。通道号由 x 指定。

语法

CH<x>:PROBECOntrol {AUTO|MANual}

CH<x>:PROBECOntrol?

变量

AUTO 设置值。系统自动计算探头范围。

通过 **MANual**，您能够为连接到特定通道的探头选择各种有效值。

示例

CH2:PROBECOntrol AUTO 设置值且系统自动计算探头范围。

CH2:PROBECOntrol? 可能返回 **MANUAL**，表示您能够为连接到通道 2 的探头选择各种有效值

CH<x>:PROBEFunc:EXTAtten

此命令用于将衰减值指定为指定通道上给定刻度系数的乘数。通道由 x 指定。

该命令的查询表单返回用户指定的衰减。

语法

CH<x>:PROBEFunc:EXTAtten <NR3>

CH<x>:PROBEFunc:EXTAtten?

变量

<NR3> 即衰减值，指定为 1.00E-10 到 1.00E+10 范围内的乘数。

示例

CH1:PROBEFunc:EXTATTEN 167.00E-3 指定外部衰减，该衰减连接至您的输入信号和连接到通道 1 的探头输入端之间。

CH2:PROBEFunc:EXTATTEN? 可能返回 **1.0000E+00**，表示连接到通道 2 的探头直接连接到用户信号。

CH<x>:PROBEFunc:EXTDBatten

该命令设置或查询信号和仪器输入通道之间的外部衰减或增益的输入输出比（以分贝为单位）。通道由 **x** 指定。

该命令的查询表单返回用户指定的衰减（以分贝为单位）。

语法

CH<x>:PROBEFunc:EXTDBatten <NR3>

CH<x>:PROBEFunc:EXTDBatten?

变量

<NR3> 即衰减值，指定范围为 -200.00 dB 到 200.00 dB。

示例

CH3:PROBEFunc:EXTDBATTEN 2.5 指定通道 3 上的外部 2.5 dB 衰减器。

CH1:PROBEFunc:EXTDBATTEN? 可能返回 **2.5000E+00**，表示通道 1 的衰减为 2.5 dB。

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits

此命令设置指定通道的外部衰减器测量单位。通道由 **x** 指定。使用备用单位（若启用）。使用

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits:STATE 命令以启用或禁用备用单位。

语法

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits <QString>

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits?

变量

<QString> 表示指定通道的衰减测量单位。

示例

CH4:PROBEFunc:EXTUNITS "Pascals" 设置通道 4 外部衰减器的测量单位。

CH2:PROBEFunc:EXTUNITS? 可能返回 **"Pascals"**，表示通道 2 外部衰减器的测量单位为帕斯卡。

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits:STATE

此命令设置或查询指定通道的自定义单位启用状态。通道由 x 指定。

语法

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits:STATE {ON|OFF|<NR1>}

CH<x>:PROBEFunc:EXTUnits:STATE?

变量

OFF 变量关闭外部单元。

ON 变量打开外部单元。

<NR1> = 0 关闭外部单元；任何其他值打开外部单元。

示例

CH2:PROBEFunc:EXTUnits:STATE ON 打开外部单元。

CH2:PROBEFunc:EXTUnits:STATE? 可能返回 **0**，表示指定通道的外部单元关闭。

CH<x>:PROBE:DYNAMICRANGE?（仅查询）

此命令查询连接到指定通道的探头的动态范围。通道由 x 指定。

语法

CH<x>:PROBE:DYNAMICRANGE?

返回

返回值是当前最小范围和最大范围间的差值，且有一定公差。也是探头范围指示器（如果当前显示）之间的差值。

示例

CH1:PROBE:DYNAMICRANGE? 可能返回 **1.3056**，表示连接到通道 1 的探头动态范围设置为 1.3056 V。