

Tektronix®



Mess- und Prüftechnik. Die Experten.

**Ihr Ansprechpartner /
Your Partner:**

dataTec AG

E-Mail: info@datatec.eu

>>> www.datatec.eu

TICP Serie Aktive isolierte Strom-Shunt-Tastköpfe Benutzerhandbuch

Jetzt registrieren!

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

tek.com/register



077-1848-00 December 2024

Copyright © 2024, Tektronix. 2024 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. All other trade names referenced are the service marks, trademarks, or registered trademarks of their respective companies.

TEKTRONIX and TEK are registered trademarks of Tektronix, Inc.

Tektronix, Inc.
14150 SW Karl Braun Drive
P.O. Box 500
Beaverton, OR 97077
US

For product information, sales, service, and technical support visit tek.com to find contacts in your area. For warranty information visit tek.com/warranty.



**Ihr Ansprechpartner /
Your Partner:**

dataTec AG

E-Mail: info@datatec.eu

>>> www.datatec.eu

Mess- und Prüftechnik. Die Experten.

Inhalt

TEKTRONIX END USER LICENSE AGREEMENT.....	5
Third Party Software Licenses.....	6
Wichtige Sicherheitsinformationen.....	7
Allgemeine Sicherheitshinweise.....	7
Verhütung von Bränden und Verletzungen.....	7
Tastköpfe und Prüfleitungen.....	8
In diesem Handbuch und auf dem Produkt verwendete Begriffe.....	9
Symbole am Gerät.....	10
Erforderliche Abstände.....	11
Informationen zur Einhaltung von Vorschriften.....	13
Einhaltung von Sicherheitsbestimmungen.....	13
Elektrische Kenngrößen.....	14
Einhaltung von Umweltschutzbestimmungen.....	14
Vorwort.....	16
Die wichtigsten Leistungsdaten und Merkmale	16
Modellübersicht.....	17
Standardzubehör.....	17
Empfohlenes Zubehör.....	18
Hinweise zur Bedienung.....	19
TICP-Blockdiagramm.....	19
Bewährte Methoden bei der Handhabung des Messsystems.....	20
Umgebungsvoraussetzungen.....	20
Bedienelemente und Anzeigen.....	21
Kabel-Kennzeichen.....	21
Tastkopfspitzen.....	22
Installation der Ferritklemme.....	22
Anschließen an eine Schaltung.....	23
Installation des Stativadapters.....	24
Installation mit Zweibeinständer	25
Anschluss des SMA-Adapters.....	27
Installieren der Tastkopfspitzenadapter.....	28
Installieren der rechteckigen Stiftanschlüsse an der Leiterplatte.....	29
Menü „Probe Setup“ (Tastkopfeinstellung).....	31
Selbstkalibrierung.....	31
Autonull.....	32
Auto Range (Automatischer Bereich).....	32
Bereiche.....	32
Auswahl der Tastkopfspitze.....	33
„Deskew“ (Versatzausgleich).....	33
Eingangs-Offset.....	34
Spannungsbereich.....	34
Gleichtaktspannungsbereich.....	34
Offset-Spannungsbereich.....	34
Maximaler Bereich der zerstörungsfreien Differenzspannung.....	34

Spezifikationen.....	35
Übersicht über Tastköpfe und Spitzen.....	35
Anwendungsbeispiele.....	38
Elektrische Spezifikationen.....	39
Konformitätserklärungen.....	40
Abmessungen des Tastkopfs.....	41
Verfahren zur Leistungsprüfung.....	42
Erforderliche Ausstattung.....	42
Effektivrauschen des Systems.....	42
Testprotokoll zum Effektivrauschen des Systems.....	43
Genauigkeit der Gleichspannungs-Verstärkung.....	44
Testprotokoll Genauigkeit der Gleichspannungs-Verstärkung.....	45
Gleichspannungssymmetrie.....	46
Testprotokoll Gleichspannungssymmetrie.....	47
Offset-Verstärkungsgenauigkeit.....	48
Testprotokoll Offset der Gleichspannungs-Verstärkung.....	48
Wartung.....	50
Serviceangebote.....	50
Reinigung.....	50
Fehlerbehebung und Fehlerbedingungen.....	50
Wiederverpacken des Messsystems zum Versenden.....	51
Fernprogrammierungsfunktion.....	53
Befehlsliste.....	53

TEKTRONIX END USER LICENSE AGREEMENT

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



Third Party Software Licenses

Freescale 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.

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.

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 Kennwert der Messkategorie (CAT), der Spannung oder der Stromstärke für die Einzelkomponente eines Produkts, Tastkopfes oder Zubehörs mit dem niedrigsten Kennwert.

Schließen Sie keine Spannung an Klemmen einschließlich des gemeinsamen Anschlusses an, die den maximalen Nennwert der Klemme überschreitet.

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 Tastkopfs 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.

Freiliegende 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.

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



WARNUNG: 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.



WARNUNG: 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.



WARNUNG: 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 zu prüfenden Stromkreis 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 dieses 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:



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



ACHTUNG: 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 gefährlichen blanken Leitern 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.



WARNUNG: 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.

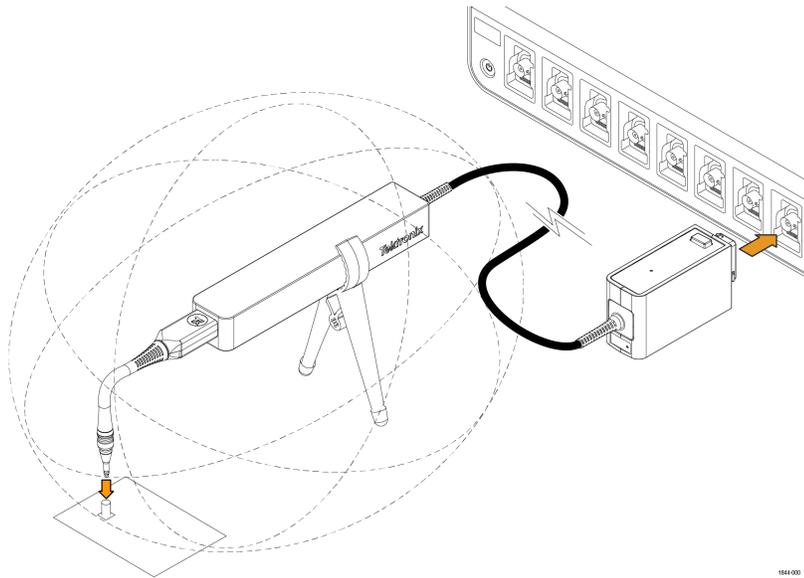


Abbildung 1: HF-Verbrennungsgefahrenbereich im Bereich um den Tastkopf



WARNUNG: 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.



WARNUNG: 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.

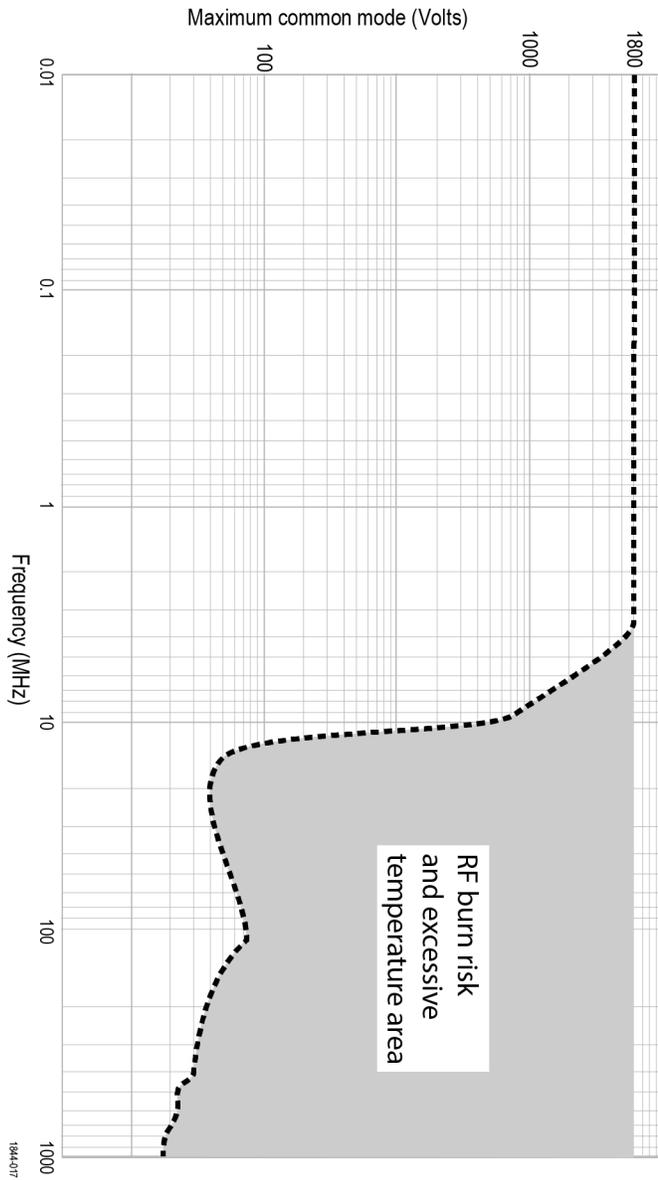


Abbildung 2: Maximale Grenzwerte für die sichere Handhabung von Gleichtaktspannungen.

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, US
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.
------------------------	---

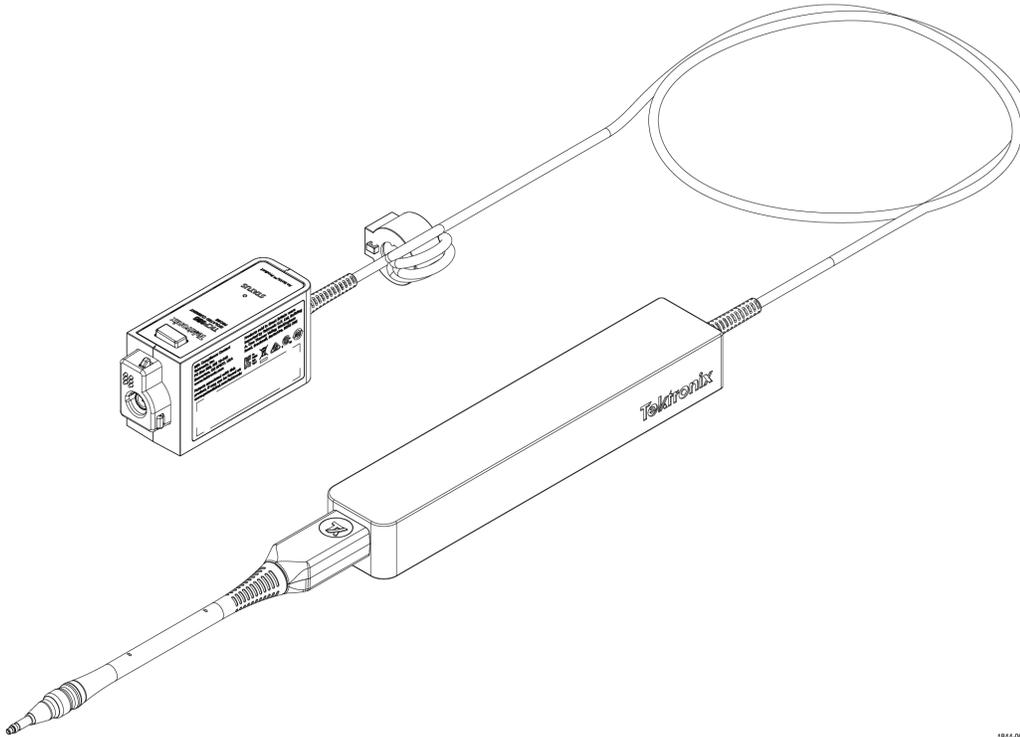


Dieses Symbol kennzeichnet Produkte, die den Bestimmungen der Europäischen Union gemäß den Richtlinien 2012/19/EU und 2006/66/EG für Elektro- und Elektronik-Altgeräte und Batterien entsprechen. Informationen zu Recyclingmöglichkeiten finden Sie auf der Tektronix-Website (www.tek.com/productrecycling).

Vorwort

Dieses Dokument enthält Informationen zur Installation und Verwendung von aktiven, isolierten Strom-Shunt-Tastköpfen der TICP-Serie von Tektronix.

Der Tastkopf bietet unerreichte Bandbreite, Genauigkeit, Benutzerfreundlichkeit und Isolierung bei Strom-Shunt-Messungen.



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, and 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: 1,8 kV; zur Verwendung in einer Umgebung mit Belastungsgrad 1; mit Transientenpegel nicht über 5 kV_{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

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
	Der Zweibeinständer wird verwendet, um den Tastkopf zu halten.	020-3210-XX
	Stativadapter 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

Tabelle wird fortgesetzt....

Zubehör	Beschreibung	Teilenummer
	Gepolsterte Tragetasche mit Schaumstoffeinlage.	016-2147-XX

Empfohlenes Zubehör

In der folgenden Tabelle ist das optionale Zubehör aufgeführt.

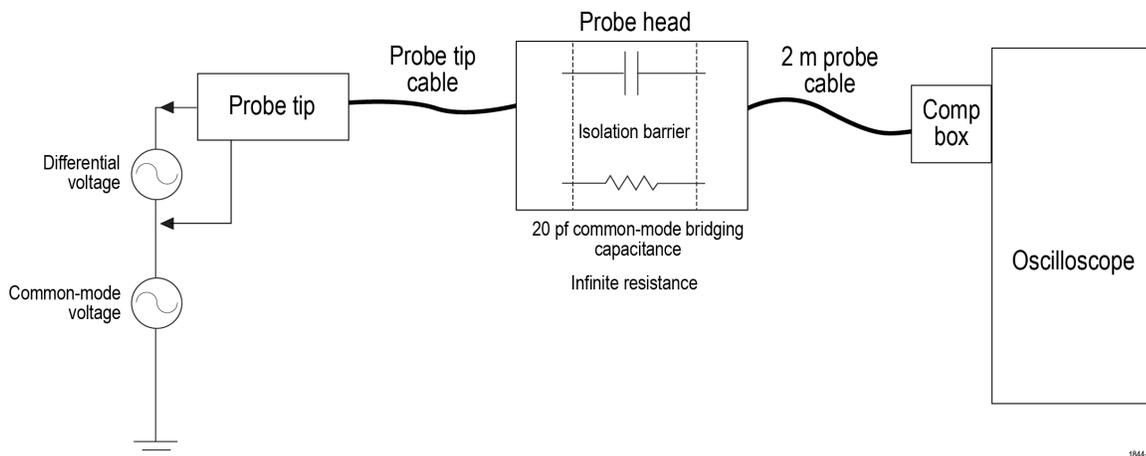
Zubehör	Beschreibung	Teilenummer
	Tastkopfspitze 100X mit Anschluss MMCX	TICPMM100
	Rechteckiger Pin-Anschluss an MMCX-Adapter, 0,062"-Raster	131-9677-XX
	Kabel, MMCX zu IC-Grabber	196-3546-XX
	Kabel, rechteckiger Pin-Anschluss zu IC-Grabber	196-3547-XX
	MicroCKT-Anschlussklemmen	206-0569-XX

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.

TICP-Blockdiagramm

Die folgende Abbildung zeigt ein Blockdiagramm des aktiven isolierten Tastkopfs von Tektronix.



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.

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.

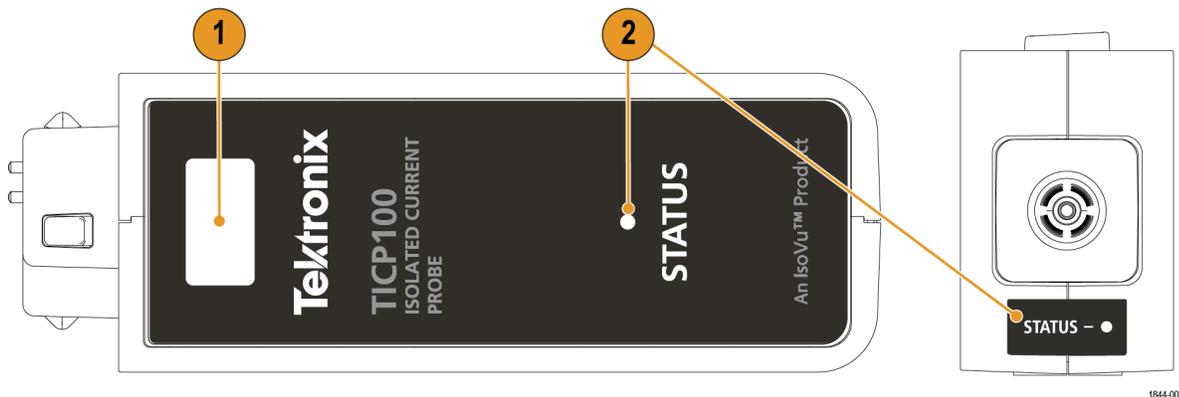
- Achten Sie darauf, das Tastkopfkabel nicht zu quetschen, zu crimpen oder abzuknicken..
- Achten Sie darauf, dass das Kabel nicht verdreht wird.
- Achten Sie darauf, dass das Tastkopfkabel nicht geknickt oder verknotet wird.
- Setzen Sie das Tastkopfkabel keiner Zugbelastung aus.
- Ziehen und reißen 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 5,1 cm (2,0 Zoll) darf dabei nicht überschritten werden.
- 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	Kompensationsbehälter und Tastkopf	0 °C bis +50 °C	-20 °C bis +70 °C
	Spitzenkabel und -adapter	-40 °C bis +85 °C	-40 °C bis +85 °C
Luftfeuchtigkeit	Kompensationsbehälter und Tastkopf	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
	Spitzenkabel und -adapter		
Höhe über NN	Alle Komponenten	Bis zu 3.000 m (9.842 ft)	Bis zu 12.000 m (39.370 ft)

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 die LED-Statusanzeigen finden Sie unter [Table 1](#)

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.

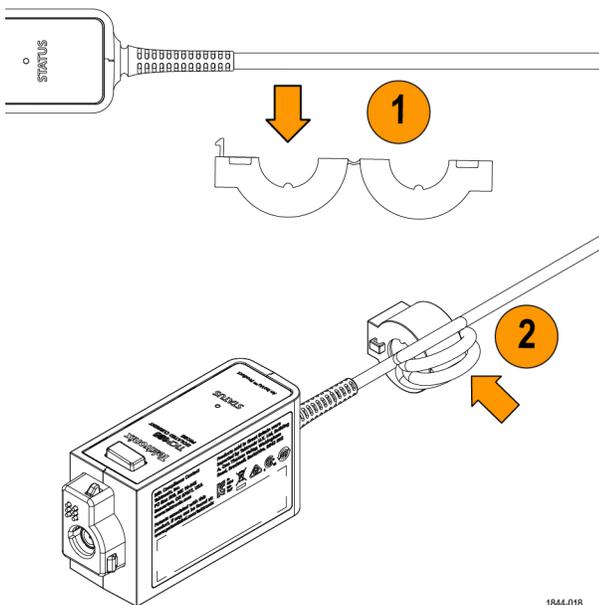


1844-001

Installation der Ferritklemme

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

Prozedur



1844-018

1. Positionieren Sie die Ferritklemme für die Betriebsart Gleichtakt innerhalb von 0,63 cm (0,25 Zoll) von der Zugentlastung der Kompensationsbox.
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.

Nächste Maßnahme

Um die Ferritklemme vom Tastkopf Kabel 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.

Vorbereitungen



WARNUNG: 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.



WARNUNG: 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 [Figure 1](#).



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



ACHTUNG: 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.



Anmerkung: 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.



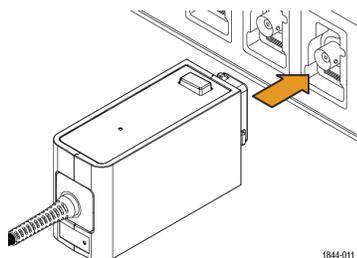
Anmerkung: Um Fehlmessungen zu vermeiden, sollten die einzelnen Tastköpfe nicht übereinander gestapelt werden, und Mobiltelefone sollten während der Messung mindestens einen Meter entfernt sein.

Warum und wann dieser Vorgang ausgeführt wird

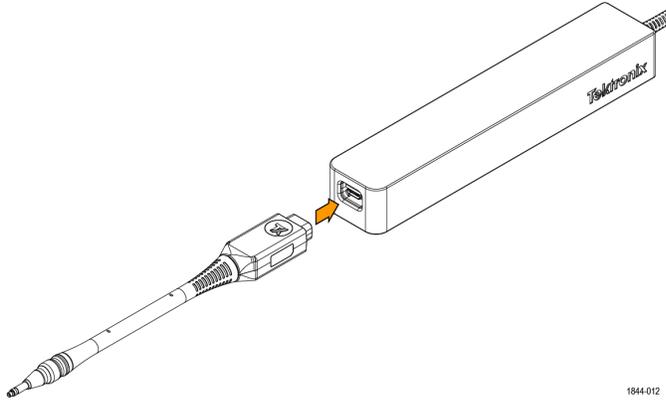
Stellen Sie sicher, dass der Prüfling nicht an einen spannungsführenden Schaltkreis angeschlossen ist. Um eine möglichst genaue Messung zu erhalten, lassen Sie den Tastkopf 5 Minuten lang aufwärmen.

Prozedur

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.



Anmerkung: Schließen Sie den Tastkopf an einen Zweibeinstander, ein Stativ (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 Stativadapter wird benötigt, um den Tastkopf der TICP-Serie an einem Stativ zu befestigen.

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

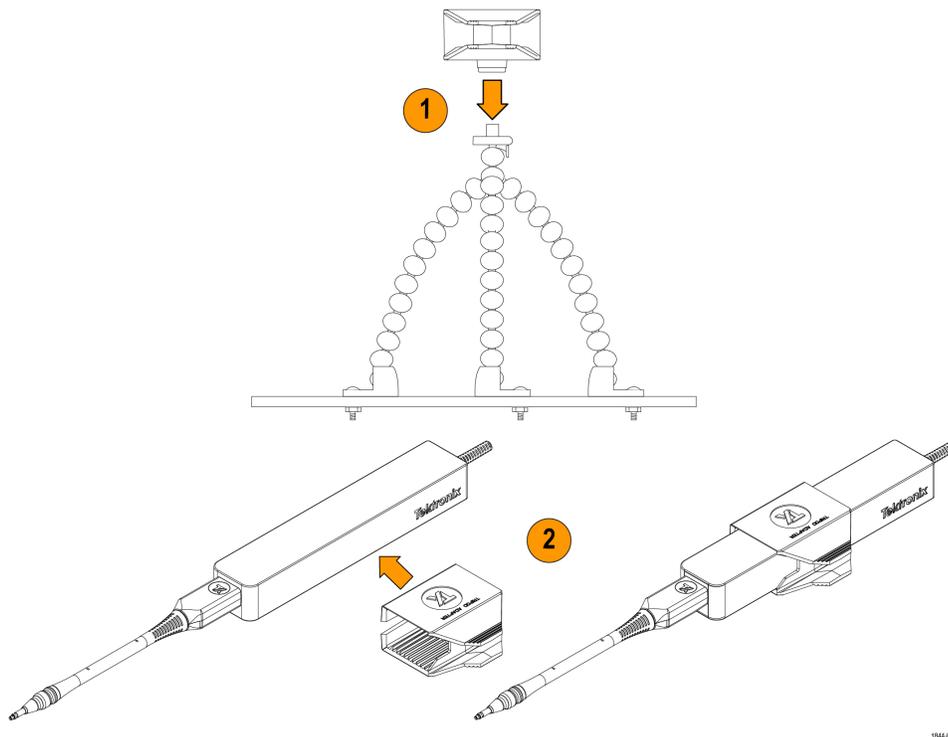
Wenn Sie eine MMCX-Spitze verwenden, schließen Sie die Spitze an einen MMCX-Stecker oder an einen Adapter mit rechteckigen Stiften an, bevor Sie sie an den Prüfling anschließen. Die Adapter sind mit einem Abstand von 2,54 mm (0,100 Zoll) bzw. 1,57 mm (0,062 Zoll) anschließbar.

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

Installation des Stativadapters

Die folgenden Schritte beschreiben die Installation des Stativadapters am Tastkopf und die Befestigung an einem Stativ.

Prozedur

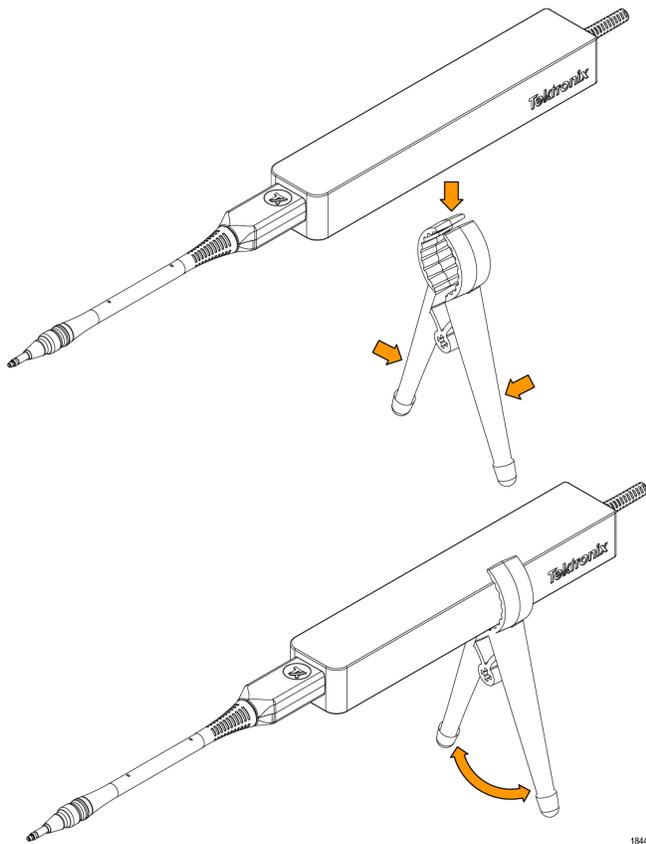


1. Befestigen Sie den Adapter an einem kompatiblen Stativ.
Das Adapter hat ein UNC $\frac{1}{4}$ -20 Gewinde. Achten Sie darauf, dass das Gewinde des Stativs ebenfalls ein UNC $\frac{1}{4}$ -20 Gewindestück hat.
2. Öffnen Sie die Klemme des Stativadapters und befestigen Sie ihn am Tastkopf.

Installation mit Zweibeinständer

Die folgenden Schritte beschreiben die Installation des Zweibeinständers am Tastkopf.

Prozedur



1644-014

1. Drücken Sie die Griffe des Zweibeinständers 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

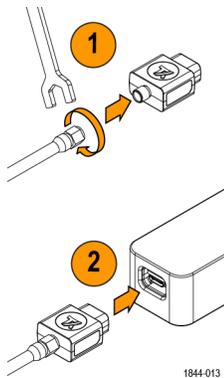
Die folgenden Schritte beschreiben, wie Sie den Adapter für die TICPSMA SMA-Spitze am Tastkopf und am SMA-Kabel anschließen.

Vorbereitungen



Anmerkung: Wir empfehlen, zuerst das SMA-Kabel an den SMA-Adapter anzuschließen und dann den SMA-Adapter am Tastkopf.

Prozedur



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.

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.

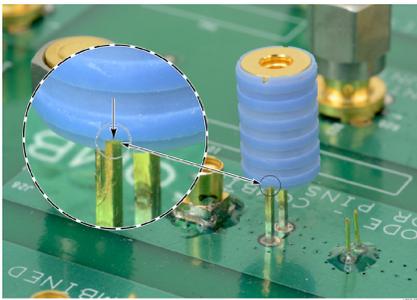


Abbildung 3: Ausrichten des MMCX-0,1-Zoll-Adapters (2,54 mm) an der Leiterplatte



Abbildung 4: Ausrichten des MMCX-0,062-Zoll-Adapters (1,57 mm) an der Leiterplatte

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

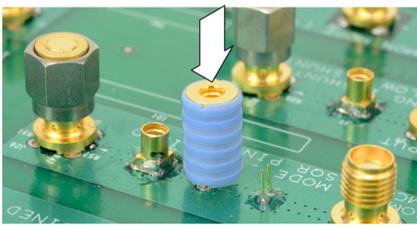


Abbildung 5: Festdrücken des MMCX-0,1-Zoll-Adapters (2,54 mm)

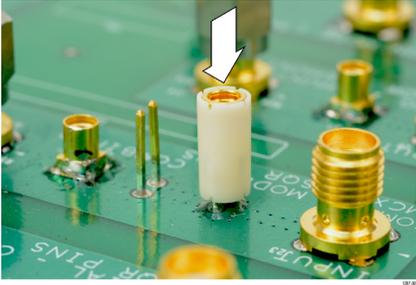


Abbildung 6: Festdrücken des MMCX-0,062-Zoll-Adapters (1,57 mm)

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.

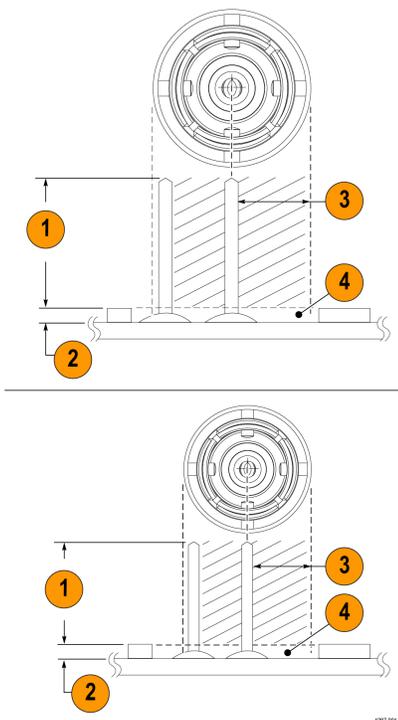


Abbildung 7: Erforderliche Abstände am Adapter

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.

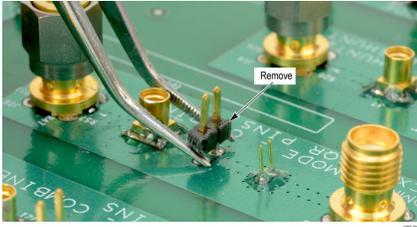


Abbildung 8: Entfernen des Kopfsteckers von den rechteckigen Stiftanschlüssen an der Leiterplatte

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. [Abbildung 7](#) auf Seite 29



Anmerkung: Die (gemeinsame) Koaxialabschirmung der Tastkopfspitze und der Spitzenadapter muss immer mit dem Punkt mit der geringsten Impedanz (in der Regel eine Gleichtaktschaltung 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.

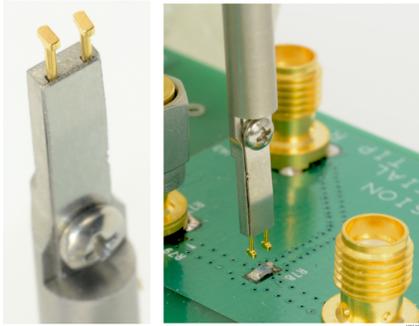


Abbildung 9: Verwendung der Löthilfe zur Installation der rechteckigen Stifte an der Leiterplatte

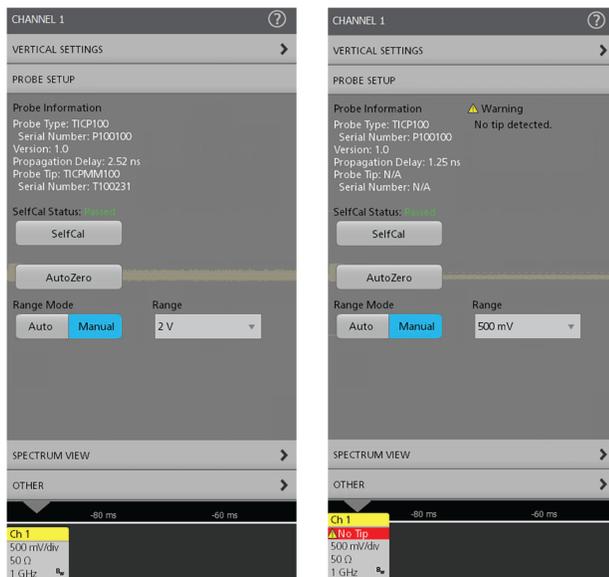
2. Verwenden Sie die Löthilfe zum Fixieren der rechteckigen Stifte beim Anlöten an die Leiterplatte.
3. Tragen Sie bei Bedarf eine geringe Menge Klebstoff auf, um die Verbindung mit der Leiterplatte weiter zu verstärken. Die Höhe des Klebstoffs muss jedoch so gering wie möglich gehalten werden, damit ein einwandfreier elektrischer Kontakt des Adapters gewährleistet ist. [Abbildung 7](#) auf Seite 29

Menü „Probe Setup“ (Tastkopf-einstellung)

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.



Anmerkung: 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).

Autonull

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 Einstelltable 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.



ACHTUNG: Um eine Beschädigung des Tastkopfes 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 Tastkopfes 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.

Tabelle 1: 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

Tabelle wird fortgesetzt...

Tastkopfbereiche der Serie 4/5/6 MSO	Empfohlene V/Div-Einstellung
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



ACHTUNG: 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.

Tabelle 2: Auswahl der Tastkopfspitze

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

Die maximale zerstörungsfreie Spannung finden Sie unter [Maximum differential input voltage vs frequency derating graphs](#).

„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 Kurvenformen kritisch sind, sollte der Versatzausgleich immer mit einer bekannten Maschine durchgeführt werden. mit

Eingangs-Offset

Das Messsystem bietet eine durch den Benutzer veränderliche, eingangsbezogene Offset-Spannung.

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 Eingangsbereich in Betriebsart 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. $V_{\text{Messwert}} = V_{\text{Offset}} \pm V_{\text{Diff}}$

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 des Geräts. 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

Tastköpfe	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; zur Verwendung in einer Umgebung mit Belastungsgrad 1; max. mit Transientenpegel nicht über 5 kV _{Spitze}		
	1300 V; Belastungsgrad 2; max. mit Transientenpegel nicht über 5 kV _{Spitze}		
	600 V für CAT III; Belastungsgrad 2		
	1000 V für CAT II; Belastungsgrad 2		
Effektivwert spektrale Rauschdichte	4,70 nV/√Hz (<21 μV _{RMS} bei 20 MHz)		
Länge des Tastkopfkabels	2 m (78 Zoll)		

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

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	±0,5 V	±0,5 V	0,65 V	±3 V; 3 V _{RMS}	50 Ω n/z
TICPMM10	±5 V	±5 V	6,5 V	±15 V; 15 V _{RMS}	500 Ω <3 pF
TICPMM100	±50 V	±50 V	50 V	±60 V; 60 V _{RMS}	5000 Ω <3 pF

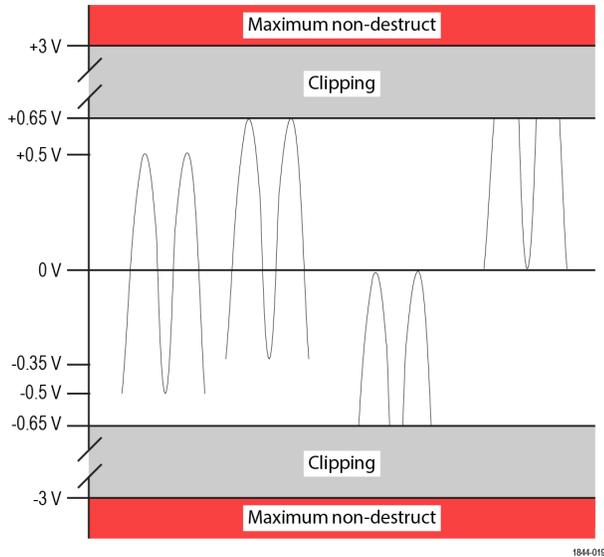


Abbildung 10: Differentieller Eingangsbereich

Rauschuntergrund (RMS A)

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

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

Maximal messbarer Strom

Maximum hängt von der Leistungsaufnahme des Nebenschlusswiderstands ab.

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

Auswahl des Nebenschlusswiderstands	TICPMM1	TICPSMA	TICPMM10	TICPMM100
50 Ω TICP als Nebenschlusswiderstand	13 mA		-	-

Tabelle wird fortgesetzt....

Auswahl des Nebenschlusswiderstands	TICPMM1	TICPSMA	TICPMM10	TICPMM100
5 Ω Nebenschlusswiderstand	130 mA		1,3 A	10 A
1 Ω Nebenschlusswiderstand	650 mA		6.5 A	50 A
500 m Ω Nebenschlusswiderstand	1,3 A		13 A	100 A
50 m Ω Nebenschlusswiderstand	13 A		130 A	1,0 kA
5 m Ω Nebenschlusswiderstand	130 A		1,3 kA	10 kA
500 $\mu\Omega$ Nebenschlusswiderstand	1,3 kA		13 kA	100 kA
50 $\mu\Omega$ Nebenschlusswiderstand	13 kA		130 kA	1.000 kA
15 $\mu\Omega$ Nebenschlusswiderstand	43,3 kA		433,3 kA	3.300 kA

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})
$\pm 0,5$ 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}

Gleichtaktunterdrückungsverhältnis (CMRR)

Tastkopfspitze	DC	1 MHz	100 MHz	250 MHz	500 MHz	1 GHz
TICPSMA	195 dB	90 dB	75 dB	50 dB	45 dB	35 dB
TICPMM1	140 dB	90 dB	80 dB	70 dB	70 dB	50 dB
TICPMM10	160 dB	70 dB	60 dB	60 dB	40 dB	20 dB
TICPMM100	145 dB	50 dB	45 dB	30 dB	20 dB	6 dB

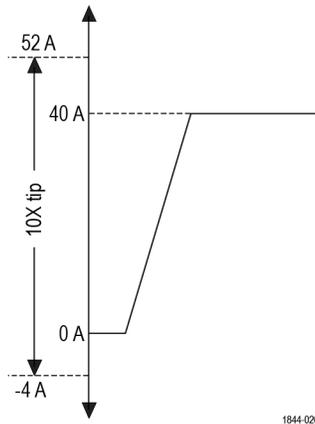
Anwendungsbeispiele

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

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

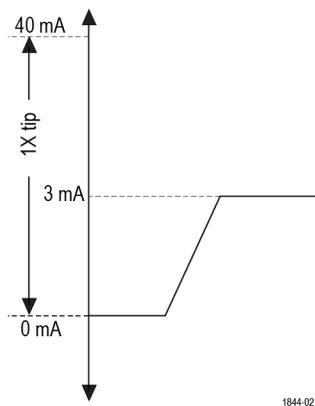
In einem 800-V-SiC-Kreis, der bei 40 A geschaltet wird, erzeugt ein Nebenschlusswiderstand von 125 m Ω ein Signal von 5 V. Um dies mit dem TICP zu messen, muss die Spitze 10X verwendet werden. In einem Bereich von $\pm 3,5$ V gilt ein Offset von 0,3 V.

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)

In einem 48-V-PMIC-Bus erzeugt eine Standby-Stromstärke von 3 mA ein Signal von 3 mV auf einem Nebenschlusswiderstand von 1 Ω . Verwenden Sie die Spitze 1X im empfindlichsten Bereich von ± 20 mV, wenden Sie einen Offset an, um den 3-mA-Strom anzuzeigen und Transienten von 0 A bis 40 mA mit einem Rauschuntergrund-Effektivwert von 21,2 μ A zu erfassen



Elektrische Spezifikationen

Analoge Bandbreite

Tastkopfspitze	Bandbreite
TICPSMA	>1 GHz
TICPMM1	>1 GHz
TICMM10	>1 GHz
TICPMM100	>1 GHz

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	$50 \pm 0,5 \%$, 49,75 bis 50,25	
TICMM10	$500 \pm 2 \%$, 490 bis 510	<3 pF
TICPMM100	$5000 \pm 2 \%$, 4900 bis 5100	<3 pF

Impedanz der isolierten Schutzleitung (gegen Erde)

$>120 \text{ M}\Omega$, $\sim 17 \text{ pF}$

Offset-Verstärkungsgenauigkeit

$\pm 0,5 \%$

Offset-Linearität

$\pm 0,1 \%$

Eingangsbereich der Betriebsspannung

$\pm 0,65 \text{ V}$ maximale Differenzspannung

Eingangskopplung

DC

Gleichspannungssymmetrie

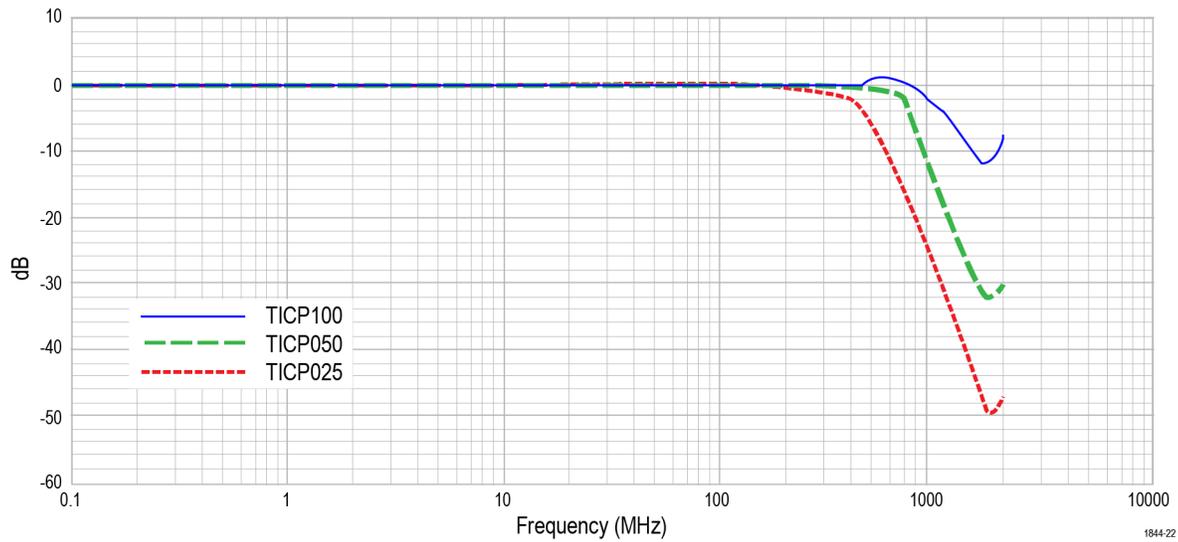
$< 0,1 \text{ Divs}$

Zufällige Vibrationen im Betrieb

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

Diagramm des Frequenzgangs

Das folgende Diagramm zeigt den Frequenzgang für jeden Tastkopf.



Konformitätserklärungen

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 des Tastkopfs

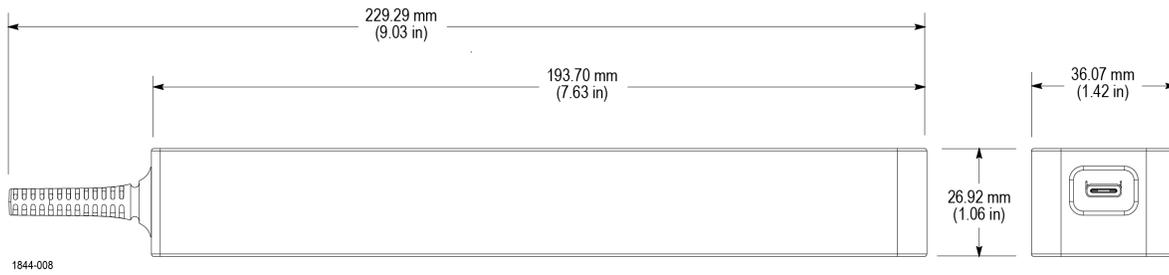


Abbildung 11: Tastkopf

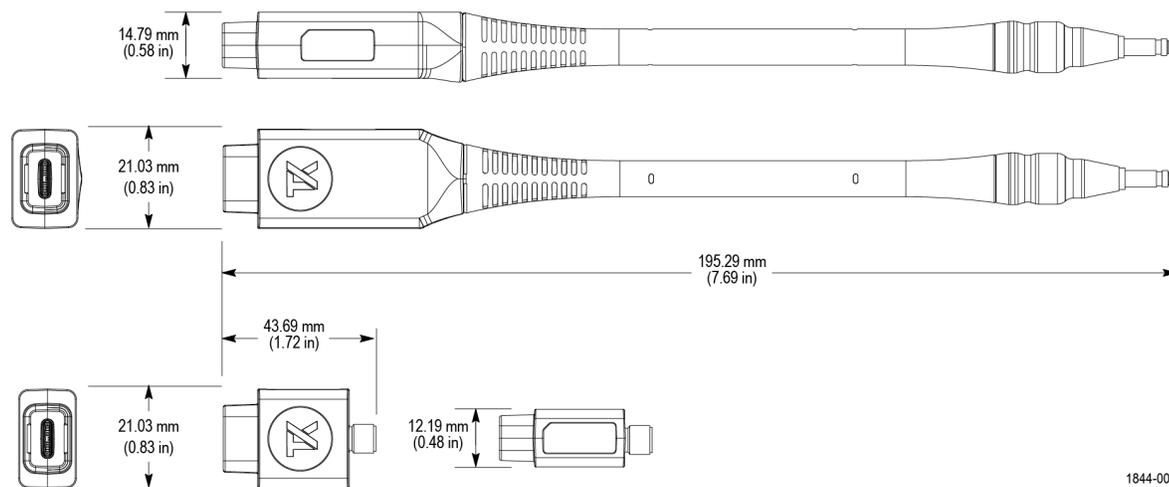


Abbildung 12: Tastkopfspitzen

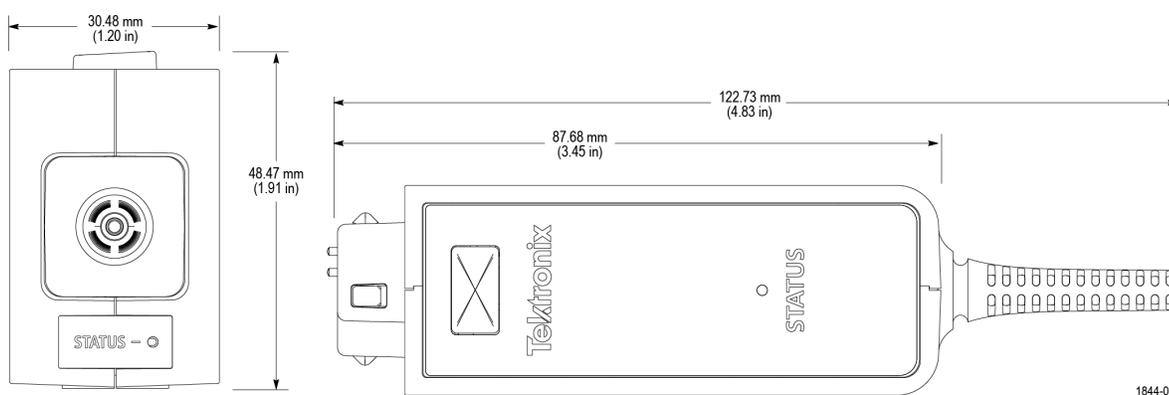


Abbildung 13: Kompensationsmodul

Verfahren zur Leistungsprüfung

Verwenden Sie die folgenden Verfahren, um die Leistung des IsoVu-Messsystems zu überprüfen. Bevor Sie mit den Verfahren beginnen, fotokopieren Sie das Testprotokoll, und halten Sie damit die Ergebnisse der Leistungsprüfung fest. [Test record](#)

Erforderliche Ausstattung

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

Tabelle 3: Erforderliche Instrumente zur Leistungsprüfung

Beschreibung	Mindestanforderungen	Beispielprodukt
Unterstütztes Oszilloskop mit TekVPI-Schnittstelle	50 Ω -Eingangunterstützung, vollständig kompatibel mit TekVPI-Schnittstelle	Tektronix 5 Serie B MSO
DC-Spannungsquelle	3 mV bis 4 V, $\pm 0,1$ % Genauigkeit	Oszilloskop-Kalibrator Fluke 9500B mit einem Fluke 9500 Active Head
SMA-Stecker mit Kurzschlusskappe (optional)	Intern kurzgeschlossener, kupferbeschichteter Kontakt	Fairview Microwave SC2135
Digitalmultimeter (DMM)	0,1 % Genauigkeit oder besser	Tektronix DMM6500
Ein 50- Ω -Abschlusswiderstand	Impedanz 50 Ω ; Anschlüsse: BNC-Buchse (Eingang), BNC-Stecker (Ausgang)	Tektronix Teilenummer 011-0049-XX
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.

Warum und wann dieser Vorgang ausgeführt wird

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

Prozedur

1. Tippen Sie auf **Datei > Standardeinrichtung**.
2. Führen Sie die **Signalpfadkompensation** aus, falls dies in **Utility > Calibration...** (Dienstprogramm > Kalibrierung) wird.
3. Führen Sie die Eigenkalibrierung ([Self-calibration](#)) aus.
4. Schließen Sie die TICPSMA-Tastkopfspitze am 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) Vertikale Skala: **1 mV/Div**
7. Bearbeiten Sie die Einstellungen im Menü **Trigger** (Auslöser) wie folgt:
- a) Typ: **Signalflanke**
- b) Quelle: **Wechselstromleitung**
- c) Anstieg: **Ansteigend**
- d) Pegel: **0 V**
- e) Kopplung: **Gleichspannung**
8. Bearbeiten Sie die Einstellungen im Menü **Trigger** (Auslöser) wie folgt:
- a) Horizontalskala: **100 μ s/Div**
- b) Aufzeichnungslänge: **6,25 M**
9. Bearbeiten Sie die folgende Einstellung im Menü Acquisition (Erfassung):
- a) Einzelfolge/Anhalten nach: **1 Erfassung**
10. Fügen Sie eine Messung mit den folgenden Einstellungen hinzu:
- a) Amplitudenmessung: **Wechselstrom Effektivwert**
- b) Quelle: **Kanal 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.

Tabelle 4: Testprotokolltabelle

Modellnummer:	Verfahren wurde ausgeführt von:
Seriennummer:	Datum:

Tastkopf	Maximales Rauschen	Gemessenes Rauschen
TICP025	75 μ V _{Effektivwert}	
TICP050	125 μ V _{Effektivwert}	
TICP100	155 μ V _{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. Kontrollieren Sie, dass sich der Kanal in der Betriebsart 1 MΩ und 200 mV/Div befindet. Dies wird nur für die richtige Erdung benötigt.
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.

Warum und wann dieser Vorgang ausgeführt wird

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

Prozedur

1. Tippen Sie auf **Datei > Standardeinrichtung**.
2. Führen Sie die **Signalpfadkompensation** aus, falls dies in **Utility > Calibration...** (Dienstprogramm > Kalibrierung) empfohlen wird.
3. Führen Sie die Selbstkalibrierung (*Self-calibration*) aus.
4. Schließen Sie die TICPSMA-Tastkopfspitze am 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) Betriebsart „Bereich“ **Manuell**
 - b) Bereich: **500 mV**
 - c) Offset: **0 V**
7. Wählen Sie am Fluke 9500B die **Betriebsart: Manual Waveform** (Manuelle Kurvenform) mit den folgenden Einstellungen:
 - a) Wählen Sie **Kurvenform: 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 die Ausgangsspannung in der Tabelle zu notieren.
11. Wiederholen Sie den gesamten Vorgang für die verbleibenden Bereiche, und tragen Sie die Werte in die Testprotokolltabelle ein.

Testprotokoll Genauigkeit der Gleichspannungs-Verstärkung

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

Tabelle 5: Testprotokolltabelle

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

Gleichspannungssymmetrie

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 steht.

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. Kontrollieren Sie, dass sich der Kanal in der Betriebsart 1 M Ω und 200 mV/Div befindet. Dies wird nur für die richtige Erdung benötigt.
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.

Warum und wann dieser Vorgang ausgeführt wird

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

Prozedur

1. Tippen Sie auf **Datei > Standardeinrichtung**.
2. Führen Sie die **Signalpfadkompensation** aus, falls dies in **Utility > Calibration...** (Dienstprogramm > Kalibrierung) empfohlen wird.
3. Führen Sie die Selbstkalibrierung (**Self-calibration**) aus.
4. Befestigen Sie die TICPSMA-Tastkopfspitze am TICP-Tastkopf.
5. Aktivieren Sie den TICP-Kanal, und wählen Sie die folgende Einstellung im Menü **Vertikal**:
 - a) Betriebsart „Bereich“ **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 Gleichspannungssymmetrie

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

Tabelle 6: Testprotokolltabelle

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. Kontrollieren Sie, dass sich der Kanal in der Betriebsart 1 MΩ und 200 mV/Div befindet. Dies wird nur für die richtige Erdung benötigt.
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.

Warum und wann dieser Vorgang ausgeführt wird

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

Prozedur

1. Tippen Sie auf **Datei > Standardeinrichtung**.
2. Führen Sie die **Signalpfadkompensation** aus, falls dies in **Utility > Calibration...** (Dienstprogramm > Kalibrierung) empfohlen wird.
3. Führen Sie die Selbstkalibrierung (**Self-calibration**) aus.
4. Befestigen Sie die TICPSMA-Tastkopfspitze 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 am Fluke 9500B die **Betriebsart: Manual Waveform** (Manuelle Kurvenform) mit den folgenden Einstellungen:
 - a) Wählen Sie **Kurvenform: 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.

Tabelle 7: Testprotokolltabelle

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 Ihres 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



ACHTUNG: 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.

Säubern Sie die Außenflächen mit einem trockenen, fusselfreien Tuch oder mit einer weichen Bürste. Wenn sich nicht aller Schmutz entfernen lässt, verwenden Sie ein Stofftuch oder einen Lappen, das oder der in eine 75 %-ige Isopropylalkohollösung getaucht wurde. Feuchten Sie das Tuch mit der Reinigungslösung nur an. Benutzen Sie keine Scheuermittel zum Reinigen des Gerätes.

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.

Tabelle 8: 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 ••–)	Kein Strom auf der isolierten Seite des Tastkopfes	Ziehen Sie den Stecker ab und stecken Sie ihn wieder ein. Der Tastkopf muss eventuell gewartet werden.

Tabelle 9: Messprobleme und mögliche Lösungen

Problem	Lösung
Gleichstrom-Offset ist im Signal vorhanden	<ul style="list-style-type: none"> 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.	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> Entfernen Sie die Spitze und überprüfen Sie den Durchgang unter Bezugnahme auf die Tabelle der Eingangsimpedanz
Der Tastkopf verliert sporadisch den Strom	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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.

Befehlsliste

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 im Selbstkalibrierungsverfahren. [Self-calibration](#)

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.

Tabelle 10: 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.



Anmerkung: 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 Tastkopfes 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.