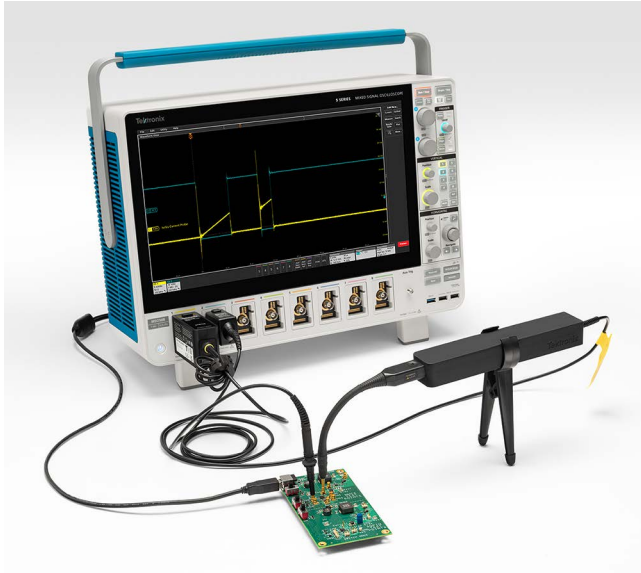


Isolierte IsoVu Stromtastköpfe

TICP100, TICP050, TICP025 Datenblatt



Übersicht

Isolierte TICP IsoVu™ Stromtastköpfe liefern eine außerordentliche Bandbreite, Rauschunterdrückung, Genauigkeit und Benutzerfreundlichkeit für Strommessungen.

Die vollständige galvanische Trennung vermeidet Brummschleifen und ermöglicht eine hohe Gleichtaktunterdrückung. In einer 1X-Konfiguration bietet der 50-Ω-Eingang der Tastköpfe ein extrem geringes Rauschen von weniger als 4,7 nV/√Hz und macht sie damit optimal für genaue Messungen an Nebenschlusswiderständen. Die Tastköpfe bieten eine breite Palette an Dämpfungsspitzen, die den Differenzspannungsbereich erweitern. Abhängig vom verwendeten Nebenschlusswiderstand eignen sich die Tastköpfe für Strommessungen von Mikroampere (μA) bei mobilen Geräten mit niedriger Leistung bis hin zu Hunderten von Ampère bei industriellen und Mobilitätssystemen.

Die wichtigsten Leistungsdaten und Merkmale

- Galvanische Trennung zwischen Tastkopfspitze und Oszilloskop
- Verfügbar in drei Bandbreiten: 1 GHz, 500 MHz und 250 MHz
- Breite des Strommessbereichs ist durch den mit den Tastkopfspitzen 1X, 10X oder 100X verwendeten Nebenschlusswiderstand festgelegt
- Rauschen <4,70 nV/√Hz (<21 μV_{RMS} bei 20 MHz)
- Bis zu 90 dB Gleichtaktunterdrückungsverhältnis (CMRR) bei 1 MHz

- Maximale Gleichtaktspannung: 1800 V; zur Verwendung in einer Umgebung mit Belastungsgrad 1; Transientenpegel nicht über 5 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
- Optionale Spitzen zur Messung von Strömen in Umweltkammern von -40 °C bis +125 °C

Hauptanwendungen

- Nebenschlussmessungen
- Halb-/Vollbrückenausführungen unter Einsatz von SiC oder GaN, FETs oder IGBTs
- Doppelimpulsprüfung (DPT)
- Messungen an Floating Gates
- Entwicklung von Stromwandlern
- Entwicklung von Schaltnetzteilen
- Überwachung von Strömen im Dauerleistungs-, Ruhe- und Aufwachzustand

Spitzen erweitern Messbereiche, vermeiden Unannehmlichkeiten und reduzieren Rauschen

Isolierte IsoVu Tastköpfe sind bestens geeignet, um sowohl niedrige als auch hohe Stromstärken zu messen, die für Tastköpfe mit sensorbasierten Oszilloskopstastköpfen mit Klemmen eine Herausforderung darstellen oder gar nicht messbar sind. Mit drei verschiedenen Dämpfungsspitzen können Sie einen breiten Bereich an Stromstärken auf der Basis des Nebenschlusswiderstands und seiner Nennleistung messen.

Die Tastköpfe sind so ausgelegt, dass sie qualitativ hochwertige Stromstärkemessungen und gleichzeitig eine benutzerfreundliche Konnektivität bieten. Die Spitzen sind mit MMCX- und SMA-Steckverbindern ausgestattet, die eine ordnungsgemäße Erdung und Abschirmung gewährleisten. Das ist unabdingbar, um Rauschen und Brummschleifen zu vermeiden und genaue Strommessungen zu ermöglichen. Diese Spitzen ermöglichen eine direkte Verbindung zu den meisten im Handel verfügbaren Nebenschlusswiderständen. Sie können jedoch auch entsprechende Adapter verwenden, um die Spitzen mit den Nebenschlusswiderständen zu verbinden.

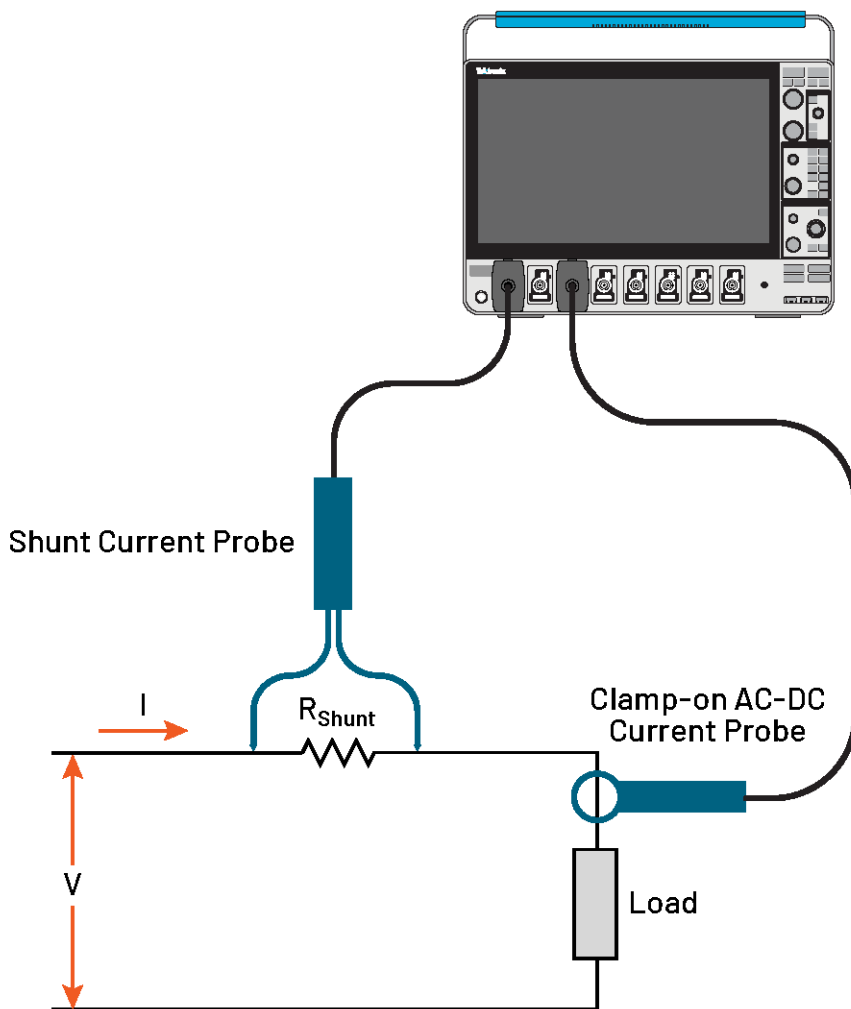
Die Tastkopfspitzen sind mit einer einzigartigen reversiblen IsoConnect™ Schnittstelle mit den Tastkopfg Gehäusen verbunden, die es Ihnen erlauben, die Spitzen einzurasten, ohne sich um die Ausrichtung zu kümmern. Die auf Flexibilität ausgelegten Tastkopfspitzen haben einen kleinen Biegeradius, der eine

Verbindung an engen Stellen ermöglicht. Im Lieferumfang eines Standardastkopfs befinden sich ein Adapter für Dreibeinstativ und ein Zweibeinstativ. Dadurch kann der Astkopf einfach im Prüfaufbau platziert und positioniert werden.

Nebenschlussmessungen

Es gibt zwei Methoden, um Stromstärken in Testsystemen zu messen. Bei der ersten Methode werden die Felder um die elektrischen Leiter gemessen und in Signale umgewandelt, die die Stromstärke repräsentieren. Diese Methode wird von den meisten Stromzangen oder Rogowskispulen verwendet. Bei der zweiten Methode werden die Strommessungen auf der Basis des Ohm'schen Gesetzes durchgeführt. Es ist möglich, die Stromstärke zu messen, indem der Spannungsabfall über einen genau bekannten Nebenschlusswiderstand gemessen wird. Diese Methode kommt bei den isolierten IsoVu Stromastköpfen zum Einsatz.

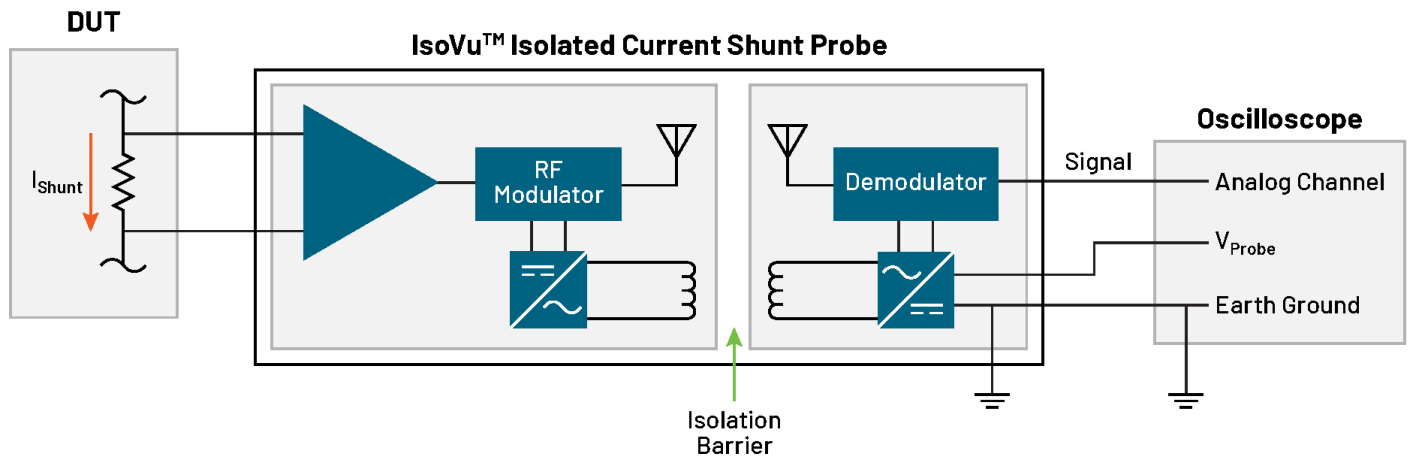
Nebenschlusswiderstände oder Stromanzeigewiderstände (CVR) haben in der Regel eine breite Frequenzantwort, die es ermöglicht, sowohl Wechselströme als auch Gleichströme in einem breiten Frequenzspektrum genau zu messen. Dank ihrer kompakten Größe lassen sie sich leicht in bestehende Schaltungen mit geringem Platzangebot integrieren. Obwohl Nebenschlusswiderstände in die Leiterplatte integriert werden müssen und einen Spannungsabfall verursachen, bieten sie einige wichtige Vorteile gegenüber sensorbasierten Strommessungen, wie hohe Genauigkeit, minimale Verzerrung und Verursachung von nur niedrigen Störgrößen.



Die galvanische Trennung ermöglicht potenzialfreie Messungen und extrem geringes Rauschen

Isolierte IsoVu Stromastköpfe ermöglichen Ihnen genauere dynamische Strommessungen mit Ihrem Oszilloskop außerhalb der üblichen Begrenzungen.

Anders als Transformator-, Rogowski- oder Halleffekt-Tastköpfe können Sie mit isolierten IsoVu Stromastköpfen Messungen von Gleichspannungen bis hin zu Spannungen mit Hunderten von MHz durchführen, wenn Sie diese Tastköpfe in Kombination mit hochgenauen Nebenschlusswiderständen oder CVRs verwenden. Die vollständige galvanische Trennung der HF zwischen Tastkopfspitze und Oszilloskop verhindert Brummschleifen und trägt zu einer außergewöhnlichen Gleichtaktunterdrückung (CMRR) bis zu 90 dB bei 1 MHz bei, um Gleichakttrauschen drastisch zu reduzieren. Geringe Dämpfung und niedrige Eingangsimpedanz (50Ω) begrenzen das Rauschen auf weniger als $4,7 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ Rauschen ($<150 \mu\text{V}$ bei 1 GHz) beim Messen niedriger Spannungen ($\pm 0,5 \text{ V}$) an Nebenschlusswiderständen.



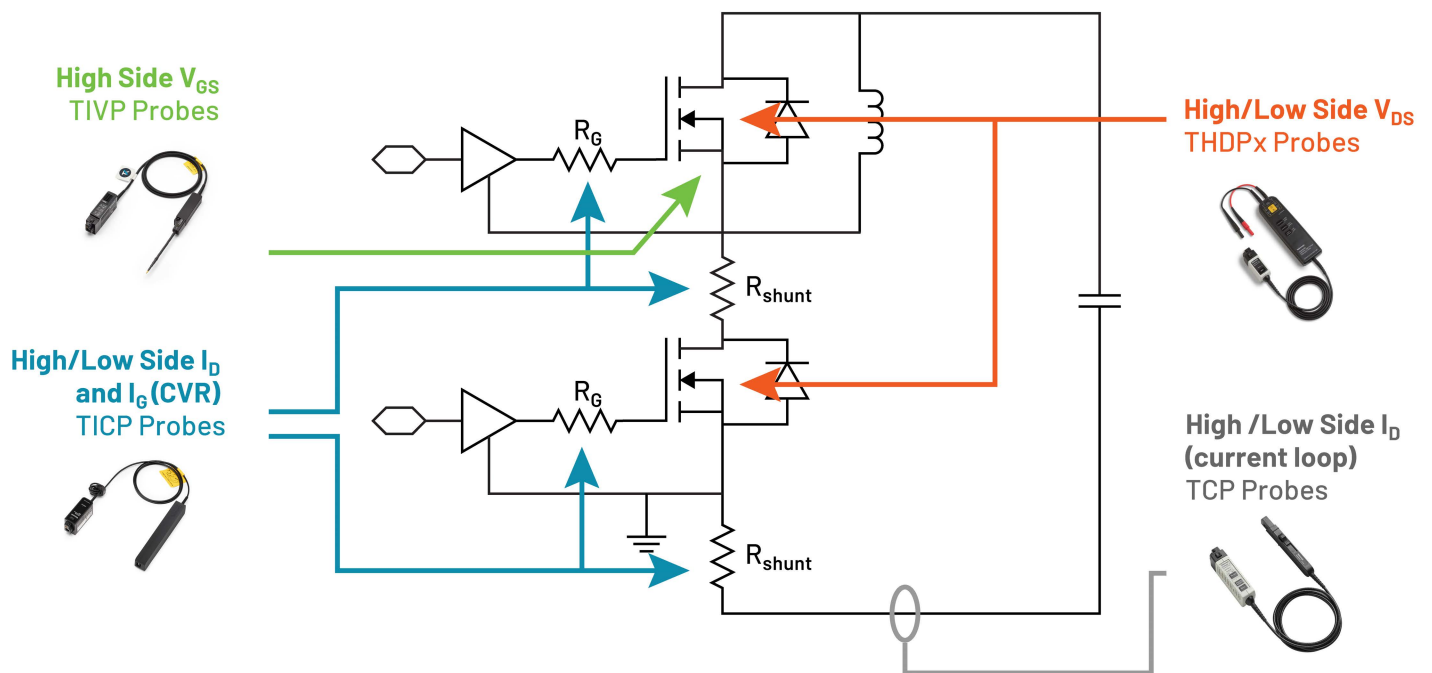
Testen über die Umgebungstemperatur hinaus mit Tastköpfen für extreme Temperaturen

Die Tastköpfe für extreme Temperaturen (ET) ermöglichen Strommessungen in einem großen Temperaturbereich von $-40 \text{ }^\circ\text{C}$ bis $+125 \text{ }^\circ\text{C}$. Optionale Kabel mit einer Länge von 1,8 m (6 Fuß) bieten eine komfortable Konnektivität zwischen einem Prüfling, der sich in einer Temperaturkammer befindet, und einem Tektronix Oszilloskop mit einem isolierten Stromastkopf außerhalb der Kammer. Sie sind in drei Dämpfungskonfigurationen verfügbar und bieten eine außergewöhnliche Bandbreite bis 700 MHz.



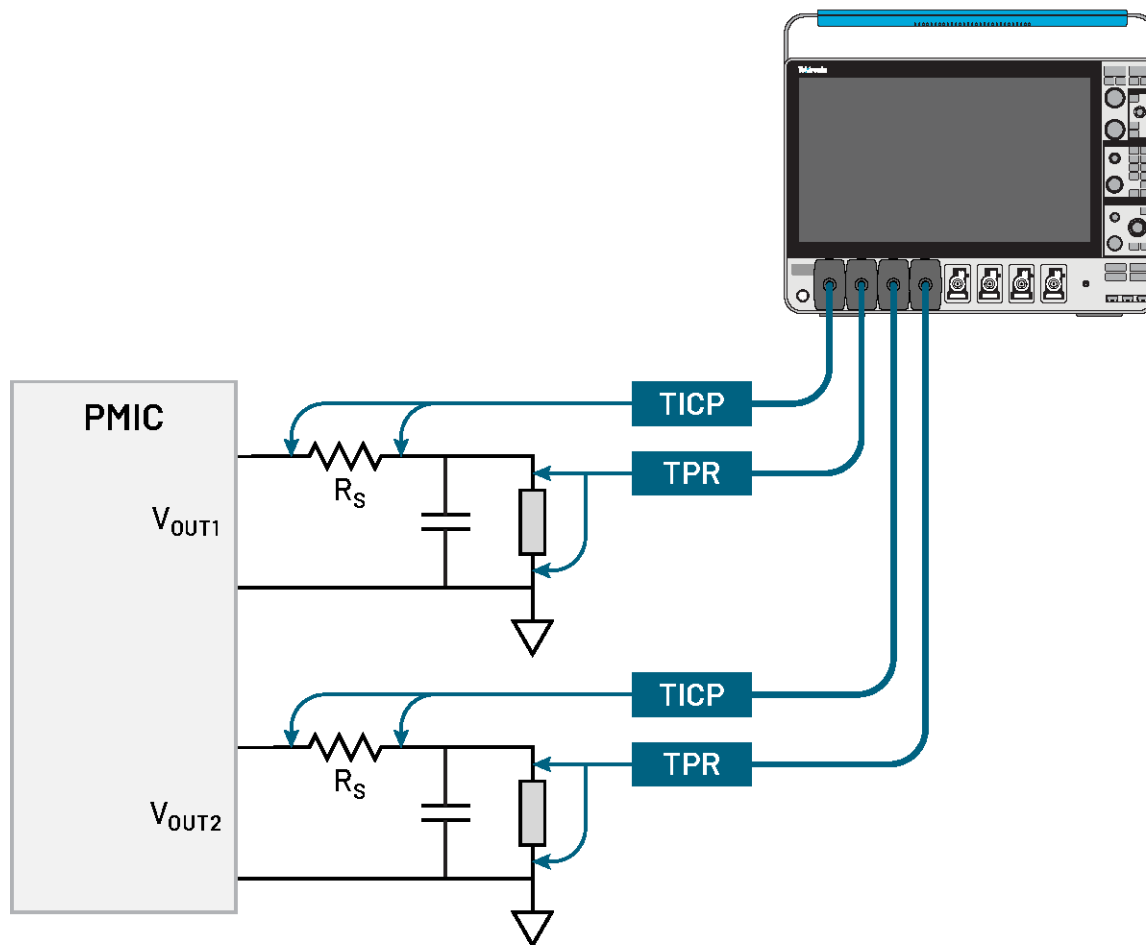
Messen von Stromstärken über eine sehr große Bandbreite in Hochleistungssystemen

Isolierte IsoVu Stromastköpfe stellen die Bandbreite bereit, die Sie brauchen, um die schnellen Anstiegszeiten von Wide-Bandgap-Schaltelementen (WBG) erkennen zu können. Dies versetzt Sie in die Lage, dynamische Ströme in Hochleistungs-Leistungswandlern der Typen SiC und GaN genau zu messen. Diese Tastköpfe vervollständigen die Palette der bahnbrechenden galvanisch getrennten IsoVu Spannungstastköpfe und stellen einen ähnlichen Durchbruch bei Strommessungen mit galvanischer Trennung dar. Die galvanische Trennung vermeidet Brummschleifen und ermöglicht genaue Messungen von hohen Drainströmen (I_{DS}).



Messen kleiner Ströme in Systemen mit niedriger Leistung

Isolierte IsoVu Stromastköpfe haben die erforderliche Bandbreite, um die Stromaufnahme bei bestimmten Systemaktivitäten und Wechseln vom Ruhemodus in aktive Modi zu messen. Die Architektur mit niedrigem Rauschen ist für die genaue Messung von niedrigen Strömen in den Nebenschlusswiderständen unabdingbar. Die Gleichtakt-Nennspannung dieser Tastköpfe ist höher als die der meisten Differenzastköpfe, was Nebenschlussmessungen an Stromschienen mit höheren Spannungen ermöglicht. Zusammen mit dem niedrigen Rauschen der MSO der Serie 6 bietet das Gesamtsystem ein Verhalten mit niedrigem Rauschen, das es möglich macht, Stromschienenströme effizient zu messen.



Messen von Strömen mit Breitband-Nebenanschlusswiderständen

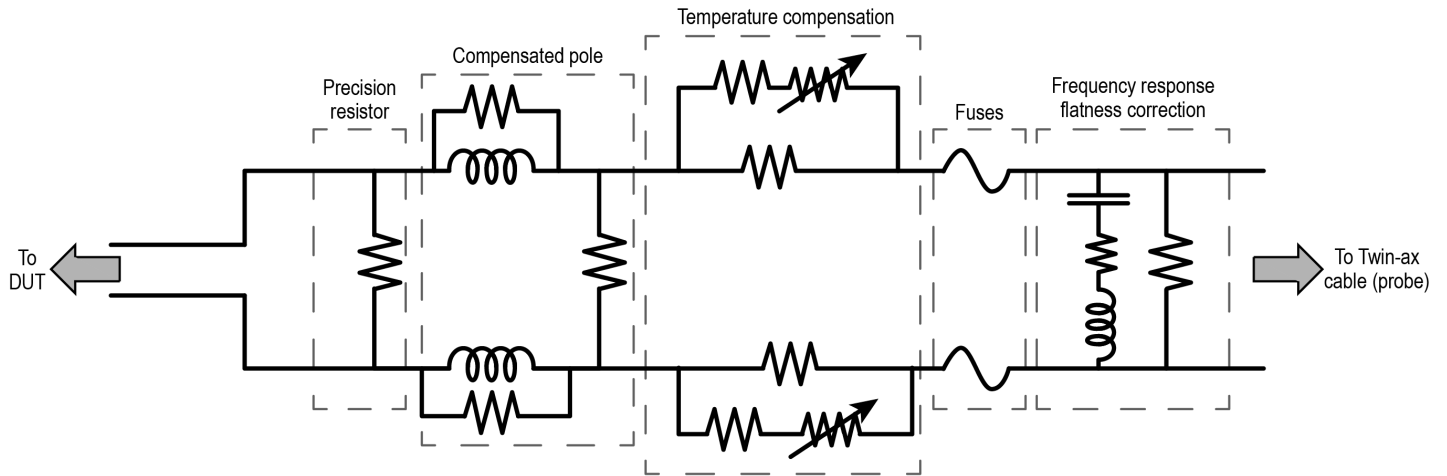
Die meisten im Handel erhältlichen Nebenanschlusswiderstände werden mit niedrigen Bandbreiten von höchstens zweistelligen Megahertz-Werten betrieben. Jenseits dieses Bandbreitenbereichs machen sich parasitäre Induktivitätseffekte bemerkbar, welche die Strommessungen beeinflussen und die Nebenanschlusswiderstände für genaue Messungen weniger brauchbar machen.

Breitband-Nebenanschlusswiderstände für isolierte IsoVu™ Stromastköpfe bieten branchenführende Strommessungen mit Bandbreiten von bis zu 250 MHz – mehr als das Fünffache der Bandbreite der meisten im Handel erhältlichen Nebenanschlusswiderstände – sowie ein sanftes Roll-off-Verhalten, eine hohe Gleichtaktunterdrückung und geringes Rauschen.

Neben der Frequenzkompensation sorgt auch die integrierte Temperaturkompensation für eine niedrige Verstärkung über den gesamten Betriebstemperaturbereich. Die Breitband-Nebenanschlusswiderstände schützen vor Spannungsspitzen und Überstrom. Integrierte Sicherungen, Funkenstrecken und Isolierung schützen gemeinsam Ihre Ausrüstung in anspruchsvollen Prüfbedingungen.

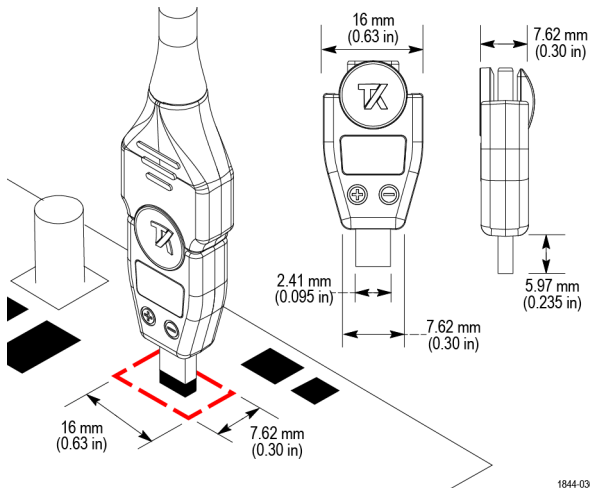
Diese intelligenten Plug-and-Play-Nebenanschlusswiderstände können für Strommessungen in Oszilloskopen von Tektronix integriert werden und konfigurieren die Einheiten und die vertikale Skala automatisch, sodass die Messungen bei geringstmöglichem Rauschen durchgeführt werden. Sie werden über branchenübliche rechteckige Pin-Anschlüsse an den Prüfling angeschlossen.

Zusammen mit einem Oszilloskop von Tektronix, Software und isolierten Stromastköpfen sorgen diese innovativen Breitband-Nebenanschlusswiderstände für eine präzise Erfassung von Standby- und Betriebsströmen in integrierten Systemen, Hochleistungsrechensystemen und allen Anwendungen, die präzise Strommessungen mit hoher Bandbreite erfordern.



1844-037

Wideband shunt block diagram



1844-036

Spezifikationen

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

Übersicht über Tastköpfe und Spitzen

Isolierte IsoVu Stromastköpfe

Merkmal	TICP100	TICP050	TICP025
Bandbreite	1 GHz	500 MHz	250 MHz
Anstiegszeit	400 ps	700 ps	1,4 ns
DC-Verstärkungsgenauigkeit	±1,5 %		
Maximale Gleichtaktspannung	1800 V; 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 Tastkopfkaabels	2 Meter		

Übersicht über die TICS-Breitband-Shunts

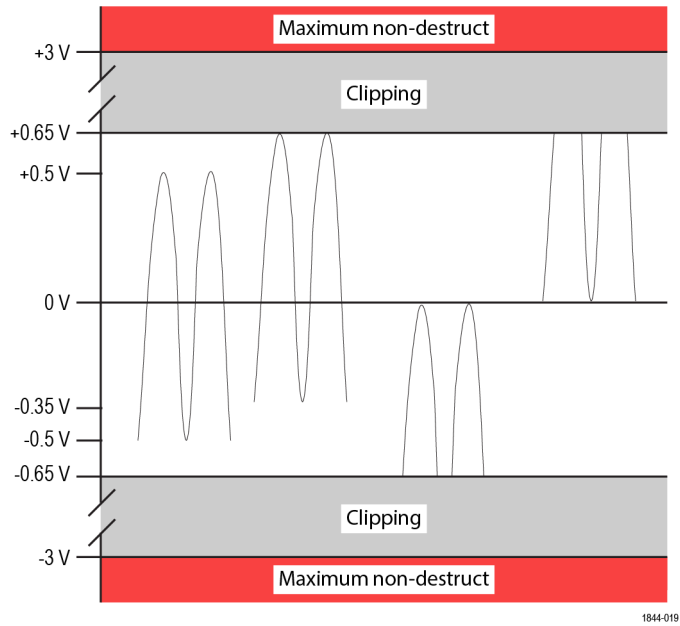
Merkmal	TICS0005	TICS0050	TICS0500	TICS5000
Widerstand	5 mΩ	50 mΩ	500 mΩ	5 Ω
Bandbreite	250 MHz	250 MHz	250 MHz	250 MHz
Anstiegszeit	1,6 ns	1,6 ns	1,6 ns	1,6 ns
Maximalwert des Impulsstroms (reduziert sich basierend auf der Impulsbreite des Stroms. Siehe Diagramm der gepulsten Stromkurve.)	200 A	20 A	2 A	200 mA
Maximaler Strom (A DC)	12 A	4,5 A	1,4 A	200 mA
Minimaler Strom (A) entspricht dem zweifachen Rauschuntergrund bei voller Bandbreite	30 mA	3 mA	300 μA	30 μA
Grundrauschen (A RMS) bei voller Bandbreite	15 mA	1,5 mA	150 μA	15 μA
Dynamikumfang	±100 A	±10 A	±1 A	±0,1 A

Merkmal	TICS0005	TICS0050	TICS0500	TICS5000
Leistungsaufnahme	0,69 W	1,0 W		
DC-Verstärkungsgenauigkeit	< 2 %			
Einfügungsinduktivität	2 nH bis 3 nH für rechteckige Pin-Anschlüsse mit Brücke			
	4 nH bis 5 nH für rechteckige Pin-Anschlüsse mit Nebenanschlusswiderstand			
	9 nH bis 10 nH für Twisted-Pair-Zubehör mit Nebenanschlusswiderstand			
Länge des Twin-Ax-Kabels	229 mm (9 Zoll)			
Die integrierten Sicherungen haben eine maximale unterbrechbare Nennspannung von 400 V. Oberhalb dieser Spannung kann das offene Sicherungselement durchschlagen, sodass der Strom weiter fließt.				

Eingangsspannungsbereich, Eingangsimpedanz

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

Tastkopfspitzen	Differentieller Eingangsbereich	Offset-Bereich	Maximale messbare Eingangsspannung (Vs)	Maximale zerstörungsfreie Differenzspannung	Eingangsimpedanz
TICPSMA	$\pm 0,5$ V	$\pm 0,5$ V	0,65 V	± 3 V; 3 V _{RMS}	50 Ω n/z
TICPMM1/TICPMM1ET	$\pm 0,5$ V	$\pm 0,5$ V	0,65 V	± 3 V; 3 V _{RMS}	50 Ω n/z
TICPMM10/ TICPMM10ET	± 5 V	± 5 V	6,5 V	± 15 V; 15 V _{RMS}	500 Ω <3 pF
TICPMM100/ TICPMM100ET	± 50 V	± 50 V	50 V	± 60 V; 60 V _{RMS}	5000 Ω <3 pF
Der vollständige Offset von $\pm 0,5$ V ist im $\pm 0,125$ -V-Bereich des isolierten IsoVu Stromastkopfs verfügbar.					



Differential input voltage range

Rauschuntergrund (A eff)

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

Rauschuntergrund des isolierten IsoVu Stromastkopfs (A eff)

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

Grundrauschen des Breitband-Shunts (A eff)

Auswahl des Nebenschlusswiderstands	20 MHz	120 MHz	250 MHz
5 Ω (TICS5000)	4,2 µA	10 µA	15 µA
500 mΩ (TICS0500)	42 µA	100 µA	150 µA
50 mΩ (TICS0050)	420 µA	1,0 mA	1,5 mA
5 mΩ (TICS0005)	4,2 mA	10 mA	15 mA

Das Grundrauschen des Breitband-Shunts ist abhängig vom TICP-Eingangsbereich, der Bandbreite und dem Shunt-Wert. Die obenstehenden Zahlen wurden mit TICP im Bereich von ±20 mV berechnet.

Maximal messbarer Strom

Maximum hängt von der Leistungsaufnahme des Nebenschlusswiderstands ab.

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

Der maximale vom isolierten IsoVu Stromastkopf messbare Strom

Auswahl des Nebenschlusswiderstands	TICPMM1	TICPSMA	TICPMM10	TICPMM100
50 Ω TICP als Nebenschlusswiderstand	13 mA		-	-
5 Ω Nebenschlusswiderstand	130 mA		1,3 A	10 A
1 Ω Nebenschlusswiderstand	650 mA		6.5 A	50 A
500 mΩ Nebenschlusswiderstand	1,3 A		13 A	100 A
50 mΩ Nebenschlusswiderstand	13 A		130 A	1,0 kA
5 mΩ Nebenschlusswiderstand	130 A		1,3 kA	10 kA
500 μΩ Nebenschlusswiderstand	1,3 kA		13 kA	100 kA
50 μΩ Nebenschlusswiderstand	13 kA		130 kA	1.000 kA
15 μΩ Nebenschlusswiderstand	43,3 kA		433,3 kA	3.300 kA

Maximalwert des messbaren Stroms über Breitband-Shunts

Auswahl des Nebenschlusswiderstands	10 μs	1 ms	100 ms	1 s	100 s
5 Ω (TICS5000)	0,2 A	0,2 A	0,2 A	0,2 A	0,2 A
500 mΩ (TICS0500)	2 A	2 A	2 A	1,8 A	1,5 A
50 mΩ (TICS0050)	20 A	20 A	7,6 A	5,7 A	4,6 A
5 mΩ (TICS0005)	195 A	63 A	23 A	16 A	12 A

Reduziert auf Basis der Impulsbreite des Stroms. Die Werte der Impulsbreitendauer basieren auf einem Rechtecksignal als Eingang. Bei einem Dreiecksignal als Eingang (wie bei einer Doppelimpulsprüfung) kann die maximale Impulsbreite mit 3,5 multipliziert werden. Beispielsweise kann bei einer Doppelimpulsprüfung mit einem Spitzenwert von 20 A TICS mit 50 mΩ einer Rampe von 3,5 ms standhalten. Der Impuls eines Rechtecksignals von 20 A könnte nur 1 ms gehalten werden.

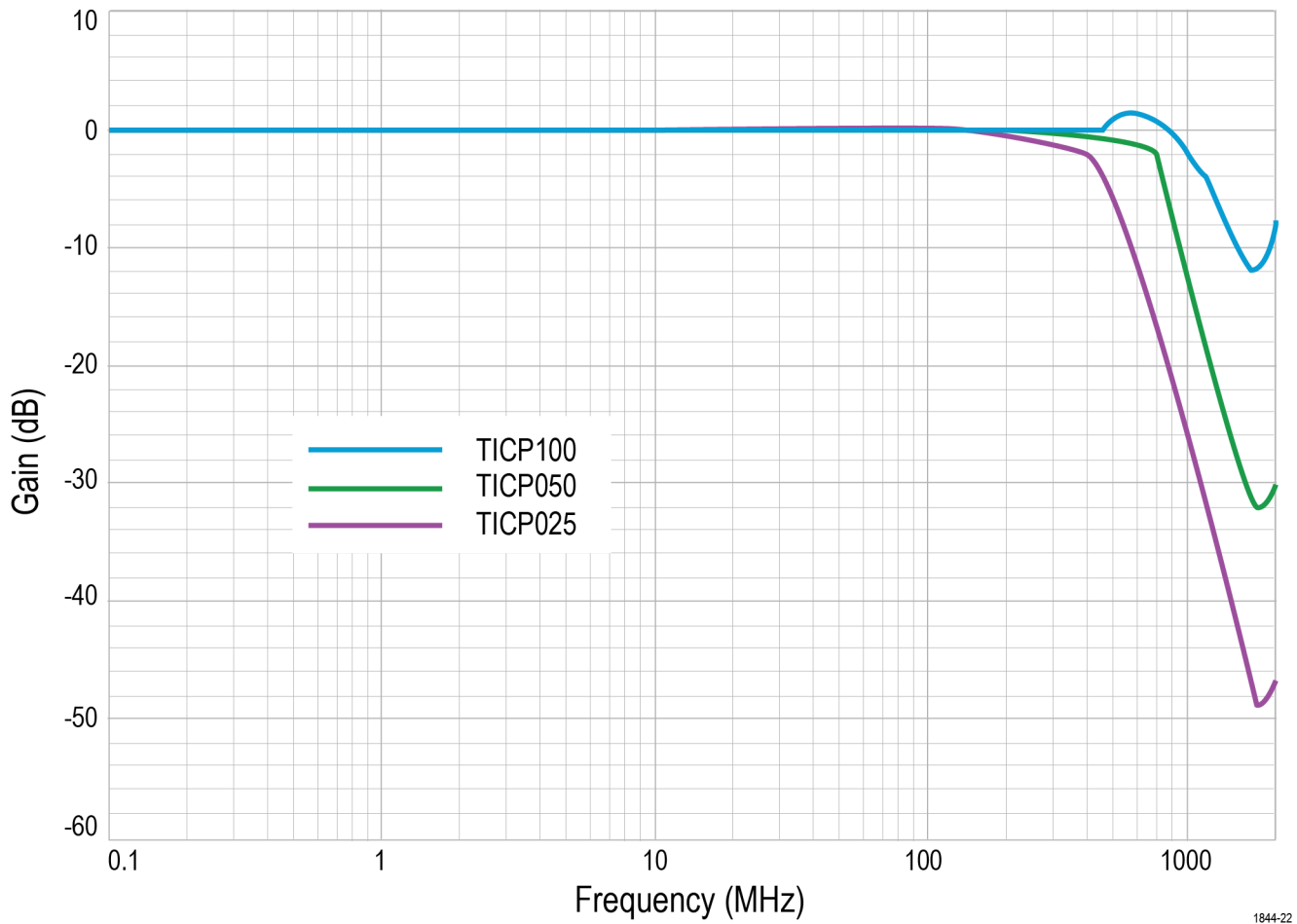
Tastkopfbereiche

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

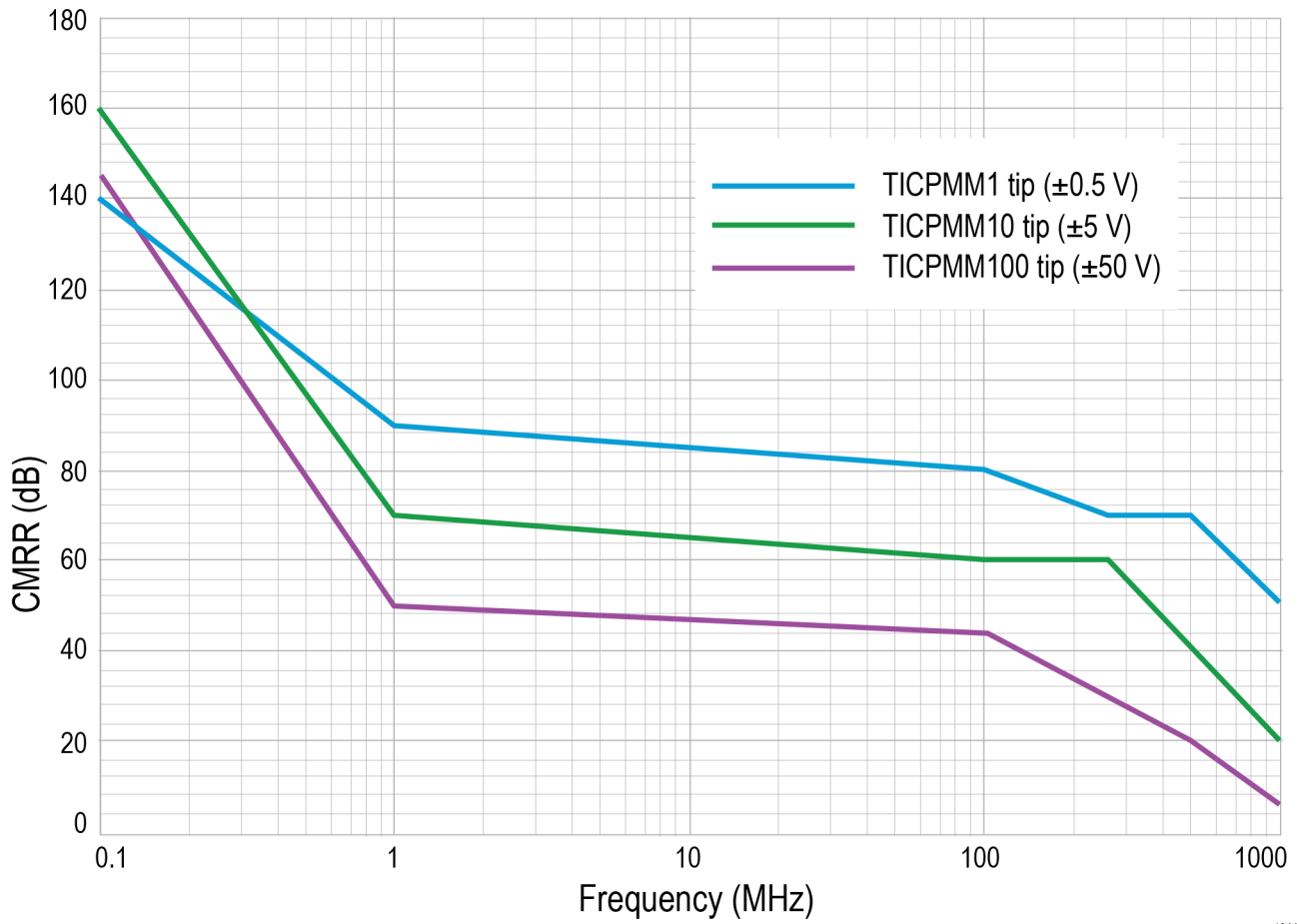
Eingangsbereich	Offset-Bereich	Effektivwert spektrale Rauschdichte (V_{RMS})	Rauschuntergrund bei 20 MHz (V_{RMS})
±0,5 V	±0,15 V	22,9 nV/√Hz	102,5 μV_{RMS}
±0,35 V	±0,30 V	17,4 nV/√Hz	77,8 μV_{RMS}
±0,25 V	±0,40 V	15,0 nV/√Hz	67,2 μV_{RMS}
±0,175 V	±0,475 V	9,5 nV/√Hz	42,4 μV_{RMS}
±0,125 V	±0,5 V	8,7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

Breitband-Nebenanschlusswiderstände CMRR

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

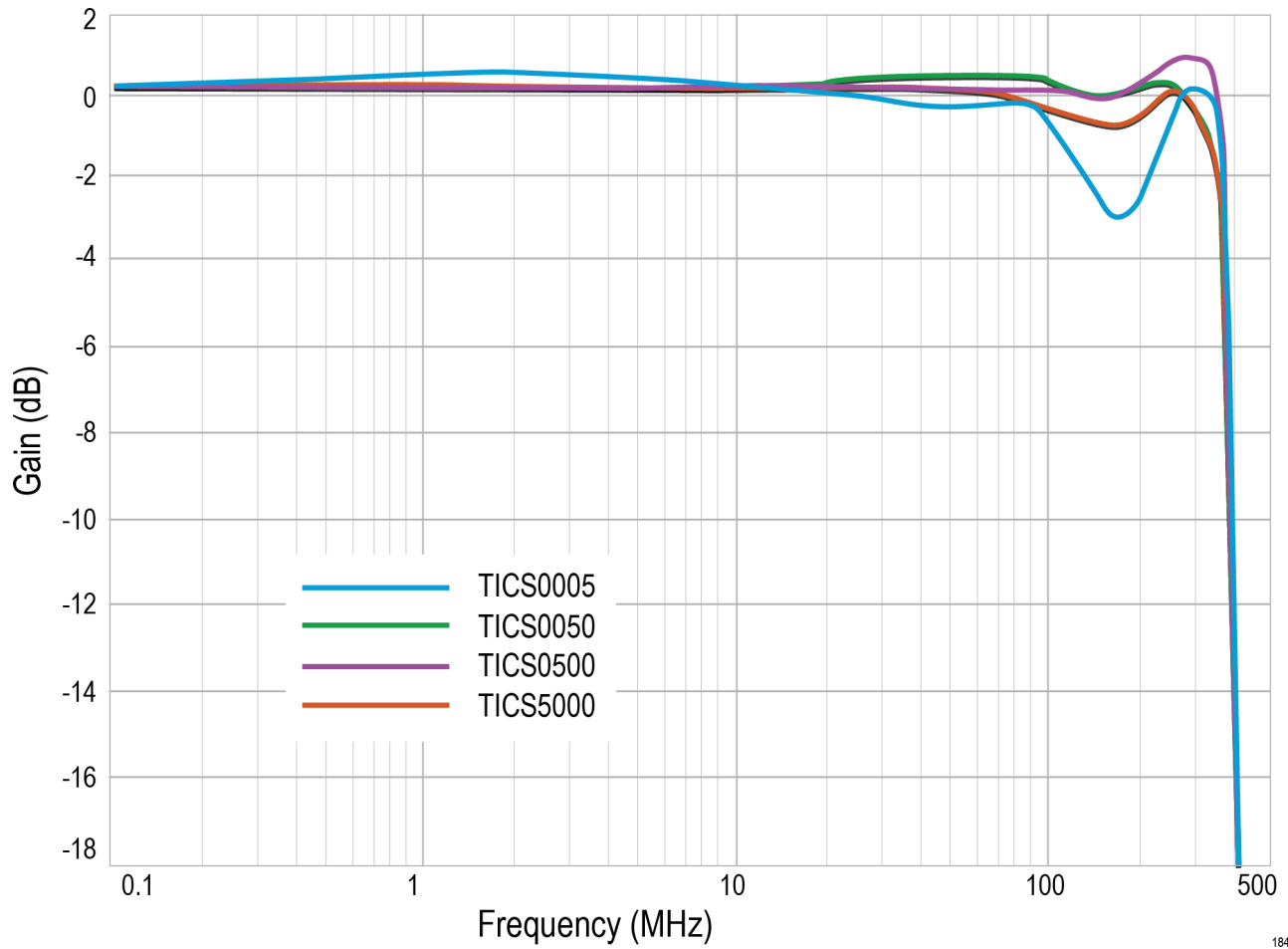


IsoVu isolated current probes frequency response



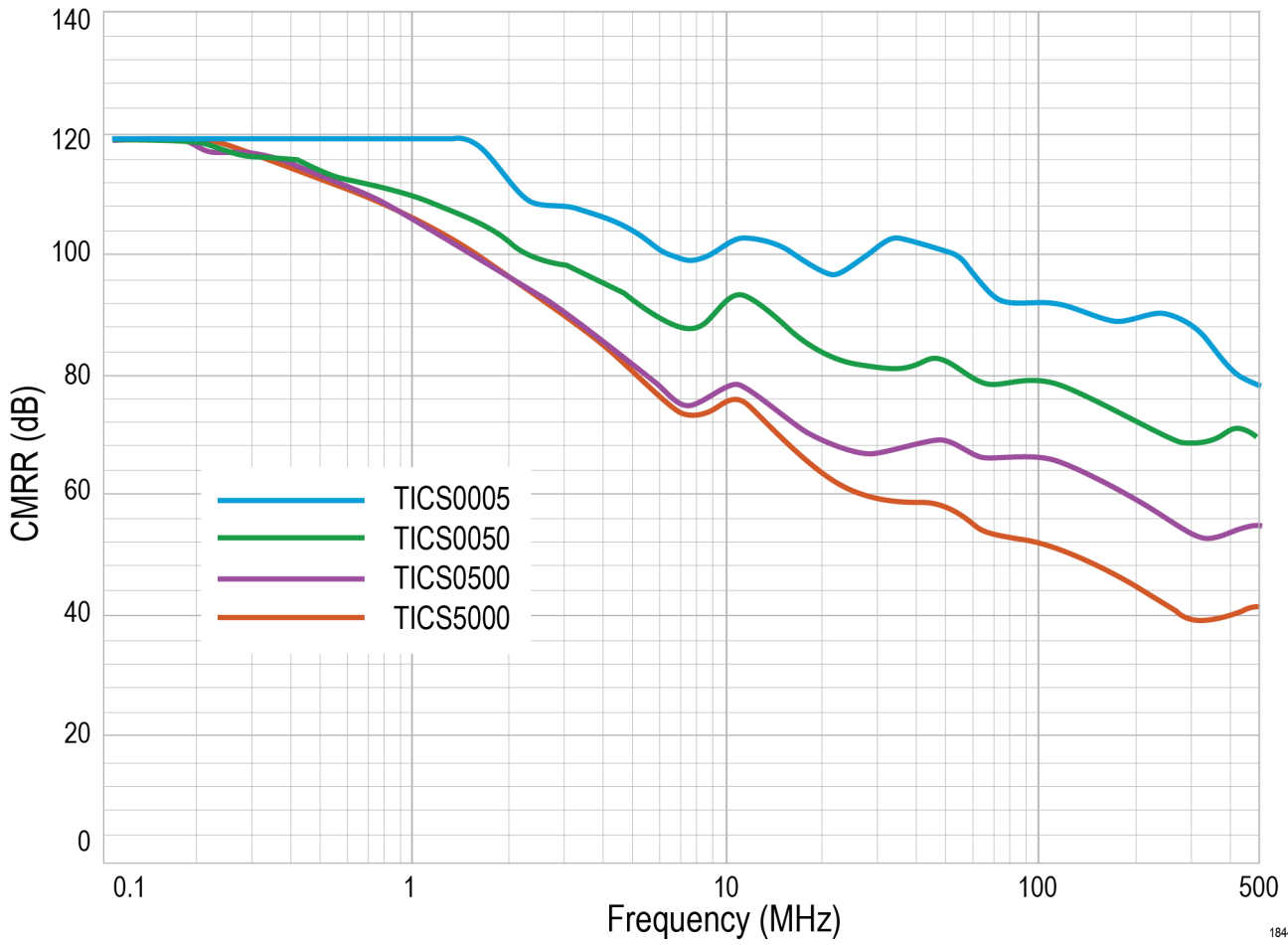
1844-023

IsoVu isolated current probes common mode rejection ratio (CMRR)



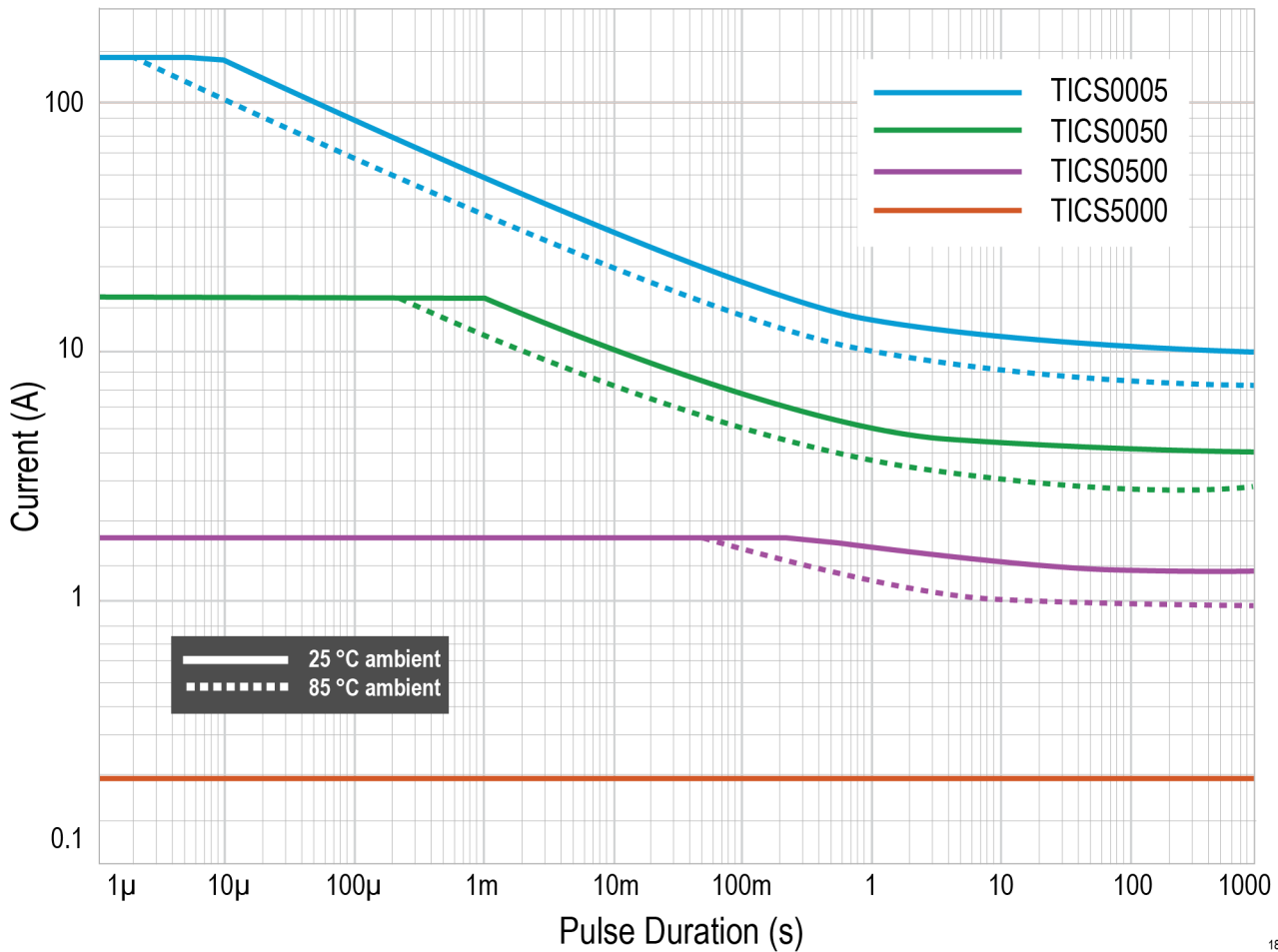
1844-030

Wideband shunts frequency response



1844-031

Wideband shunts CMRR



Wideband shunts square-wave pulse current derating curve

Die Werte der Impulsbreitendauer basieren auf einem Rechtecksignal als Eingang. Bei einem Dreiecksignal als Eingang (wie bei einer Doppelimpulsprüfung) kann die maximale Impulsbreite mit 3,5 multipliziert werden. Beispielsweise kann bei einer Doppelimpulsprüfung mit einem Spitzenwert von 20 A TICP mit 50 mΩ einer Rampe von 3,5 ms standhalten. Der Impuls eines Rechtecksignals von 20 A könnte nur 1 ms gehalten werden.

Berechnung der Reduzierung des Impulsstroms von Breitband-Nebenanschlusswiderständen

Berechnen Sie die maximale Stromstärke für einen Rechteckstromimpuls der Breite t mit der folgenden Gleichung:

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

Für einen isolierten Impuls oder eine Rampe (effektives Tastverhältnis gleich null):

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

Bei wiederholtem Betrieb mit dem Tastverhältnis $0 < D \leq 1$ wird P_{max} entsprechend der folgenden Formel für die Reduzierung des Tastverhältnisses weiter reduziert:

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

Die Koeffizienten P_d und C sind entsprechend der Umgebungstemperatur und dem Modell des Nebenschlusswiderstands in der folgenden Tabelle aufgeführt.

Nebenschlusswiderstand	25 °C		85 °C	
	C	P _d	C	P _d
5 mΩ	0,6	0,69	0,31	0,36
50 mΩ	0,6	1,0	0,31	0,52
500 mΩ	0,6	1,0	0,31	0,52
5 Ω	0,6	1,0	0,31	0,52

Beispiel

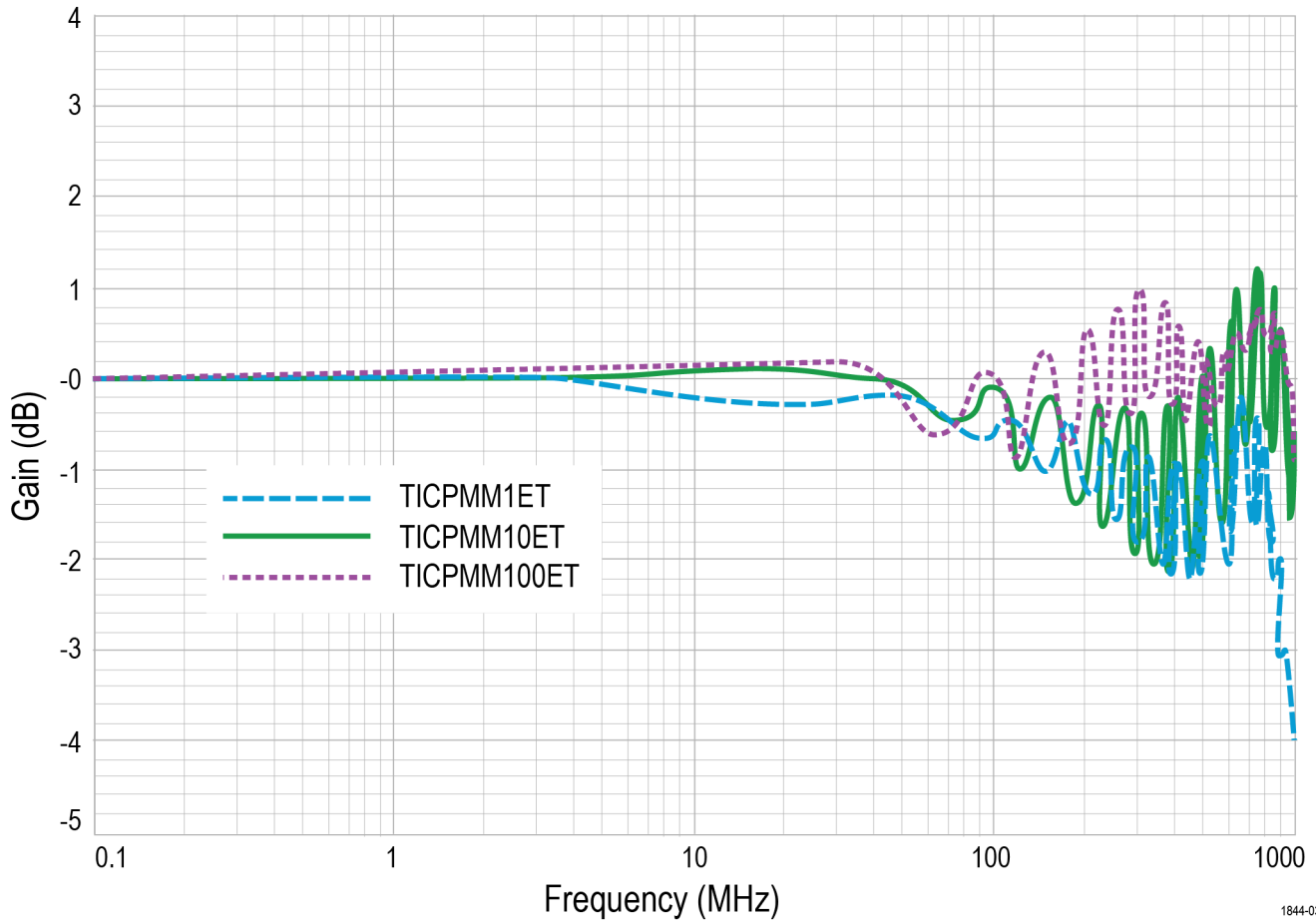
Eine Doppelimpulsprüfung mit Impulsfolge mit 5 Impulsen beginnt bei 0 A mit einer Rampe über einen Zeitraum von 100 μs. Obwohl es kurze AUS-Phasen zwischen den Impulsen gibt, ist es üblicher, die Impulsbreite unter der Annahme zu berechnen, dass diese Phasen nicht existieren, und die Rampe als durchgehendes Signal zu modellieren. Darüber hinaus wird der Skalierungsfaktor von 3,5 auf t angewendet, da die Doppelimpulsprüfung eine Signalform mit Rampe ist.

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

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

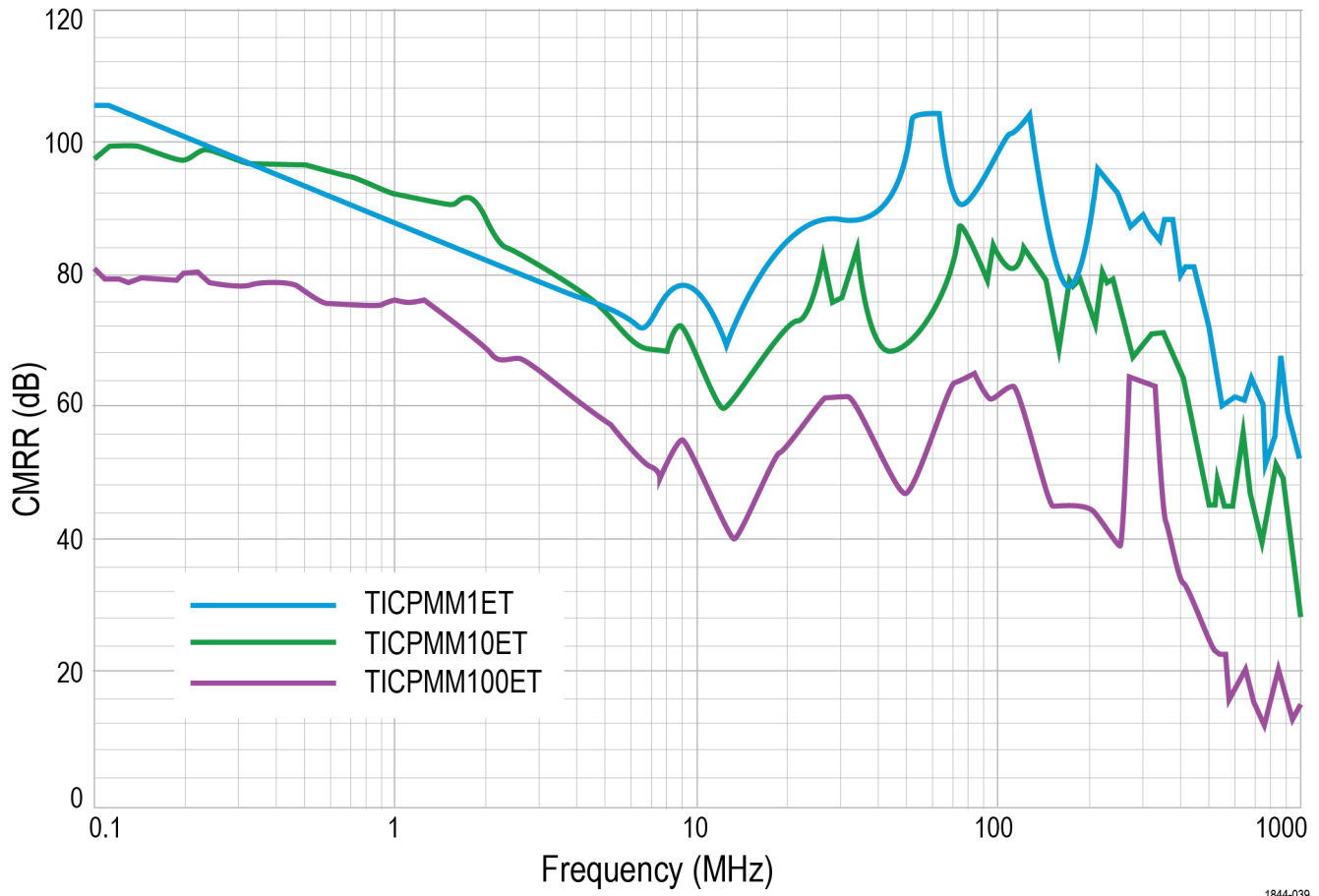
$$I_{max} = \sqrt{\frac{P_{max}}{R_{shunt}}} = \sqrt{\frac{113 \text{ W}}{5 \cdot 10^{-3} \text{ }\Omega}} = 150 \text{ A}$$

Die Berechnung oben zeigt, dass TICS0005 mit 5 mΩ eine Rampe von 150 A übersteht, die weniger als 100 μs andauert.



1844-038

Extreme temperature tip frequency response



1844-039

Extreme temperature tip CMRR

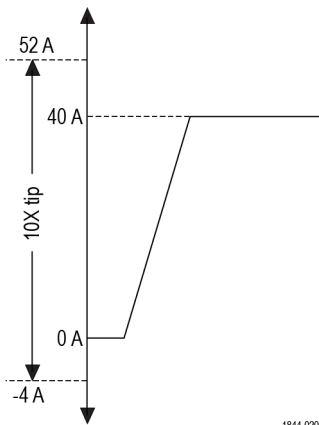
Anwendungsbeispiele

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

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

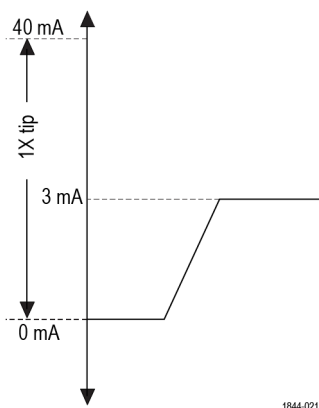
In einem 800 V SiC- Kreis, der mit 40 A schaltet, erzeugt ein Shunt von 125 m Ω ein Signal von 5 V. Um dies mit dem isolierten IsoVu Stromastkopf zu messen, muss die 10X-Spitze verwendet werden. Im Bereich von $\pm 3,5$ V wird ein Offset von 24 A angelegt.

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



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

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

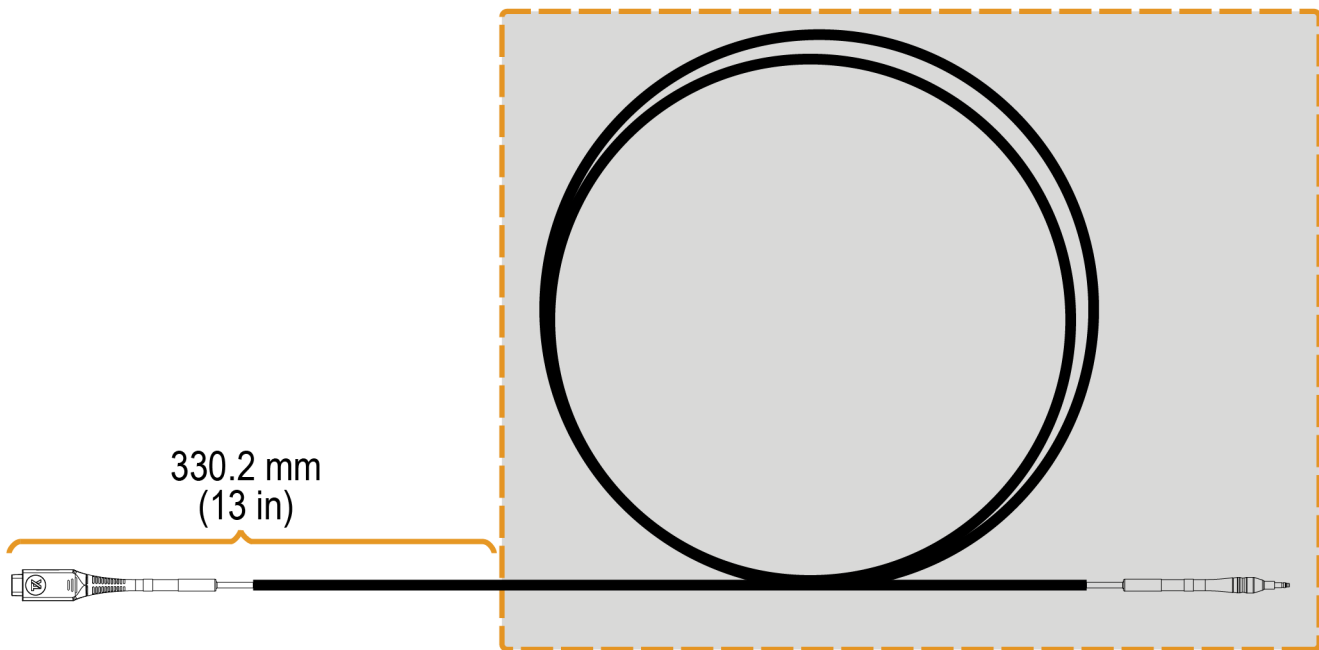


Umgebungsvoraussetzungen

Merkmal	Komponente	In Betrieb	Nicht in Betrieb
Temperatur Kompensationsmodul, Tastkopf und SMA-Spitzen-Adapter		0 °C bis +50 °C	-20 °C bis +70 °C
Standardtemperatur der Spitze	TICPMM1, TICPMM10, TICPMM100, TICS0005, TICS0050, TICS0500, TICS5000, TICPTWCBL	-40 °C bis +85 °C	-40 °C bis +85 °C
Temperatur Tastkopfspitzen für extreme Temperaturen (ET)	TICPMM1ET, TICPMM10ET, TICPMM100ET	-40 °C bis +125 °C	-40 °C bis +125 °C; Lagertemperatur -40 °C bis +85 °C
Luftfeuchtigkeit	Alle Komponenten	5 % bis 85 % relative Luftfeuchtigkeit bis zu +40 °C, 5 % bis 45 % relative Luftfeuchtigkeit bis zu +50 °C, nicht kondensierend	5 % bis 85 % relative Luftfeuchtigkeit bis zu +40 °C, 5 % bis 45 % relative Luftfeuchtigkeit bis zu +70 °C, nicht kondensierend
Höhe über NN	Alle Komponenten	Bis 3.000 Meter	Bis 12.000 Meter

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

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



1844-033

Einhaltung gesetzlicher Vorschriften

EMV

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

Sicherheit

Konform mit der Niederspannungsrichtlinie der EU (CE-Kennzeichen)

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

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

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

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

RoHS

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

Bestellinformationen

Wählen Sie die passenden Geräte und Optionen für Ihren Bedarf an Messungen aus.


Modellübersicht

Modell	Beschreibung
TICP025	Galvanisch getrennter Stromastkopf Tektronix 250 MHz
TICP050	Galvanisch getrennter Stromastkopf Tektronix 500 MHz
TICP100	Galvanisch getrennter Stromastkopf 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
	Das Zweibeinstativ wird verwendet, um den Tastkopf zu halten.	020-3210-XX
	Dreibeinstativadapter für Zubehör mit Gewinden von 1/4 Zoll bis 20 UNC.	103-0508-XX
	Tastkopfspitzen-Adapter. Anpassung einer Spitze MMCX IsoVu an standardmäßige rechteckige 0,025" Pin-Anschlüsse mit 0,100"-Raster.	131-9717-XX





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	
	TICP 5 mΩ Shunt mit geringer Leistung	TICS0005 (Anz. 1) TICS0005PK (Anz. 10)	
	TICP 50 mΩ Shunt mit geringer Leistung	TICS0050 (Anz. 1) TICS0050PK (Anz. 10)	
	TICP 500 mΩ Shunt mit geringer Leistung	TICS0500 (Anz. 1) TICS0500PK (Anz. 10)	
	TICP 5000 mΩ (5 Ω) Shunt mit geringer Leistung	TICS5000 (Anz. 1) TICS5000PK (Anz. 10)	
		TICP-Kabel für Shunts	TICPTWCBL (Anz. 1) TICPTWCBLPK (Anz. 5)
	1X-Extremtemperaturspitze mit MMCX-Anschluss	TICPMM1ET	
	10X-Extremtemperaturspitze mit MMCX-Anschluss	TICPMM10ET	
	100X-Extremtemperaturspitze mit MMCX-Anschluss	TICPMM100ET	
	Twisted-Pair-Zubehör zum Einlöten	174-7492-XX	

Isolierte IsoVu Stromastköpfe TICP100, TICP050, TICP025 Datenblatt

	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

Unterstützte Oszilloskope

Die Messsysteme können mit den folgenden Tektonix-Oszilloskopen verwendet werden.

- MSO Serie 4, MSO Serie 4 B
- MSO Serie 5, MSO Serie 5 B, MSO LP Serie 5
- MSO Serie 6, MSO Serie 6 B

Serviceoptionen

Standardgarantie

1 Jahr

Opt. R3 – Reparaturdienst für 3 Jahre (einschließlich Garantie)

Opt. R5 – Reparaturdienst für 5 Jahre (einschließlich Garantie)

Opt. C3 – Kalibrierungsdienst für 3 Jahre

Opt. C5 – Kalibrierungsdienst für 5 Jahre

Opt. D1 – Kalibrierdatenbericht

Opt. D3 – Kalibrierdatenbericht für 3 Jahre (mit opt. C3).

Opt. D5 – Kalibrierdatenbericht für 5 Jahre (mit opt. C5)

Opt. T3

Dreijähriger Vollschutzplan umfasst die Reparatur bzw. den Ersatz des jeweiligen Geräts aufgrund von Abnutzungserscheinungen, Unfallschäden und Schäden durch elektrostatische Entladung oder elektrische Überlastung sowie die Instandhaltung. Bearbeitungszeit innerhalb von 5 Tagen und privilegierter Zugang zum Kundendienst

Opt. T5

Fünfjähriger Vollschutzplan umfasst die Reparatur bzw. den Ersatz des jeweiligen Geräts aufgrund von Abnutzungserscheinungen, Unfallschäden und Schäden durch elektrostatische Entladung oder elektrische Überlastung sowie die Instandhaltung. Bearbeitungszeit innerhalb von 5 Tagen und privilegierter Zugang zum Kundendienst

Die Garantie und Serviceleistungen für das Oszilloskop erstrecken sich nicht auf Tastköpfe und Zubehör. Die jeweiligen Garantie- und Kalibrierungsbedingungen finden Sie im Datenblatt für die betreffenden Tastköpfe und Zubehörmodelle.

Tektronix ist nach ISO 9001:2015 und ISO 14001:2015 registriert.

Kontaktinformationen:

Australien 1 800 709 465
Österreich* 00800 2255 4835
Balkan, Israel, Südafrika und andere ISE-Länder +41 52 675 3777
Belgien* 00800 2255 4835
Brasilien +55 (11) 3530-8901
Kanada 1 800 833 9200
Mittel-/Osteuropa und Baltikum +41 52 675 3777
Mitteleuropa/Griechenland +41 52 675 3777
Dänemark +45 80 88 1401
Finnland +41 52 675 3777
Frankreich* 00800 2255 4835
Deutschland* 00800 2255 4835
Hongkong 400 820 5835
Indien 000 800 650 1835
Indonesien 007 803 601 5249
Italien 00800 2255 4835
Japan 81(3) 6714 3086
Luxemburg +41 52 675 3777
Malaysia 1 800 22 55835
Mexiko, Mittel-/Südamerika und Karibik 52 (55) 88 69 35 25
Naher Osten, Asien und Nordafrika +41 52 675 3777
Niederlande* 00800 2255 4835
Neuseeland 0800 800 238
Norwegen 800 16098
Volksrepublik China 400 820 5835
Philippinen 1 800 1601 0077
Polen +41 52 675 3777
Portugal 80 08 12370
Republik Korea +82 2 565 1455
Russland/GUS-Staaten +7 (495) 6647564
Singapur 800 6011 473
Südafrika +41 52 675 3777
Spanien* 00800 2255 4835
Schweden* 00800 2255 4835
Schweiz* 00800 2255 4835
Taiwan 886 (2) 2656 6688
Thailand 1 800 011 931
Vereinigtes Königreich/Irland* 00800 2255 4835
USA 1 800 833 9200
Vietnam 12060128

* **Telefonnummer in Europa gebührenfrei. Sollte kein Verbindungsaufbau möglich sein, wählen Sie bitte:** +41 52 675 3777

Weitere wertvolle Quellen finden Sie auf [TEK.COM](https://www.tek.com).

Tektronix[®]

Copyright © Tektronix. Alle Rechte vorbehalten. Tektronix-Produkte sind durch erteilte und angemeldete Patente in den USA und anderen Ländern geschützt. Die Informationen in dieser Veröffentlichung ersetzen alle in bisher veröffentlichten Materialien enthaltenen Informationen. Änderungen der Spezifikationen und der Preise vorbehalten. TEKTRONIX und TEK sind eingetragene Marken der Tektronix, Inc. Alle anderen erwähnten Markennamen sind Dienstleistungsmarken, Marken oder eingetragene Marken der betreffenden Firmen.

51G-74063-5 April 2026