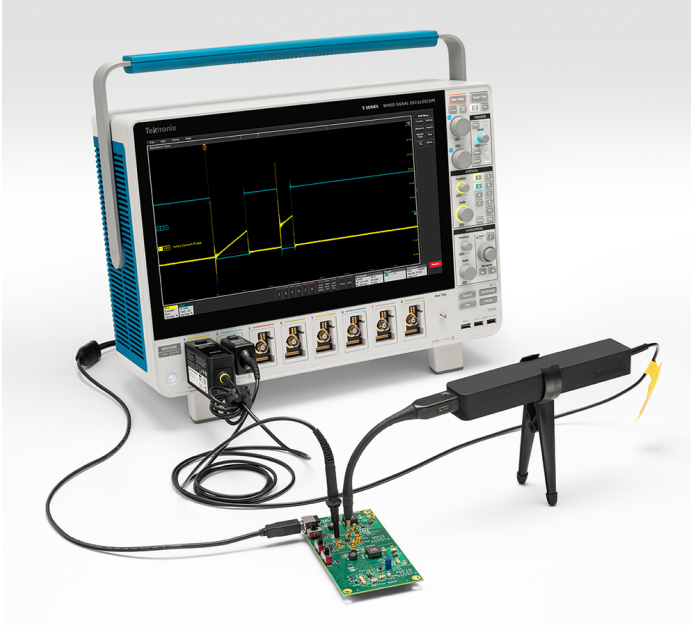


Sondes de courant isolées IsoVu™

Fiche technique pour TICP100, TICP050, TICP025



Présentation

Les sondes de courant isolées IsoVu™ de la série TICP fournissent une bande passante, une réjection de bruit et une précision exceptionnelles, tout en rendant vos mesures de courant faciles.

L'isolation galvanique totale élimine les boucles de terre et permet une réjection en mode commun très élevée. Dans une configuration 1X, l'entrée 50 Ω de la sonde de la série TICP présente un bruit extrêmement bas de moins de 4,7 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$, parfait pour des mesures précises sur des shunts. Un large choix d'extrémités d'atténuation étend la plage de mesure de la tension différentielle. Selon le shunt utilisé, les sondes peuvent mesurer un courant allant de quelques microampères (μA) pour les conceptions mobiles à faible puissance à des centaines d'ampères pour les systèmes mobiles et industriels.

Spécifications des performances et fonctionnalités clés

- Isolation galvanique entre l'extrémité de sonde et l'oscilloscope
- Disponible en trois bandes passantes : 1 GHz, 500 MHz et 250 MHz
- Large plage de mesures de courant, déterminée par le shunt utilisé avec des extrémités de sonde 1X, 10X ou 100X
- Bruit résiduel < 4,70 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$ (< 21 μV_{RMS} à 20 MHz)
- Jusqu'à 90 dB TRMC à 1 MHz
- Tension maximale en mode commun : 1,8 kV ; Pour une utilisation dans un environnement de degré de pollution 1 ; la valeur maximum avec le niveau de transitoire ne doit pas dépasser 5 kV_{pk}
- Précision du gain DC : 1,5 %
- Compatible avec les instruments MSO des séries 4, 5 et 6, y compris les derniers modèles B

- L'interface TekVPI™ permet de contrôler et de configurer la sonde depuis la face avant ou l'interface de programmation de l'oscilloscope

Applications clés

- Mesures de dérivation de courant
- Conceptions à demi-pont/pont complet utilisant des composants SiC ou GaN, des FET, ou des IGBT
- Test d'impulsions double (DPT)
- Mesures de passerelle flottante
- Conceptions de convertisseur de puissance
- Conceptions d'alimentation à commutation
- Surveillance du courant en état stable, en veille et en état de réveil

Les extrémités permettent d'élargir les plages de mesure, de limiter les tracas et de réduire le bruit

Les sondes de la série TICP conviennent aux mesures de courants aussi bien faibles qu'élevés, difficiles voire impossibles à effectuer avec des sondes d'oscilloscope à pince ouverte fondées sur des capteurs. Trois extrémités d'atténuation différentes vous permettent de mesurer facilement un large spectre de courants en vous appuyant sur la résistance et les caractéristiques nominales de puissance du shunt.

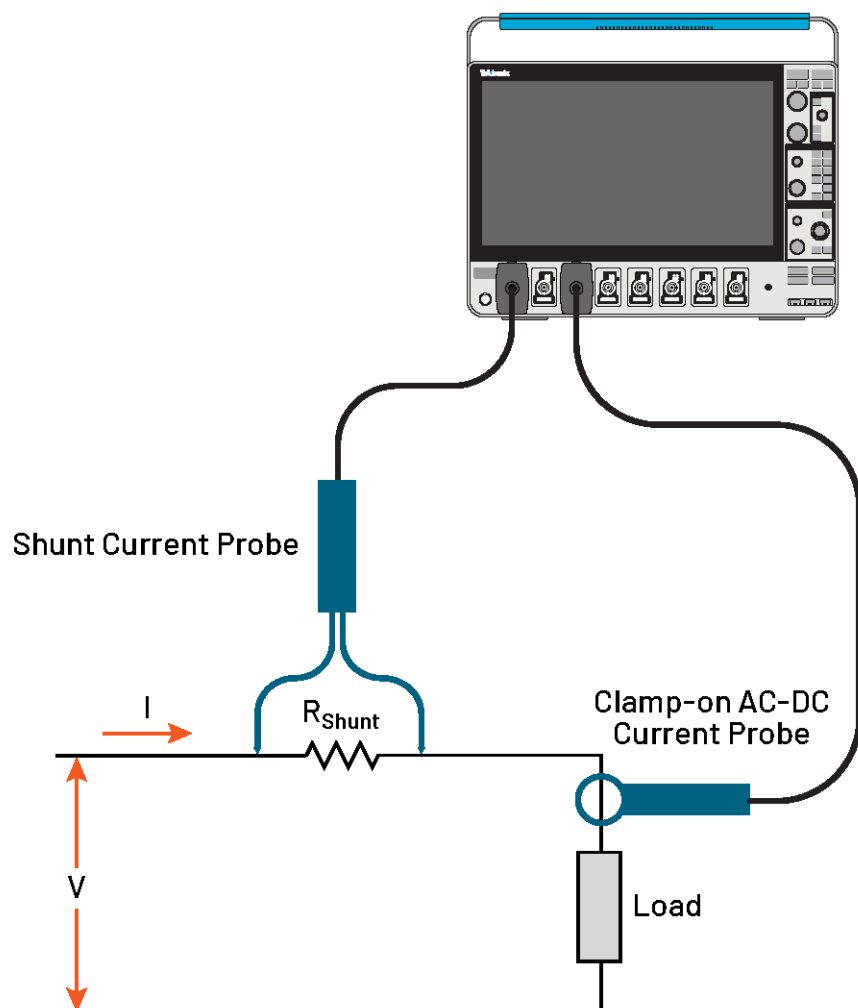
Les sondes sont conçues pour fournir des mesures de courant hautes performances tout en étant pratiques à connecter. Les extrémités sont équipées de connecteurs MMCX et SMA afin d'assurer une mise à la terre et un blindage adéquats, ce qui est crucial pour minimiser le bruit résiduel, les boucles de terre, et assurer la précision des mesures de courant. Elles permettent un branchement direct à la plupart des shunts disponibles dans le commerce, mais vous pouvez également utiliser des adaptateurs appropriés comme interface entre les extrémités et leurs shunts.

Les extrémités de sonde se connectent au corps de la sonde grâce à l'interface réversible unique IsoConnect™. Ainsi, vous pouvez encliqueter les extrémités sans vous préoccuper de l'orientation. Conçues pour la flexibilité, les extrémités présentent un rayon de pliage réduit pour un branchement facile même dans des espaces réduits. La sonde standard inclut un adaptateur trépied et bipied, pour un placement et un positionnement corrects dans la configuration de test.

Mesures de courant par shunt

Il existe deux méthodes pour mesurer le courant dans les systèmes de test. La première nécessite de détecter les champs autour des conducteurs électriques et les convertir en signaux qui représentent le courant. Il s'agit de la méthode utilisée par la plupart des sondes de courant à pince ouverte, autrement appelées bobines de Rogowski. La seconde implique de mesurer les courants au moyen de la loi d'Ohm. Il est possible de déterminer la valeur du courant en mesurant la chute de tension à travers une résistance shunt de précision : c'est la méthode utilisée par les sondes de la série TICP.

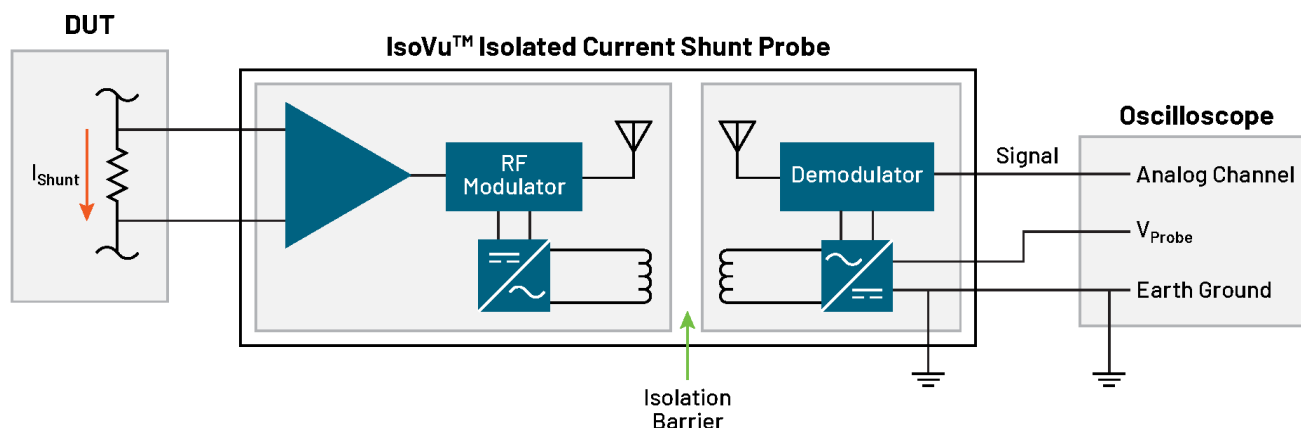
Les shunts de courant, ou les résistances de visualisation du courant (CVR), offrent traditionnellement une réponse en fréquence large du fait qu'ils mesurent de façon précise à la fois les courants continus et alternatifs sur un large spectre de fréquences. Leur taille compacte leur permet d'être facilement intégrées dans des circuits existants en ne prenant que peu de place supplémentaire. Bien que les résistances shunt doivent être conçues dans un circuit imprimé et entraînent une chute de tension, elles offrent plusieurs avantages clés comparativement aux mesures de courant fondées sur les capteurs : notamment, une précision élevée, une distorsion minimale et des interférences basses.



L'isolation permet de procéder à des mesures flottantes tout en conservant un bruit résiduel exceptionnellement bas.

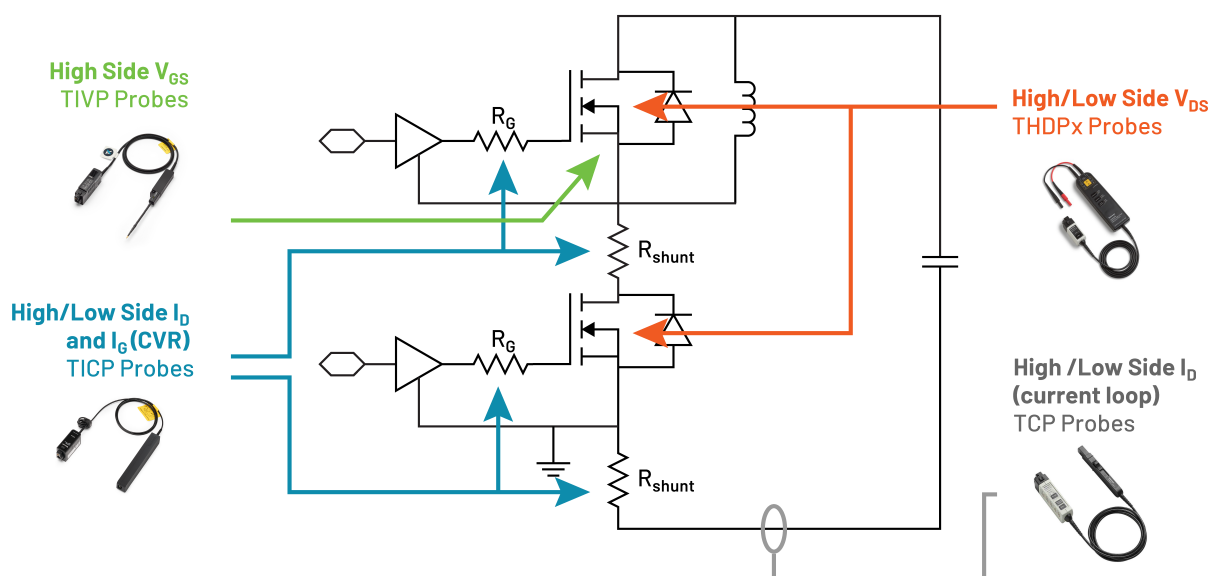
Les sondes de courant isolées IsoVu de la série TICP rendent possibles des mesures de courant dynamiques plus précises, hors des limites traditionnelles.

Contrairement aux transformateurs, aux bobines de Rogowski, ou aux sondes de courant à effet Hall, les sondes de courant TICP offrent des mesures allant du courant continu à des centaines de MHz lorsqu'elles sont couplées à des shunts hautes performances ou des CVR. Une isolation RF complète entre l'extrémité de sonde et l'oscilloscope élimine les boucles de terre et contribue à fournir une réjection en mode commun (TRMC) exceptionnelle, allant jusqu'à 90 dB à 1 MHz, afin de réduire drastiquement le bruit résiduel en mode commun. Une atténuation et une impédance d'entrée faibles ($50\ \Omega$) limitent la contribution au bruit à moins de $4,7\ \text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ ($< 150\ \mu\text{V}$ à 1 GHz) lors de la mesure de basses tensions ($\pm 0,5\ \text{V}$) à travers des shunts.



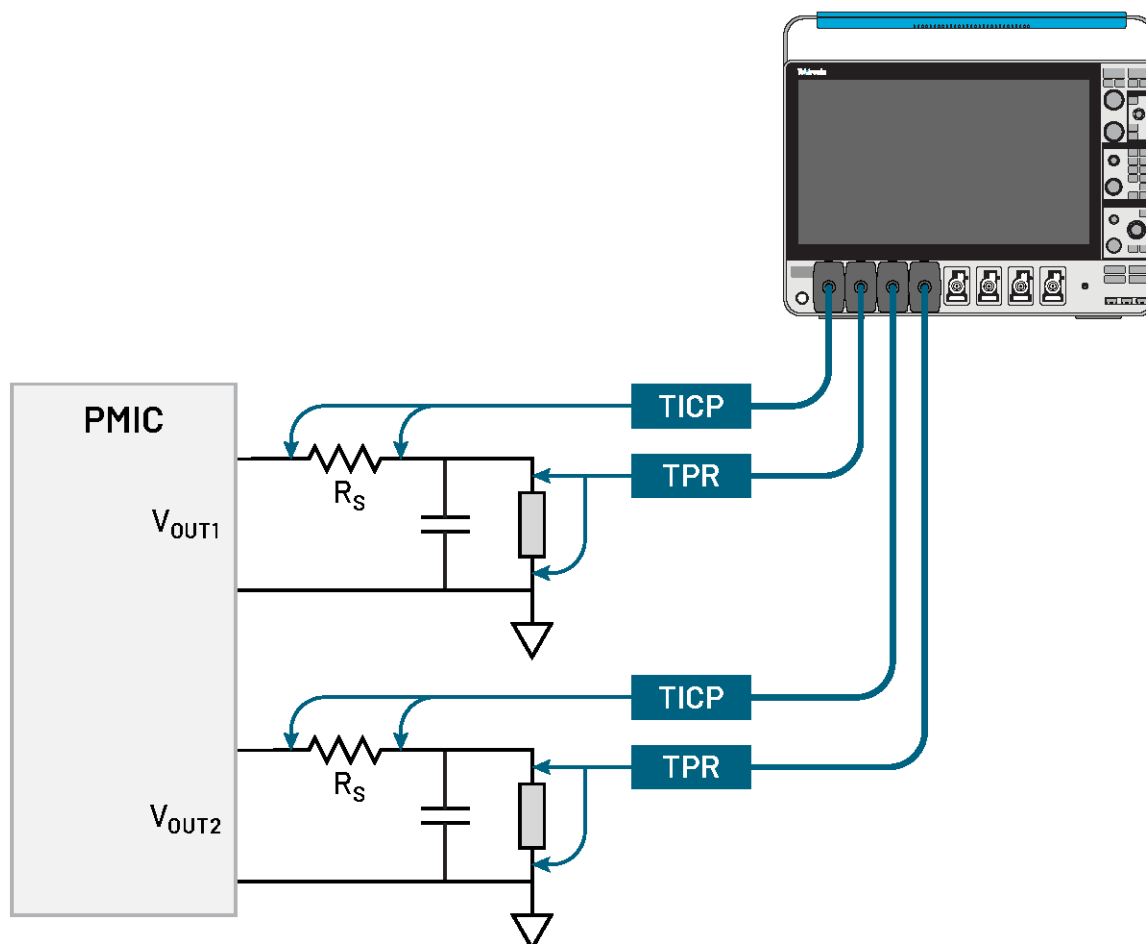
Mesure des courants haute fidélité dans les systèmes à haute puissance

Les sondes de la série TICP intègrent la bande passante nécessaire pour observer avec précision les temps de montée rapides des appareils de commutation à large bande interdite (WBG). Il vous est ainsi possible de mesurer avec précision les courants dynamiques dans les convertisseurs de puissance SiC et GaN à puissance élevée. Elles sont complémentaires des sondes de tension isolées TIVP IsoVu™ innovantes et représentent une percée similaire en matière d'isolation pour la mesure des courants. L'isolation élimine les boucles de terre et permet des mesures précises des courants de drain côté alimentation (I_{ds}).



Mesurer des courants faibles dans les systèmes à faible puissance

La bande passante des sondes de la série TICP est suffisante pour mesurer la consommation de courant pendant des activités de système spécifiques et les transitions de la veille à l'état actif. L'architecture à bas bruit est cruciale pour la mesure précise des courants bas à travers les shunts. La tension nominale en mode commun de la série TICP est plus élevée que celle de la plupart des sondes différentielles, ce qui permet une mesure du courant de shunt sur des rails d'alimentation de tension plus élevée. Le système complet obtenu en la couplant aux MSO de la série 6 à bas bruit offre des performances à bas bruit résiduel pour mesurer les courants de rail avec une grande efficacité.



Caractéristiques

Toutes les caractéristiques sont typiques et s'appliquent à tous les modèles, sauf indication contraire.

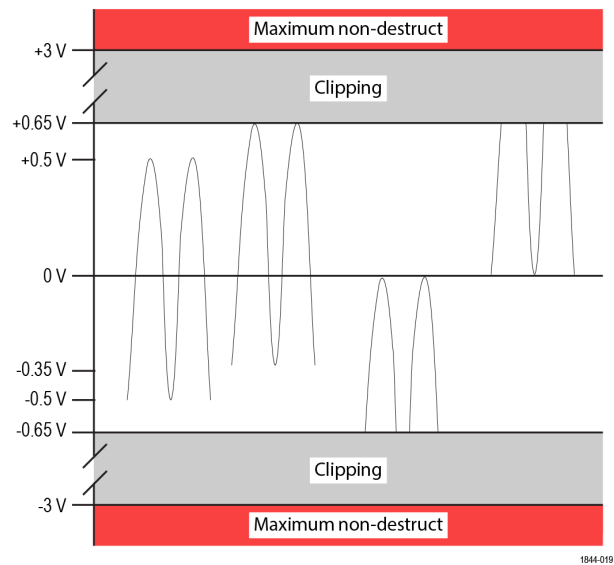
Présentation générale de la sonde et de l'extrémité

| Sondes | TICP100 | TICP050 | TICP025 |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------|
| Bande passante | 1 GHz | 500 MHz | 250 MHz |
| Temps de montée | 400 ps | 700 ps | < 1,4 ns |
| Précision du gain DC | $\pm 1,5 \%$ | | |
| Tension maximale en mode commun | 1 800 V ; Pour une utilisation dans un environnement de degré de pollution 1 ; la valeur maximum avec le niveau de transitoire ne doit pas dépasser 5 kV _{pk} | | |
| | 1 300 V ; degré de pollution 2 ; la valeur maximum avec le niveau de transitoire ne doit pas dépasser 5 kV _{pk} | | |
| | 600 V pour CAT III ; degré de pollution 2 | | |
| | 1 000 V pour CAT II ; degré de pollution 2 | | |
| Densité spectrale du bruit efficace | 4,70 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$ (< 21 μV_{RMS} à 20 MHz) | | |
| Longueur du câble de la sonde | 2 mètres (78 pouces) | | |

Plage de tension d'entrée, impédance d'entrée

Plage de tension d'entrée différentielle + Plage de décalage ne dépassera pas la Tension d'entrée mesurable maximale. Par exemple, le décalage est limité à $\pm 0,15 \text{ V}$ dans la plage de $\pm 0,5 \text{ V}$ du TICPSMA. Le décalage complet de $\pm 0,5 \text{ V}$ est disponible dans la plage de $\pm 0,125 \text{ V}$ de la sonde de la série TICP.

| Extrémités de sonde | Plage de tension d'entrée différentielle | Plage de décalages | Tension d'entrée mesurable maximale (V _{pk}) | Tension différentielle non destructive maximale | Impédance d'entrée |
|---------------------|------------------------------------------|---------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------|
| TICPSMA | $\pm 0,5 \text{ V}$ | $\pm 0,5 \text{ V}$ | 0,65 V | $\pm 3 \text{ V}$; 3 V _{RMS} | 50 Ω S.O. |
| TICPMM1 | $\pm 0,5 \text{ V}$ | $\pm 0,5 \text{ V}$ | 0,65 V | $\pm 3 \text{ V}$; 3 V _{RMS} | 50 Ω S.O. |
| TICPMM10 | $\pm 5 \text{ V}$ | $\pm 5 \text{ V}$ | 6,5 V | $\pm 15 \text{ V}$; 15 V _{RMS} | 500 Ω < 3 pF |
| TICPMM100 | $\pm 50 \text{ V}$ | $\pm 50 \text{ V}$ | 50 V | $\pm 60 \text{ V}$; 60 V _{RMS} | 5 000 Ω < 3 pF |



Plage de tension d'entrée différentielle

Niveau de bruit (A eff)

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

| Shunt sélectionné | 20 MHz | 250 MHz | 1 GHz |
|-----------------------------|--------|---------|---------|
| TICP 50 Ω en tant que shunt | 420 nA | 1,5 µA | 3,0 µA |
| Shunt 5 Ω | 4,2 µA | 14,9 µA | 29,7 µA |
| Shunt 1 Ω | 21 µA | 74,3 µA | 149 µA |
| Shunt 500 mΩ | 42 µA | 149 µA | 297 µA |
| Shunt 50 mΩ | 420 µA | 1,5 mA | 3,0 mA |
| Shunt 5 mΩ | 4,2 mA | 14,9 mA | 29,7 mA |
| Shunt 500 µΩ | 42 mA | 149 mA | 297 mA |
| Shunt 50 µΩ | 420 mA | 1,5 A | 3,0 A |
| Shunt 15 µΩ | 1,4 A | 5,0 A | 9,9 A |

Courant maximal mesurable

La valeur maximale dépend de la puissance nominale de votre shunt.

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

| Shunt sélectionné | TICPMM1 | TICPSMA | TICPMM10 | TICPMM100 |
|-----------------------------|---------|---------|----------|-----------|
| TICP 50 Ω en tant que shunt | 13 mA | | - | - |
| Shunt 5 Ω | 130 mA | | 1,3 A | 10 A |
| Shunt 1 Ω | 650 mA | | 6,5 A | 50 A |
| Shunt 500 mΩ | 1,3 A | | 13 A | 100 A |
| Shunt 50 mΩ | 13 A | | 130 A | 1,0 kA |

Suite à la page suivante...

| Shunt sélectionné | TICPMM1 | TICPSMA | TICPMM10 | TICPMM100 |
|-------------------|---------|---------|----------|-----------|
| Shunt 5 mΩ | 130 A | | 1,3 kA | 10 kA |
| Shunt 500 μΩ | 1,3 kA | | 13 kA | 100 kA |
| Shunt 50 μΩ | 13 kA | | 130 kA | 1 000 kA |
| Shunt 15 μΩ | 43,3 kA | | 433,3 kA | 3 300 kA |

Plages des sondes

Les valeurs publiées correspondent aux extrémités TICPSMA et TICPMM1. Pour les extrémités 10X ou 100X, multiplier respectivement par 10 ou 100.

| Plage d'entrée | Plage de décalages | Densité spectrale du bruit efficace (V_{RMS}) | Niveau de bruit à 20 MHz (V_{RMS}) |
|----------------|--------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------|
| ± 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} |

Taux de réjection en mode commun (TRMC)

| Extrémité de sonde | 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 |

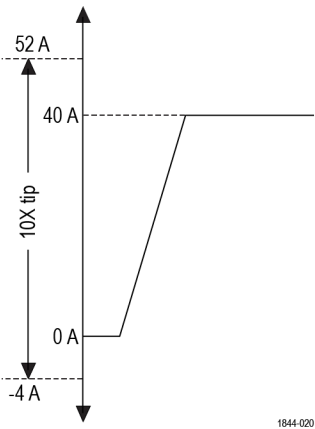
Exemples d'application

Exemple d'application pour larges bandes interdites (WBG) et intégrité de puissance PMIC.

Exemple de WBG (800 V, 40 A typique ; shunt de 0,125 Ω)

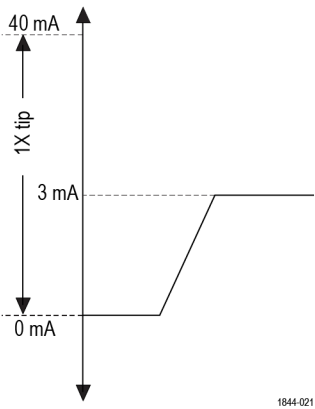
Dans un circuit SiC de 800 V au point de commutation de 40 A, un shunt de 125 mΩ produira un signal de 5 V. Pour le mesurer à l'aide du TICP, l'extrémité 10X doit être utilisée. Dans la plage de ±3,5 V, appliquez un décalage de 24 A.

La plage de courant mesurable s'étend de 52 A à -4 A. Pour ces paramètres, le niveau de bruit efficace à une bande passante de 250 MHz est de 2,2 mA eff.



Intégrité de puissance du PMIC (48 V, 3 mA typique ; shunt 1 Ω)

Sur un bus PMIC de 48 V, le courant de veille de 3 mA produira un signal de 3 mV sur un shunt de 1 Ω. Utilisez l'extrémité 1X dans la gamme la plus sensible ± 20 mV, appliquez le décalage pour afficher le courant de 3 mA et enregistrez les transitoires de 0 A à 40 mA avec un niveau de bruit efficace de 21,2 µA.



Environnement

| Caractéristique | Composant | En fonctionnement | A l'arrêt |
|-----------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Température | Nécessaire de compensation et tête de sonde | 0 °C à +50 °C | -20 °C à +70 °C |
| | Câbles et adaptateurs d'extrémité | -40 °C à +85 °C | -40 °C à +85 °C |
| Humidité | Nécessaire de compensation et tête de sonde | Humidité relative de 5 à 85 % jusqu'à +40 °C, humidité relative de 5 à 45 % jusqu'à +50 °C, sans condensation | Humidité relative de 5 à 85 % jusqu'à +40 °C, humidité relative de 5 à 45 % jusqu'à +70 °C, sans condensation |
| | Câbles et adaptateurs d'extrémité | | |
| Altitude | Tous les composants | Jusqu'à 3 000 mètres (9 842 pieds) | Jusqu'à 12 000 m (39 370 pieds) |

Conformité réglementaire

| | |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| EMC | Conforme à la directive EMC de l'Union européenne (marquage CE) |
| Sécurité | Conforme à la directive basse tension de l'Union européenne (marquage CE) Conforme à l'ANSI/UL61010-1 (marquage CSA) Conforme à l'ANSI/UL61010-2-030 (marquage CSA) Certifiée conforme aux règles de sécurité CAN/CSA C22.2 N° 61010-1 (marquage CSA) Certifiée conforme aux règles de sécurité CAN/CSA C22.2 N° 61010-2-030 (marquage CSA) |
| RoHS | Conforme aux restrictions de l'Union européenne concernant les substances dangereuses (marquage CE) |

Informations de commande






Sélectionnez l'instrument adéquat et les options qui conviennent à vos besoins de mesure.

Présentation du modèle




| Modèle | Description |
|-------------------------|-------------------------------------------|
| TICP025 | Sonde de courant isolée 250 MHz Tektronix |
| TICP050 | Sonde de courant isolée 500 MHz Tektronix |
| TICP100 | Sonde de courant isolée 1 GHz Tektronix |

Accessoires standard

Le tableau suivant répertorie les accessoires livrés avec la sonde.






| Accessoire | Description | Numéro de référence |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------|
|  | Câble d'extrémité de sonde 1X avec connecteur MMCX | TICPMM1 |
|  | Câble d'extrémité de sonde 10X avec connecteur MMCX | TICPMM10 |
|  | Adaptateur pour extrémité SMA | TICPSMA |
|  | Atténuateur de mode commun en ferrite à pince ouverte | 276-0905-XX |
|  | Un bipied sert à maintenir la sonde. | 020-3210-XX |

Suite à la page suivante...

| Accessoire | Description | Numéro de référence |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
|  | Adaptateur trépied pour les accessoires 1/4 in - filetage 20 UNC. | 103-0508-XX |
|  | Adaptateur pour extrémité de sonde. Permet d'adapter une extrémité IsoVu MMCX sur des broches carrées standard de 0,025" espacées de 0,100". | 131-9717-XX |
|  | Etui de transport souple avec insert en mousse. | 016-2147-XX |

Accessoires recommandés

Le tableau suivant répertorie les accessoires disponibles en option.

| Accessoire | Description | Numéro de référence |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------|
|  | Extrémité de sonde 100X avec connecteur MMCX | TICPMM100 |
|  | Adaptateur broche carrée vers MMCX, espacement de 0,062" | 131-9677-XX |
|  | Cordon de pince MMCX vers IC | 196-3546-XX |
|  | Cordon de pince broche carrée vers IC | 196-3547-XX |
|  | Pince MicroCKT | 206-0569-XX |

Oscilloscopes pris en charge

Les systèmes de mesure peuvent être utilisés avec les oscilloscopes Tektronix listés ci-dessous.

- MSO Série 4, MSO Série 4 modèle B
- MSO Série 5, MSO Série 5 modèle B, MSO LP Série 5
- MSO Série 6, MSO Série 6 modèle B

Options d'étalonnage

| | |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Garantie standard | 1 an |
| Opt. R3 | Service de réparation 3 ans (garantie comprise) |
| Opt. R5 | Service de réparation 5 ans (garantie comprise) |
| Opt. C3 | Service d'étalonnage 3 ans |
| Opt. C5 | Service d'étalonnage 5 ans |
| Opt. D1 | Rapport de données d'étalonnage |
| Opt. D3 | Rapport de données d'étalonnage 3 ans (avec option C3) |
| Opt. D5 | Rapport de données d'étalonnage 5 ans (avec option C5) |
| Opt. T3 | Plan de protection totale de trois ans comprenant la réparation ou le remplacement des pièces en usure normale, les dommages accidentels et dus aux décharges électrostatiques et aux surcharges électriques, ainsi qu'une maintenance préventive. Temps de traitement de 5 jours et accès prioritaire à l'assistance clientèle |
| Opt. T5 | Plan de protection totale de cinq ans comprenant la réparation ou le remplacement des pièces en usure normale, les dommages accidentels et dus aux décharges électrostatiques et aux surcharges électriques, ainsi qu'une maintenance préventive. Temps de traitement de 5 jours et accès prioritaire à l'assistance clientèle |

Les sondes et accessoires ne sont pas couverts par la garantie de l'oscilloscope et les offres de maintenance. Voir la fiche technique de chaque sonde et accessoire pour connaître leur garantie et les conditions d'étalonnage.



Tektronix est certifié ISO 14001:2015 et ISO 9001:2015 par DEKRA.

ASEAN / Australasie (65) 6356 3900

Belgique 00800 2255 4835*

Europe centrale et orientale, Ukraine et pays baltes +41 52 675 3777

Finlande +41 52 675 3777

Hong-Kong 400 820 5835

Japon 81 (120) 441 046

Moyen-Orient, Asie et Afrique du Nord +41 52 675 3777

République Populaire de Chine 400 820 5835

Corée du Sud +82 2 565 1455

Espagne 00800 2255 4835*

Taiwan 886 (2) 2656 6688

Autriche 00800 2255 4835*

Brésil+55 (11) 3759 7627

Europe centrale, Grèce +41 52 675 3777

France 00800 2255 4835*

Inde 000 800 650 1835

Luxembourg +41 52 675 3777

Pays-Bas 00800 2255 4835*

Pologne +41 52 675 3777

Russie et CIS +7 (495) 6647564

Suède 00800 2255 4835*

Royaume-Uni et Irlande 00800 2255 4835

Balkans, Israël, Afrique du Sud et autres pays de l'Europe de l'Est +41 52 675 3777

Canada 1 800 833 9200

Danemark +45 80 88 1401

Allemagne 00800 2255 4835*

Italie 00800 2255 4835*

Mexique, Amérique centrale/du Sud et Caraïbes 52 (55) 56 04 50 90

Norvège 800 16098

Portugal 800 08 12370

Afrique du Sud +41 52 675 3777

Suisse 00800 2255 4835*

Etats-Unis 1 800 8339200

* Numéro vert européen. Si ce numéro n'est pas accessible, appelez le +41 52 675 3777.

Informations supplémentaires. Tektronix maintient et enrichit en permanence un ensemble complet de notes d'application, de dossiers techniques et d'autres ressources qui aident les ingénieurs à utiliser les dernières innovations technologiques. Découvrez le site www.tek.com.

Copyright © Tektronix, Inc. Tous droits réservés. Les produits Tektronix sont protégés par des brevets américains et étrangers déjà déposés ou en cours d'obtention. Les informations contenues dans le présent document remplacent toutes celles publiées précédemment. Les spécifications et les prix peuvent être soumis à modification. TEKTRONIX et TEK sont des marques déposées de Tektronix, Inc. Toutes les autres marques de commerce, de services ou marques déposées sont la propriété de leurs détenteurs respectifs.

21 Apr 2025 51F-74063-3

tek.com

Tektronix®