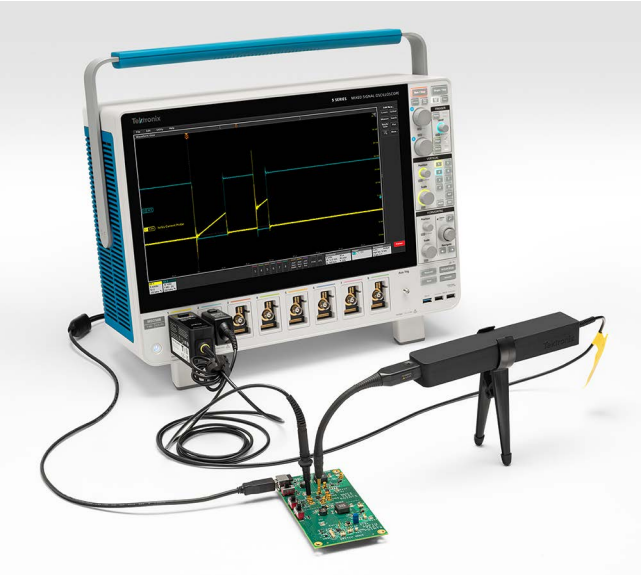
Que đo dòng điện cách ly IsoVu

Bảng thông tin TICP100, TICP050, TICP025



Thông tin tổng quan

Que đo dòng điện cách ly IsoVu™ cung cấp độ chính xác, băng thông vượt trội, loại bỏ nhiễu, và dễ sử dụng để thực hiện các phép đo dòng điện.

Cách ly điện hóa hoàn toàn loại bỏ vòng nối đất và cho phép loại bỏ chế độ chung rất cao. Trong cấu hình 1X, đầu vào 50 Ω của que đo cung cấp nhiễu cực thấp dưới 4,7 nV/√Hz, lý tưởng để đo chính xác trên shunt. Que đo cung cấp một loạt đầu giảm dần để mở rộng phạm vi điện áp chênh lệch. Tùy vào shunt được sử dụng, que đo có thể thực hiện phép đo dòng điện từ microampe (µA) cho thiết kế di động công suất thấp đến hàng trăm ampe cho các hệ thống di chuyển và công nghiệp.

Tính năng và thông số hiệu năng chính

- Cách ly điện hóa giữa đầu que đo và máy hiện sóng
- Có sẵn ba băng thông: 1 GHz, 500 MHz, và 250 MHz
- Phạm vi đo dòng điện rộng được xác định bằng shunt được sử dụng với đầu que đo 1X, 10X hoặc 100X
- Nhiễu <4,70 nV / √Hz (<21 μV_{RMS} ở 20 MHz)
- Đến 90 dB CMRR ở 1 MHz
- Điện áp chế độ chung tối đa: 1800 V; Để sử dụng trong môi trường có Độ ô nhiễm 1; mức quá độ không quá 5 kV_{pk}
- Độ lợi DC chính xác 1,5%
- Tương thích với thiết bị MSO 4, 5 và 6 Series, bao gồm các kiểu B mới nhất
- Giao diện TekVPI™ cho phép điều khiển và cấu hình que đo từ bảng phía trước của máy hiện sóng hoặc giao diện lập trình
- Đầu tùy chọn để đo dòng điện trong buồng môi trường từ -40ºC đến +125ºC

Ứng dụng chính

- Đo shunt dòng điện
- Thiết kế bán/toàn bộ cầu sử dụng SiC hoặc GaN, FETs, hoặc IGBTs
- Kiểm tra xung kép (DPT)
- Đo cổng nổi
- Thiết kế bộ đổi điện
- Thiết kế bộ cấp nguồn chuyển mạch
- Giám sát dòng điện ở tình trạng ổn định, ngủ và thức

Mẹo mở rộng phạm vi đo, giảm tối thiểu rắc rối, và giảm nhiễu

Que đo dòng điện cách ly IsoVu rất phù hợp cho cả phép đo dòng điện cao và thấp là thách thức hoặc bất khả thi với que đo máy hiện sóng dạng kẹp dựa trên cảm biến. Với ba đầu giảm dần khác nhau, bạn có thể dễ dàng đo một loạt dòng điện dựa trên điện trở shunt và định mức công suất.

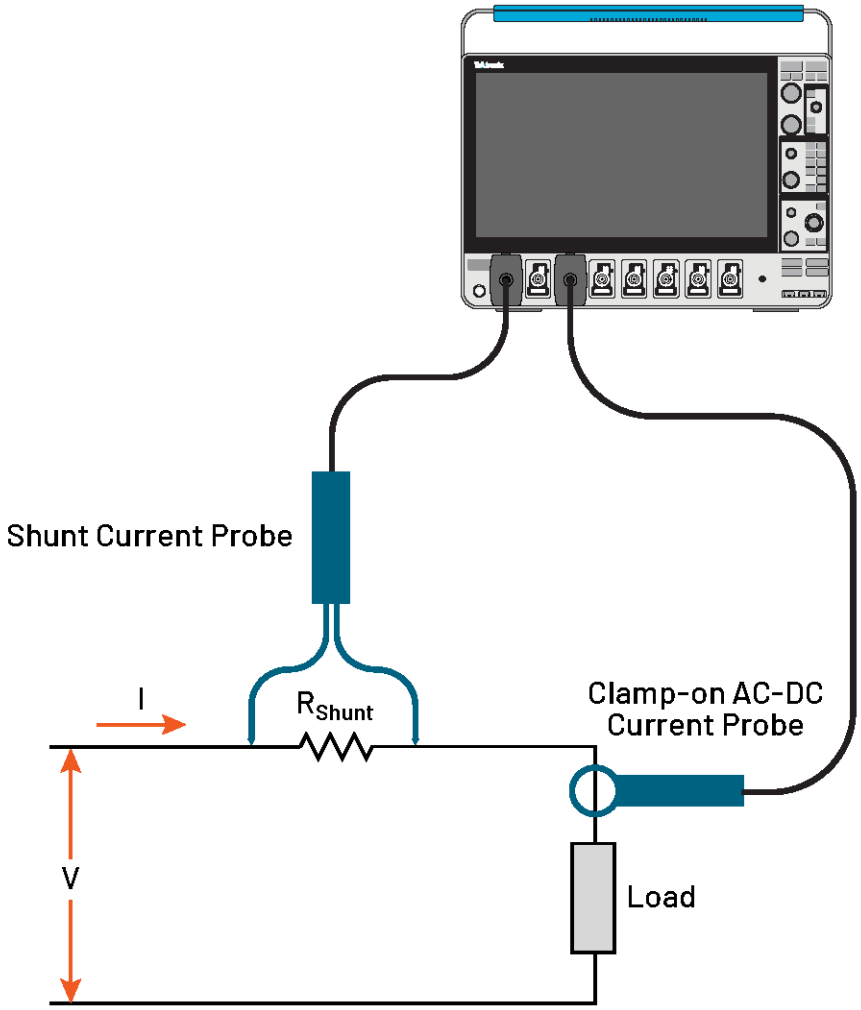
Que đo được thiết kế để cung cấp phép đo dòng điện hiệu năng cao đồng thời mang đến khả năng kết nối thuận tiện. Đầu được trang bị đầu nối MMCX và SMA để đảm bảo che chắn và nối đất đúng cách, rất quan trọng để giảm tối đa nhiễu, nối đất vòng, và đảm bảo phép đo dòng điện chính xác. Những đầu này cho phép kết nối trực tiếp với hầu hết shunt có sẵn trên thị trường, nhưng bạn cũng có thể sử dụng bộ chuyển đổi thích hợp để nối đầu với shunt của chúng.

Đầu que đo kết nối thân que đo với giao diện IsoConnect™ đảo được độc đáo, cho phép bạn gắn khớp đầu mà không phải lo về hướng. Được thiết kế cho sự linh hoạt, đầu que đo có bán kính uốn cong nhỏ, hỗ trợ kết nối trong không gian hẹp. Que đo tiêu chuẩn bao gồm một bộ chuyển đổi ba chân và hai chân để bố trí và định vị thuận tiện trong thiết lập kiểm tra.

Đo shunt dòng điện

Có hai phương pháp để đo dòng điện trong hệ thống kiểm tra. Phương pháp đầu tiên liên quan đến việc cảm trường xung quanh dây dẫn điện và chuyển chúng thành tín hiệu đại diện cho dòng điện. Phương pháp này được hầu hết các loại que đo dòng điện kiểu kẹp hoặc cuộn Rogowski sử dụng. Phương pháp thứ hai liên quan đến việc đo dòng điện bằng định luật Ohm. Một người có thể đo dòng điện bằng cách đo sụt giảm điện áp giữa resistor shunt chính xác, phương pháp được que đo dòng điện cách lý IsoVu sử dụng.

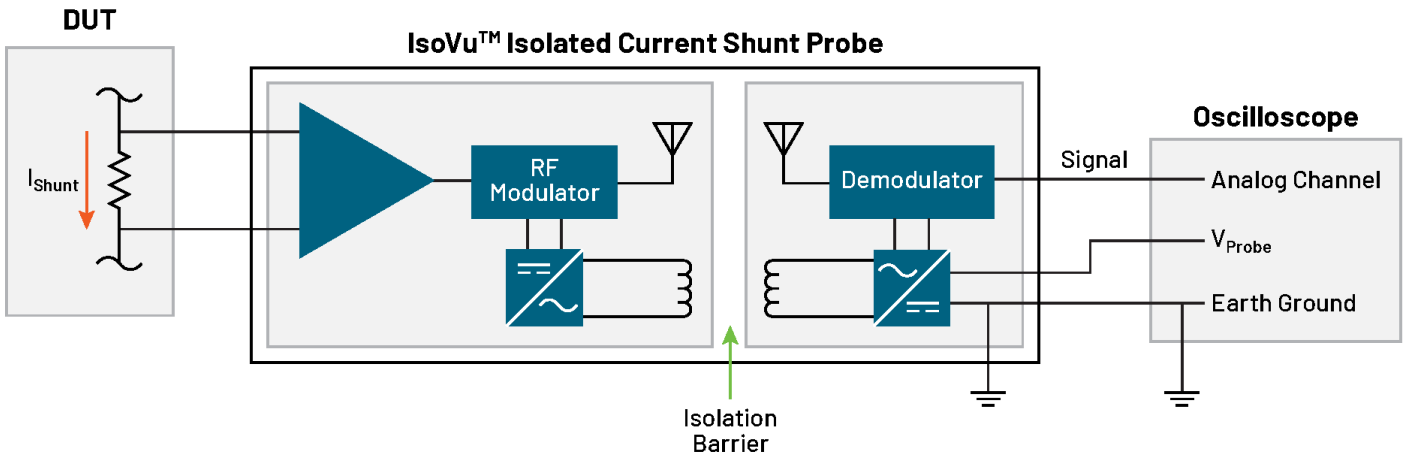
Shunt dòng điện, hay resistor xem dòng điện (CVR), thường có phản hồi tần số rộng, đo chính xác cả dòng AC và DC trong toàn phổ tần bao quát. Kích cỡ nhỏ gọn của loại này cho phép tích hợp dễ dàng vào mạch hiện có với yêu cầu tối thiểu về không gian. Mặc dù resistor shunt phải được thiết kế vào PCB và gây ra sụt áp, nhưng chúng có một số lợi thế quan trọng so với phép đo dòng điện dựa trên cảm biến, bao gồm độ chính xác cao, độ méo tối thiểu và độ nhiễu thấp.



Cách ly cho phép đo nổi và nhiễu cực thấp

Que đo dòng điện cách ly IsoVu cho phép bạn thực hiện các phép đo dòng điện động chính xác hơn trên máy hiện sóng, ngoài giới hạn thông thường.

Không giống như biến áp, que đo dòng điện hiệu ứng Hall hoặc Rogowski, que đo dòng điện cách ly IsoVu cho phép đo từ DC đến hàng trăm MHz khi được ghép nối với shunt hiệu năng cao hoặc CVRs. Cách ly RF hoàn toàn giữa đầu que đo và máy hiện sóng loại bỏ vòng nối đất và giúp cung cấp tỷ lệ loại bỏ chế độ chung (CMRR) xuất sắc đến 90 dB ở 1 MHz để giảm mạnh nhiễu chế độ chung. Suy giảm thấp và trở kháng đầu vào (50 Ω) giới hạn đóng góp của nhiễu dưới mức đóng góp nhiễu 4,7 nV/√Hz (<150 µV ở 1 GHz) khi đo điện áp thấp (± 0,5 V) trong tất cả shunt.

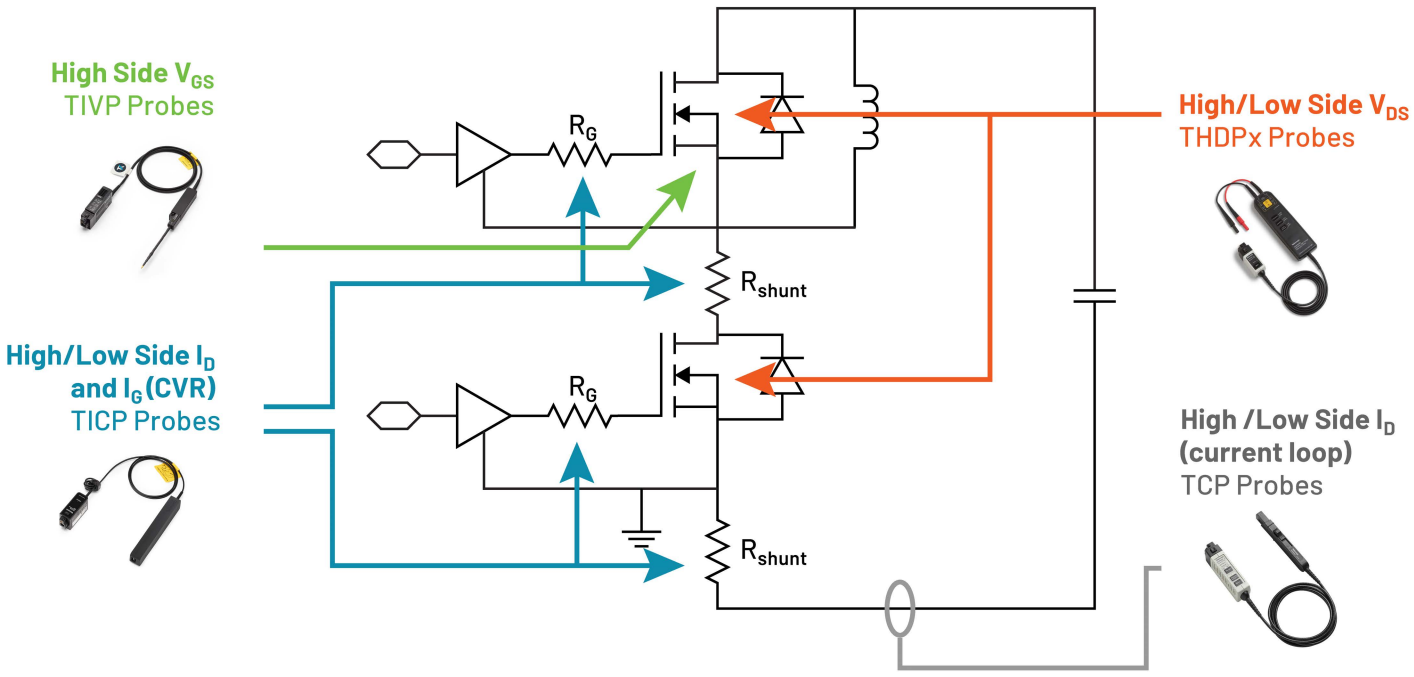


Kiểm tra ngoài nhiệt độ xung quanh với đầu đo nhiệt độ cực hạn

Đầu đo nhiệt độ cực hạn (ET) cho phép đo dòng điện trong phạm vi nhiệt độ bao quát từ -40°C đến +125°C. Cáp đầu 6 foot tùy chọn này cung cấp khả năng kết nối thuận tiện giữa DUT nằm trong buồng nhiệt độ và máy hiện sóng Tektronix và que đo dòng điện cách lý nằm ngoài buồng. Có sẵn ba cấu hình suy giảm, cung cấp hiệu suất băng thông vượt trội đến 700 MHz.

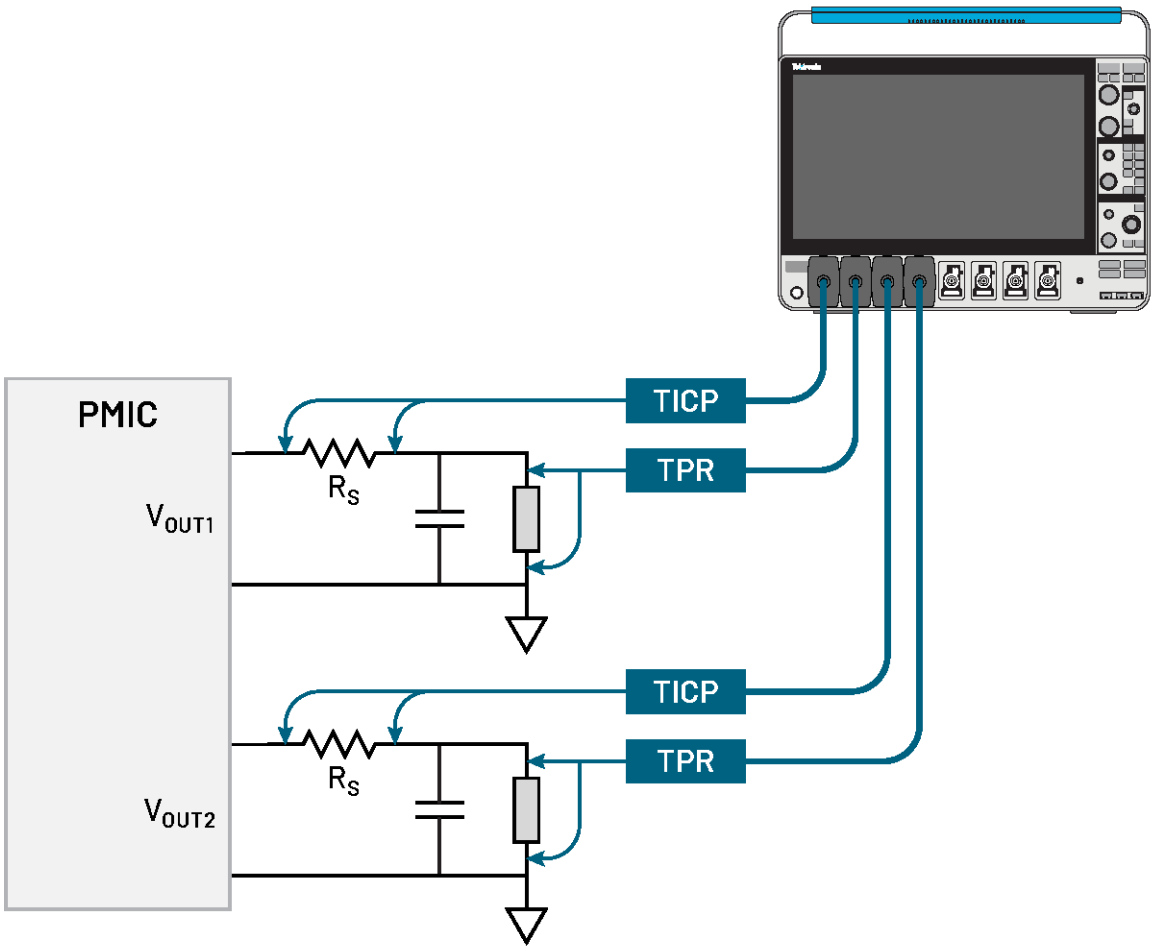
Đo dòng điện có độ chính xác cao trong hệ thống cao áp

Que đo dòng điện cách ly IsoVu cung cấp băng thông bạn cần để nhìn thấy chính xác thời gian tăng nhanh của thiết bị chuyển mạch vùng cấm rộng (WBG). Điều này cho phép bạn đo chính xác dòng điện động trong bộ đổi điện GaN và SiC công suất cao. Que đo bổ sung cho que đo điện áp cách ly IsoVu mang tính đột phá và đại diện cho đổi mới cách ly tương tự trong phép đo dòng điện. Việc cách ly loại bỏ vòng nối đất và cho phép đo chính xác dòng xả bên cao (Ids).



Đo dòng điện thấp trong hệ thống công suất thấp

Que đo dòng điện cách ly IsoVu có băng thông để đo tiêu thụ dòng điện trong các hoạt động của hệ thống cụ thể và chuyển từ trạng thái ngủ sang hoạt động. Kiến trúc nhiễu thấp rất quan trọng để đo chính xác dòng điện thấp trong toàn shunt. Định mức điện áp chế độ chung của những que đo này cao hơn hầu hết các que đo vi sai, cho phép đo shunt dòng điện trên thanh ray điện áp cao hơn. Khi được ghép nối với nhiễu thấp của MSO 6 Series, hệ thống tổng thể cung cấp hiệu năng nhiễu thấp để đo hiệu quả dòng điện thanh ray.



Đo dòng điện với shunt dải rộng

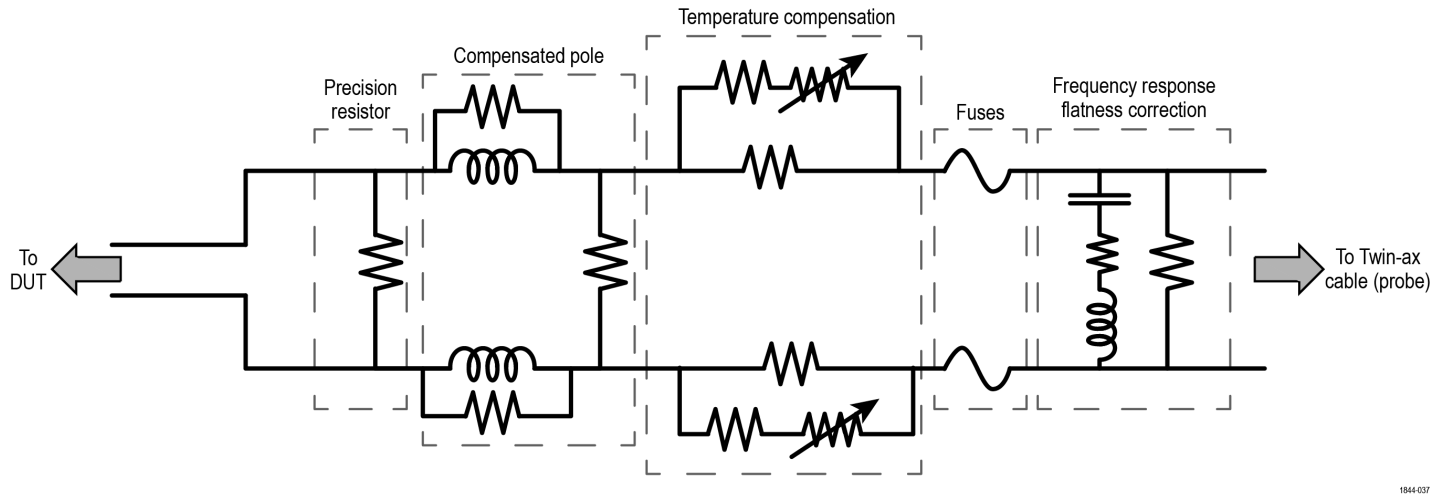
Hầu hết shunt dòng điện thương mại hoạt động ở băng thông thấp, tối đa chỉ vài chục Megahertz. Ngoài phạm vi băng thông này, hiệu ứng điện cảm ký sinh của chúng sẽ bắt đầu xuất hiện, ảnh hưởng đến các phép đo dòng điện và làm cho chúng kém hữu ích hơn cho các phép đo chính xác.

Shunt dải rộng dành cho que đo dòng điện cách ly IsoVu™ cung cấp các phép đo dòng điện đầu ngành với băng thông lên đến 250 MHz, gấp hơn năm lần băng thông của hầu hết các shunt thương mại hiện có, cùng với đặc tính suy giảm mượt mà, khả năng loại bỏ nhiễu chế độ chung cao và độ nhiễu thấp.

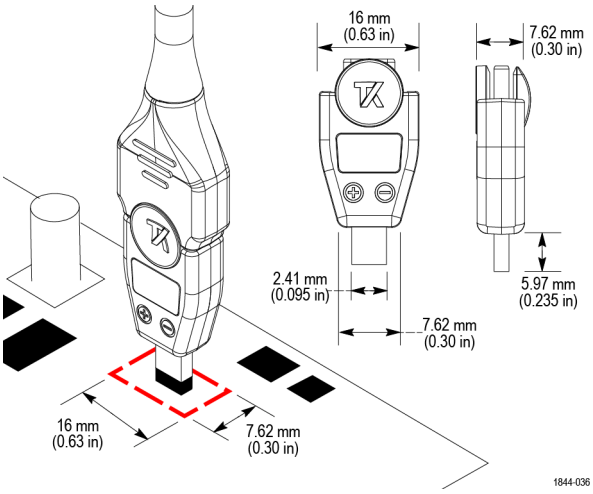
Ngoài chức năng bù tần số, thiết bị còn tích hợp chức năng bù nhiệt độ giúp duy trì độ khuếch đại ổn định trong toàn bộ phạm vi nhiệt độ hoạt động. Shunt dải rộng đóng vai trò là tuyến phòng thủ đầu tiên chống lại các xung điện áp và quá dòng. Cầu chì tích hợp, khoảng hở tia lửa điện và lớp cách ly hoạt động cùng nhau để bảo vệ thiết bị trong các điều kiện thử nghiệm khắc nghiệt.

Shunt thông minh cắm là chạy này tích hợp với máy hiện sóng Tektronix để đo dòng điện—tự động cấu hình đơn vị và thang đo dọc, đảm bảo các phép đo được thực hiện ở mức độ nhiễu tối thiểu. Chúng kết nối với DUT bằng cách sử dụng chấu vuông tiêu chuẩn ngành.

Kết hợp với máy hiện sóng Tektronix, phần mềm và các que đo dòng điện cách ly, shunt dải rộng tiên tiến này cho phép xác định chính xác dòng điện chờ và dòng điện hoạt động trong các thiết kế nhúng, hệ thống điện toán hiệu năng cao và bất kỳ ứng dụng nào yêu cầu đo dòng điện băng thông cao chính xác.



Wideband shunt block diagram



Thông số kỹ thuật

Tất cả thông số kỹ thuật là giá trị điển hình và áp dụng cho mọi kiểu máy trừ khi có lưu ý khác.

Thông tin tổng quan về đầu và que đo

Tổng quan về que đo dòng điện cách ly IsoVu

Đặc điểm	TICP100	TICP050	TICP025
Băng thông	1 GHz	500 MHz	250 MHz
Thời gian tăng	400 ps	700 ps	1,4 ns
Độ lợi DC chính xác	±1,5%		
Điện áp chế độ chung tối đa	1800 V; Để sử dụng trong môi trường có Độ ô nhiễm 1; Tối đa với cấp quá độ không vượt $5kV_{pk}$		
	1300 V; Độ ô nhiễm 2; Tối đa với cấp quá độ không vượt $5kV_{pk}$		
	600 V cho CAT III; Độ ô nhiễm 2		
	1000 V cho CAT II; Độ ô nhiễm 2		
Mật độ phổ nhiễu RMS	4,70 nV / √Hz (<21 μV_{RMS} ở 20 MHz)		
Chiều dài cáp que đo	2 mét		

Tổng quan về shunt dải rộng TICS

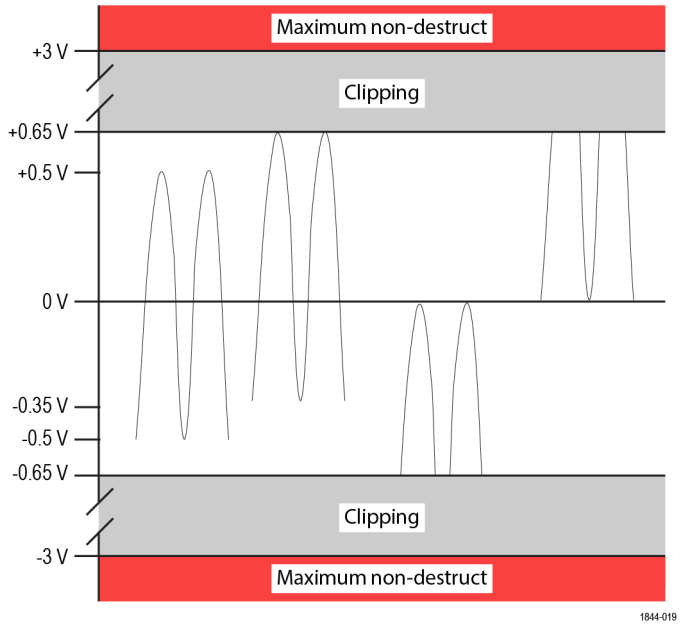
Đặc điểm	TICS0005	TICS0050	TICS0500	TICS5000
Điện trở	5 MΩ	50 mΩ	500 mΩ	5 Ω
Băng thông	250 MHz	250 MHz	250 MHz	250 MHz
Thời gian tăng	1,6 ns	1,6 ns	1,6 ns	1,6 ns
Dòng điện xung tối đa (Giảm công suất dựa trên độ rộng xung hiện tại. Tham khảo biểu đồ đường cong dòng điện có xung)	200 A	20 A	2 A	200 mA
Dòng điện tối da (A DC)	12 A	4,5 A	1,4 A	200 mA
Dòng điện tối thiểu (A) tương đương hai lần mức nhiễu ở băng thông đầy đủ	30 mA	3 mA	300 µA	30 µA
Nền nhiễu (A RMS) ở băng thông đầy đủ	15 mA	1,5 mA	150 µA	15 µA
Phạm vi động	±100 A	±10 A	±1 A	±0,1 A
Định mức công suất	0,69 W	1,0 W		

Đặc điểm	TICS0005	TICS0050	TICS0500	TICS5000
Độ lợi DC chính xác	<2%			
Độ cảm đặt	2 nH đến 3 nH cho chấu vuông với chân nối			
	4 nH đến 5 nH cho chấu vuông với shunt			
	9 nH đến 10 nH cho phụ kiện cặp xoắn với shunt			
Chiều dài cáp trục đôi	229 mm (9 inch)			
Cầu chì tích hợp có điện áp định mức tối đa có thể ngắt là 400 V; vượt quá điện áp này, hiện tượng phóng điện hồ quang có thể xảy ra giữa hai đầu cầu chì hở, cho phép dòng điện tiếp tục di chuyển.				

Phạm vi điện áp đầu vào, trở kháng đầu vào

Phạm vi điện áp đầu vào vi sai + phạm vi bù không nên vượt quá *điện áp đầu vào đo được tối đa*. Ví dụ: bù được giới hạn ở ±0,15 V trong phạm vi ±0,5 V của TICPSMA.

Đầu que đo	Phạm vi điện áp đầu vào vi sai	Phạm vi bù	Điện áp đầu vào đo được tối đa (Vpk)	Điện áp vi sai không phá hủy tối đa	Trở kháng đầu vào
TICPSMA	±0,5 V	±0,5 V	0,65 V	±3 V; 3 V_{RMS}	50 Ω || N.A.
TICPMM1/TICPMM1ET	±0,5 V	±0,5 V	0,65 V	±3 V; 3 V_{RMS}	50 Ω || N.A.
TICPMM10/ TICPMM10ET	±5 V	±5 V	6,5 V	±15 V; 15 V_{RMS}	500 Ω || <3 pF
TICPMM100/ TICPMM100ET	±50 V	±50 V	50 V	±60 V; 60 V_{RMS}	5000 Ω || <3 pF
Độ bù ±0,5 V đầy đủ có sẵn trong phạm vi ±0,125 V của que đo dòng điện cách ly IsoVu.					



Differential input voltage range

Sàn nhiễu (A RMS)

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

Mức nhiễu của que đo dòng điện cách ly IsoVu (A RMS)

Lựa chọn shunt	20 MHz	250 MHz	1 GHz
50 Ω TICP làm 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

Sàn nhiễu shunt dải rộng (A RMS)

Lựa chọn shunt	20 MHz	120 MHz	250 MHz
5 Ω (TICS5000)	4,2 µA	10 µA	15 µA
500 mΩ (TICS0500)	42 µA	100 µA	150 µA
50 mΩ (TICS0050)	420 µA	1,0 mA	1,5 mA
5 mΩ (TICS0005)	4,2 mA	10 mA	15 mA
Sàn nhiễu shunt dải động phụ thuộc vào phạm vi đầu vào, băng thông và giá trị shunt của TICP. Số ở trên được tính với TICP trong phạm vi ±20 mV.			

Dòng điện đo được tối đa

Tối đa tùy vào định mức công suất shunt.

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

Dòng điện đo được tối đa của que đo dòng điện cách ly IsoVu

Lựa chọn shunt	TICPMM1	TICPSMA	TICPMM10	TICPMM100
50 Ω TICP làm shunt	13 mA		-	-
Shunt 5 Ω	130 mA		1,3 A	10 A
Shunt 1 Ω	650 mA		6,5 A	50 A
Shunt 500 mΩ	1,3 A		13 A	100 A
Shunt 50 mΩ	13 A		130 A	1.0 kA
Shunt 5 mΩ	130 A		1,3 kA	10 kA
Shunt 500 µΩ	1,3 kA		13 kA	100 kA
Shunt 50 µΩ	13 kA		130 kA	1000 kA
Shunt 15 µΩ	43,3 kA		433,3 kA	3300 kA

Dòng điện đo được tối đa của shunt dải rộng

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

Giảm công suất dựa trên độ rộng xung hiện tại. Độ rộng xung được tính dựa trên tín hiệu đầu vào dạng Sóng vuông. Đối với tín hiệu đầu vào dạng Sóng tam giác (như trong Thử nghiệm xung kép), độ rộng xung tối đa có thể được nhân với 3,5. Ví dụ: đối với thử nghiệm xung kép đạt đỉnh 20 A, điện trở TICS 50 mΩ có thể chịu được xung tăng dần trong 3,5 ms. Một xung sóng vuông 20 A chỉ có thể duy trì trong 1 ms.

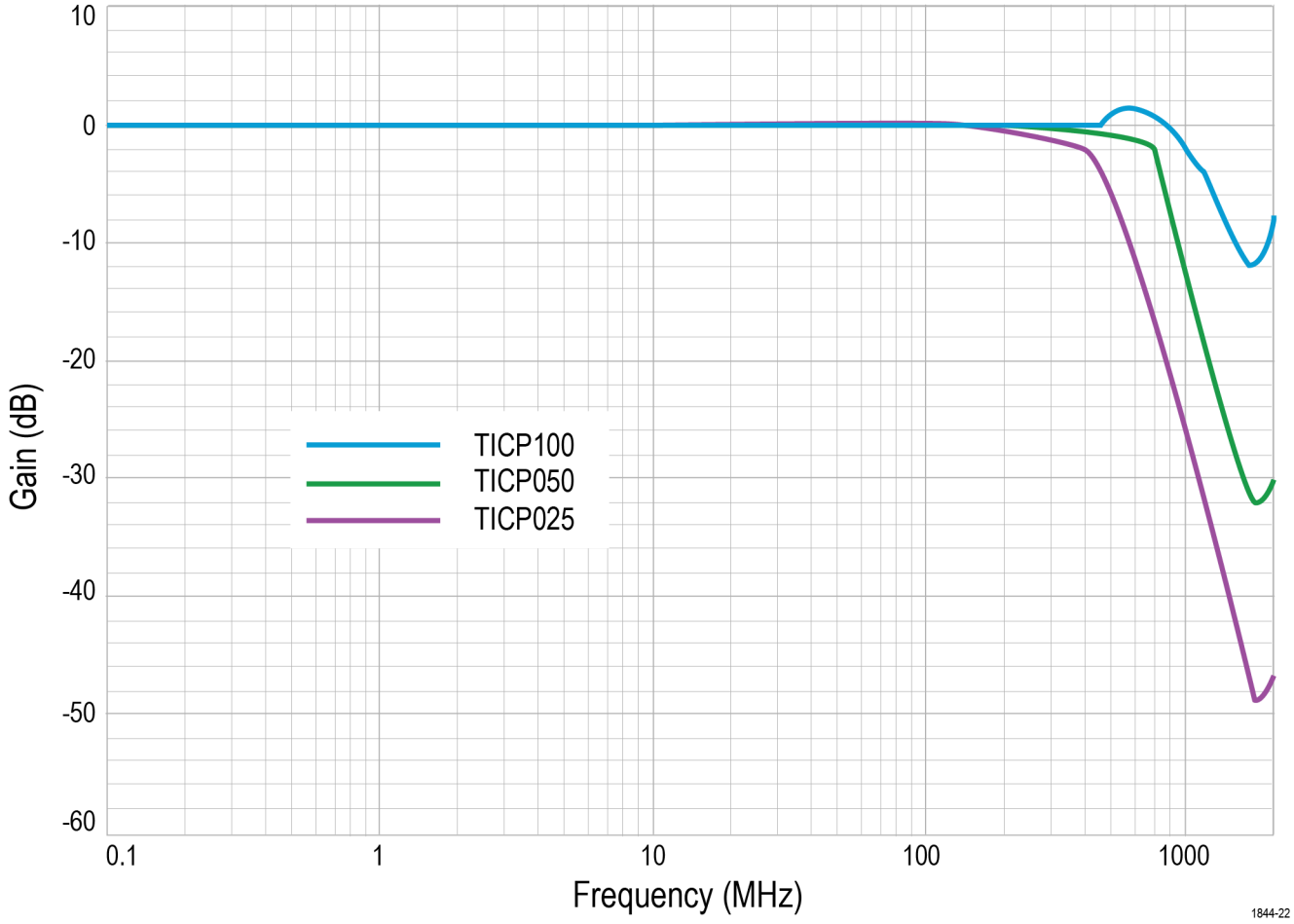
Phạm vi que đo

Số lượng được công bố cho đầu TICPSMA và TICPMM1. Đối với đầu 10X hoặc 100X, lần lượt nhân với 10 hoặc 100.

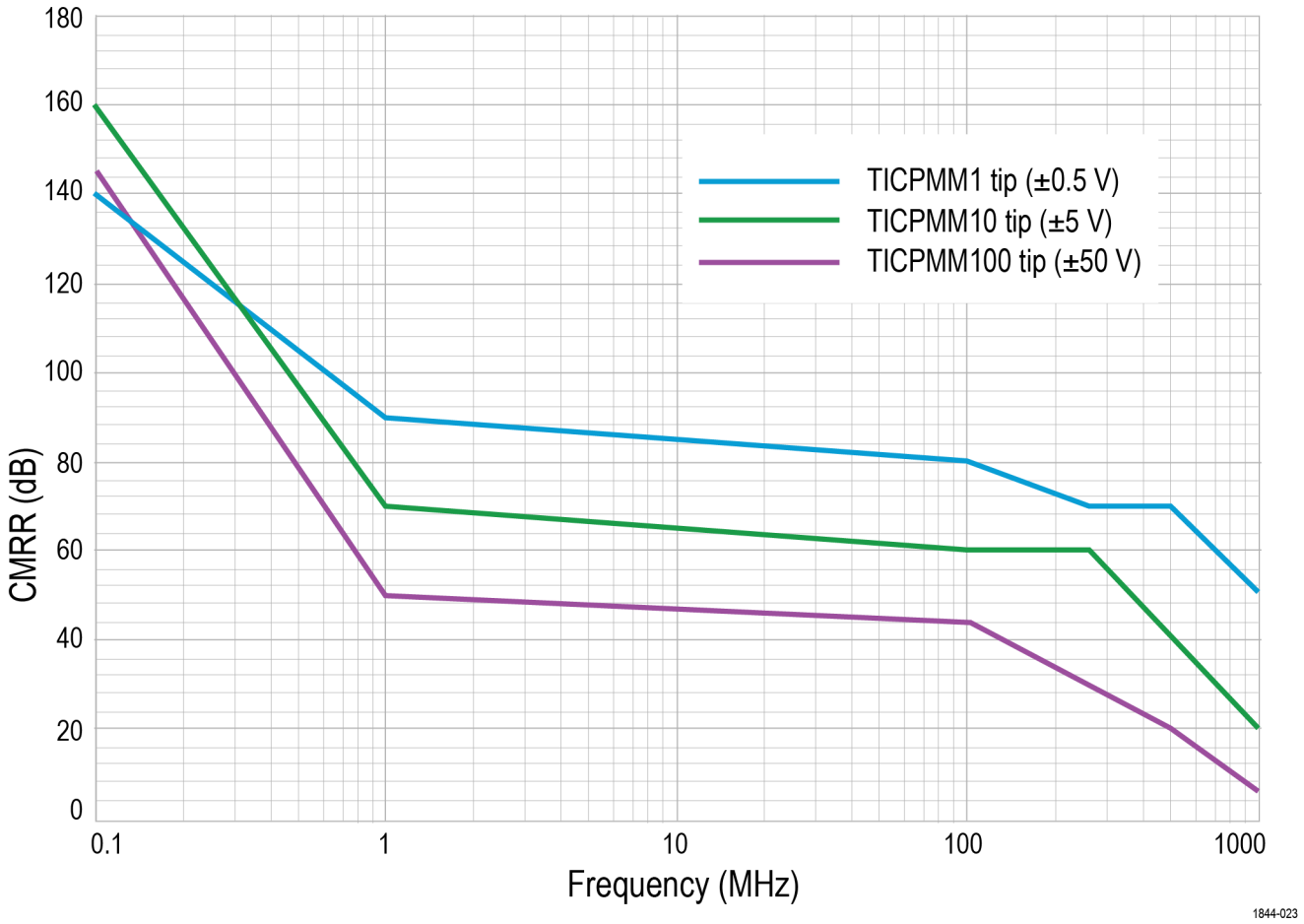
Phạm vi đầu vào	Phạm vi bù	Mật độ phổ nhiễu RMS (V_{RMS})	Sàn nhiễu ở 20 MHz (V_{RMS})
±0,5 V	±0,15 V	22,9 nV / √Hz	102,5 μV_{RMS}
±0,35 V	±0,30 V	17,4 nV / √Hz	77,8 μV_{RMS}
±0,25 V	±0,40 V	15,0 nV / √Hz	67,2 μV_{RMS}
±0,175 V	±0,475 V	9,5 nV / √Hz	42,4 μV_{RMS}
±0,125 V	±0,5 V	8,7 nV / √Hz	38,9 μV_{RMS}
±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}

CMRR shunt dải rộng

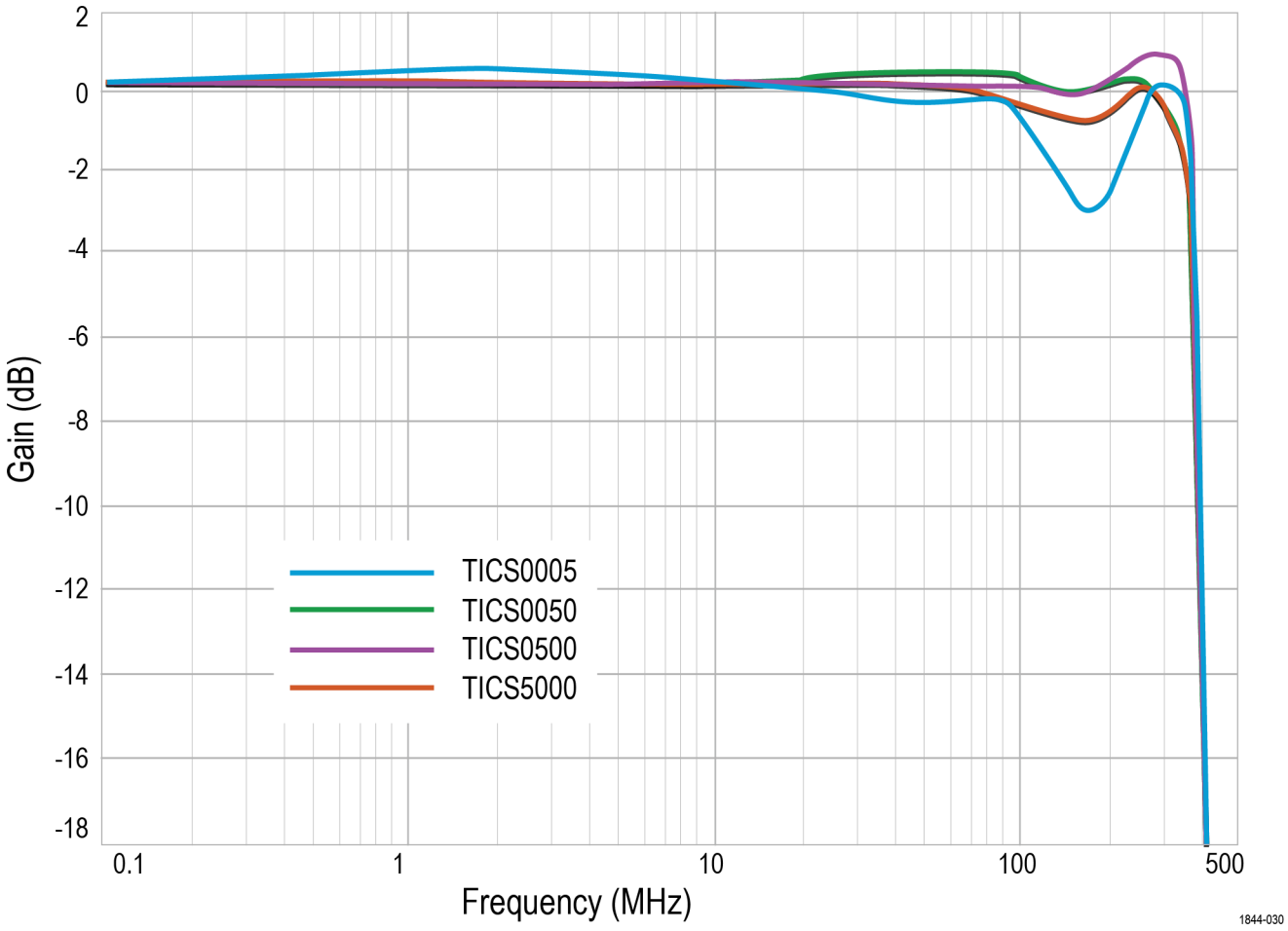
Cáp đầu cảm biến	DC	1 MHz	100 MHz	250 MHz
5 Ω (TICS5000)	120 dB	105 dB	52 dB	40 dB
500 mΩ (TICS0500)	120 dB	105 dB	67 dB	55 dB
50 mΩ (TICS0050)	120 dB	110 dB	80 dB	70 dB
5 mΩ (TICS0005)	120 dB	110 dB	90 dB	82 dB



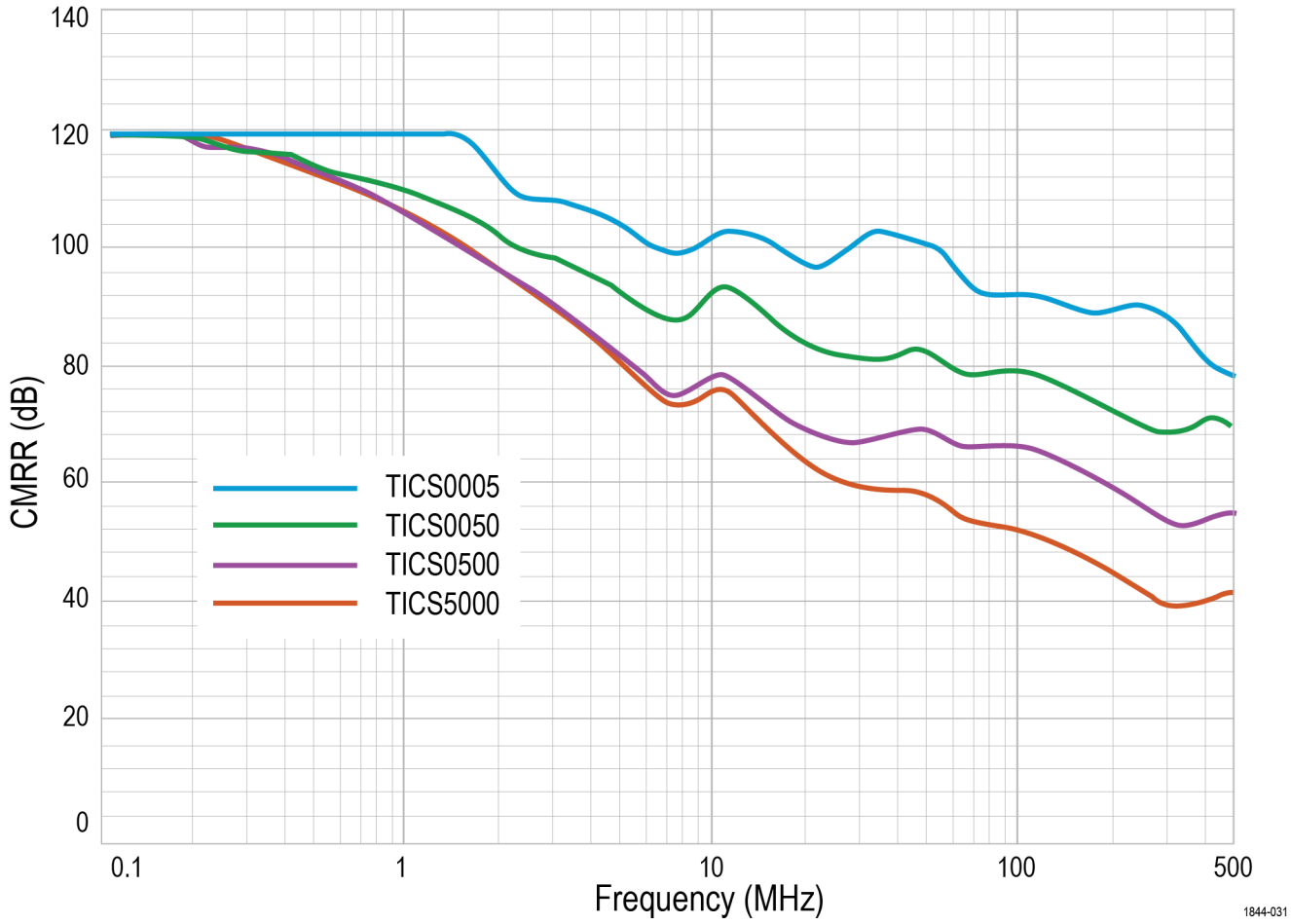
IsoVu isolated current probes frequency response



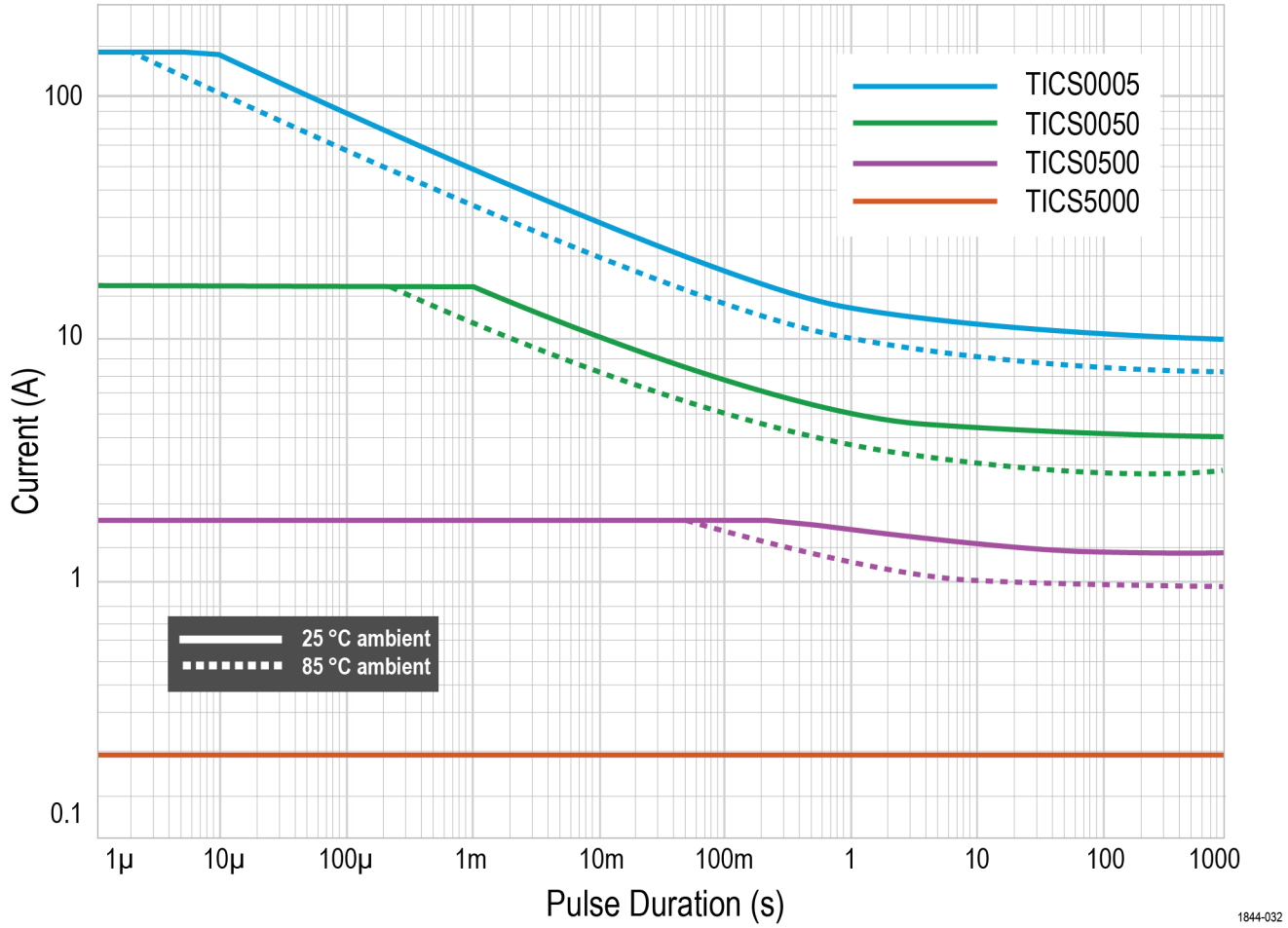
IsoVu isolated current probes common mode rejection ratio (CMRR)



Wideband shunts frequency response



Wideband shunts CMRR



Wideband shunts square-wave pulse current derating curve

Độ rộng xung được tính dựa trên tín hiệu đầu vào dạng Sóng vuông. Đối với tín hiệu đầu vào dạng Sóng tam giác (như trong Thử nghiệm xung kép), độ rộng xung tối đa có thể được nhân với 3,5. Ví dụ: đối với thử nghiệm xung kép đạt đỉnh 20 A, điện trở TICS 50 mΩ có thể chịu được xung tăng dần trong 20,5 ms. Một xung sóng vuông 20 A chỉ có thể duy trì trong 1 ms.

Tính toán giảm công suất dòng xung của shunt dải rộng

Tính toán dòng điện cực đại cho xung dòng điện vuông có độ rộng *t* bằng cách sử dụng phương trình sau:

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

Đối với xung hoặc dốc cách ly (chu kỳ hoạt động thực tế bằng không):

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

Đối với hoạt động lặp đi lặp lại với chu kỳ làm việc *0 < D ≤ 1, P* $_{max}$ sẽ tiếp tục giảm theo biểu thức giảm công suất theo chu kỳ làm việc dưới đây:

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

Các hệ số *P* $_d$ và *C* được lập bảng theo nhiệt độ môi trường và mô hình shunt; vui lòng tham khảo bảng sau để biết giá trị.

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

Ví dụ

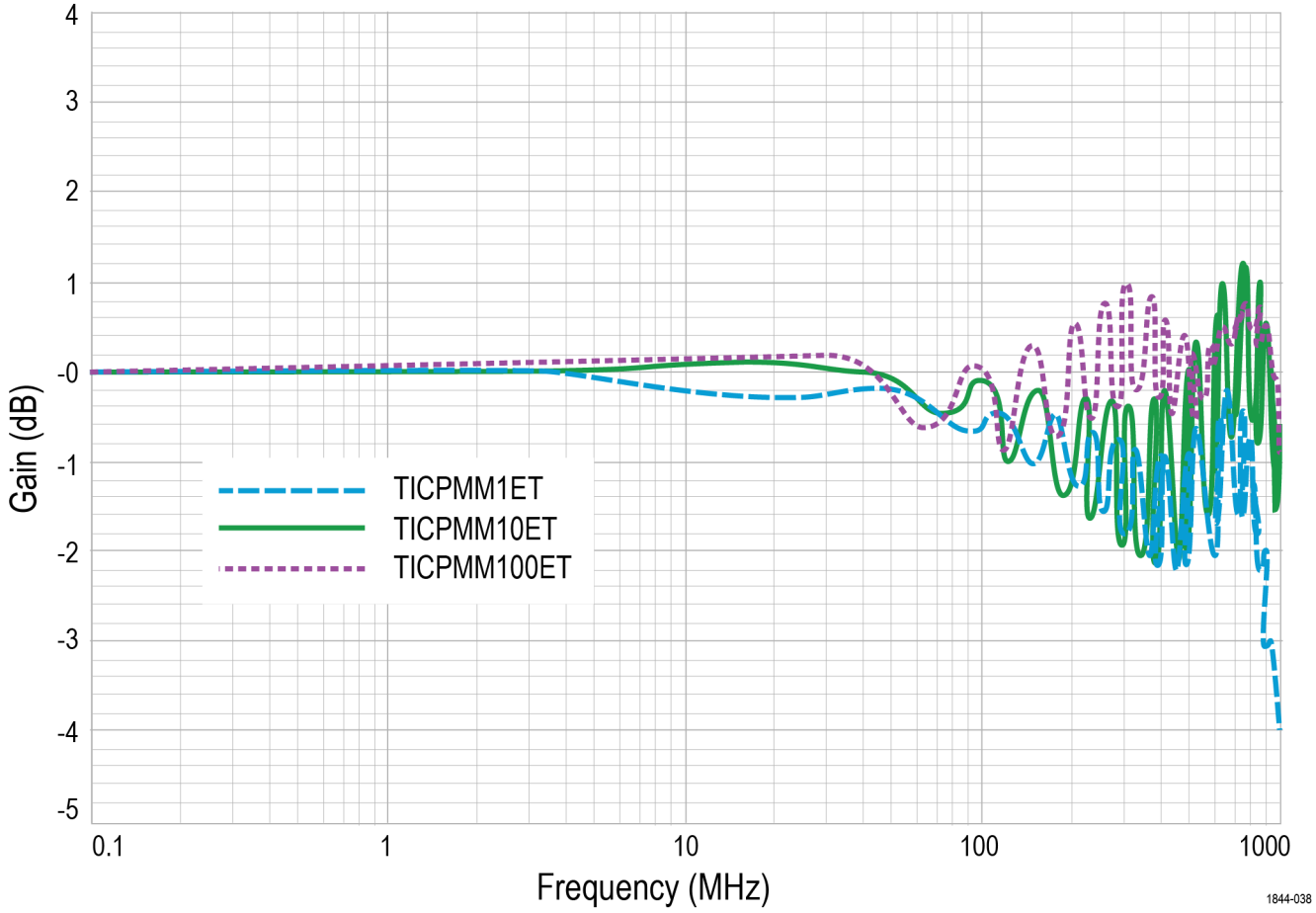
Một chuỗi xung kép gồm 5 xung bắt đầu từ 0 A và tăng dần trong khoảng thời gian 100 µs. Mặc dù có những khoảng thời gian TẮT ngắn giữa các xung, nhưng cách tính toán độ rộng xung thận trọng hơn là giả định rằng những khoảng thời gian đó không tồn tại và mô hình hóa đường dốc như một tín hiệu liên tục. Ngoài ra, vì phép thử xung kép là dạng sóng dốc nên hệ số tỷ lệ 3,5X được áp dụng cho *t*.

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

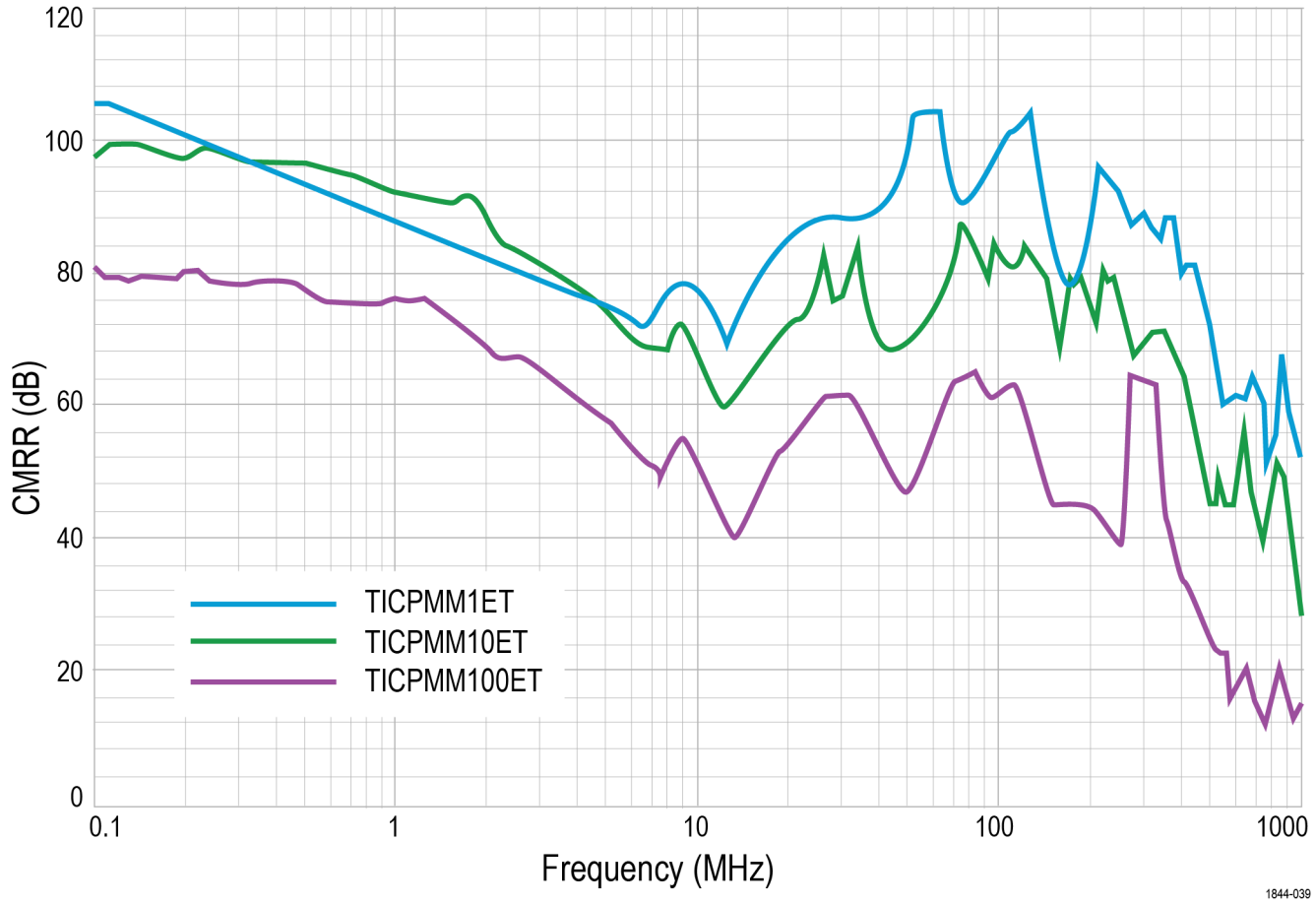
$$P_{max} = P_d + \frac{C}{\sqrt{t}} = 0.69 + \frac{0.6}{\sqrt{28.6 \cdot 10^{-6}}} = 113\ W$$

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

Phép tính trên cho thấy TICS0005 có điện trở 5 mΩ sẽ chịu được dòng điện tăng đột ngột 150 A kéo dài dưới 100 µs.



Extreme temperature tip frequency response



Extreme temperature tip CMRR

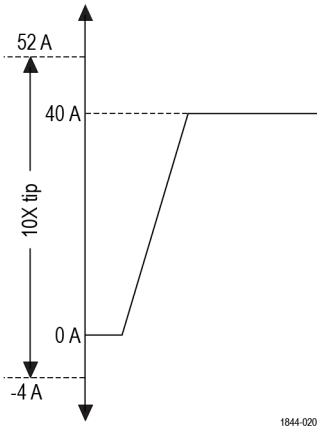
Ví dụ ứng dụng

Ví dụ ứng dụng cho Vùng cấm rộng (WBG) và tính toàn vẹn công suất PMIC.

Ví dụ WBG (800V, 40 A điển hình; 0,125 Ω shunt)

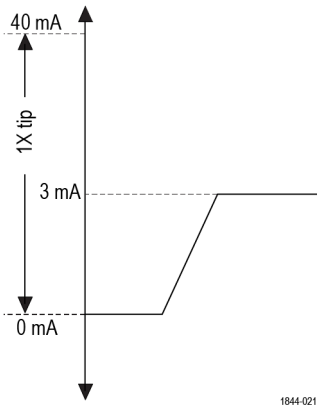
Trong mạch 800 V SiC chuyển mạch ở 40 A, shunt 125 mΩ sẽ tạo ra tín hiệu 5 V. Để đo điều này bằng que đo dòng điện cách ly IsoVu, phải sử dụng đầu 10X. Trong phạm vi ±3,5 V áp dụng bù 24 A.

Phạm vi dòng điện đo được từ 52 A đến -4 A. Ở cài đặt này, sàn nhiễu RMS ở băng thông 250 MHz là 2,2 mA RMS



Tính toàn vẹn công suất PMIC (48 V, 3 mA điển hình; 1 Ω shunt)

Trên bus PMIC 48 V, dòng điện chờ 3 mA sẽ tạo ra một tín hiệu 3 mV trên shunt 1 Ω. Sử dụng đầu 1X trong phạm vi ±20 mV nhạy cảm nhất, áp dụng độ bù để xem dòng điện 3 mV và chụp quá độ từ 0 A đến 40 mA với sàn nhiễu RMS 21,2 µA

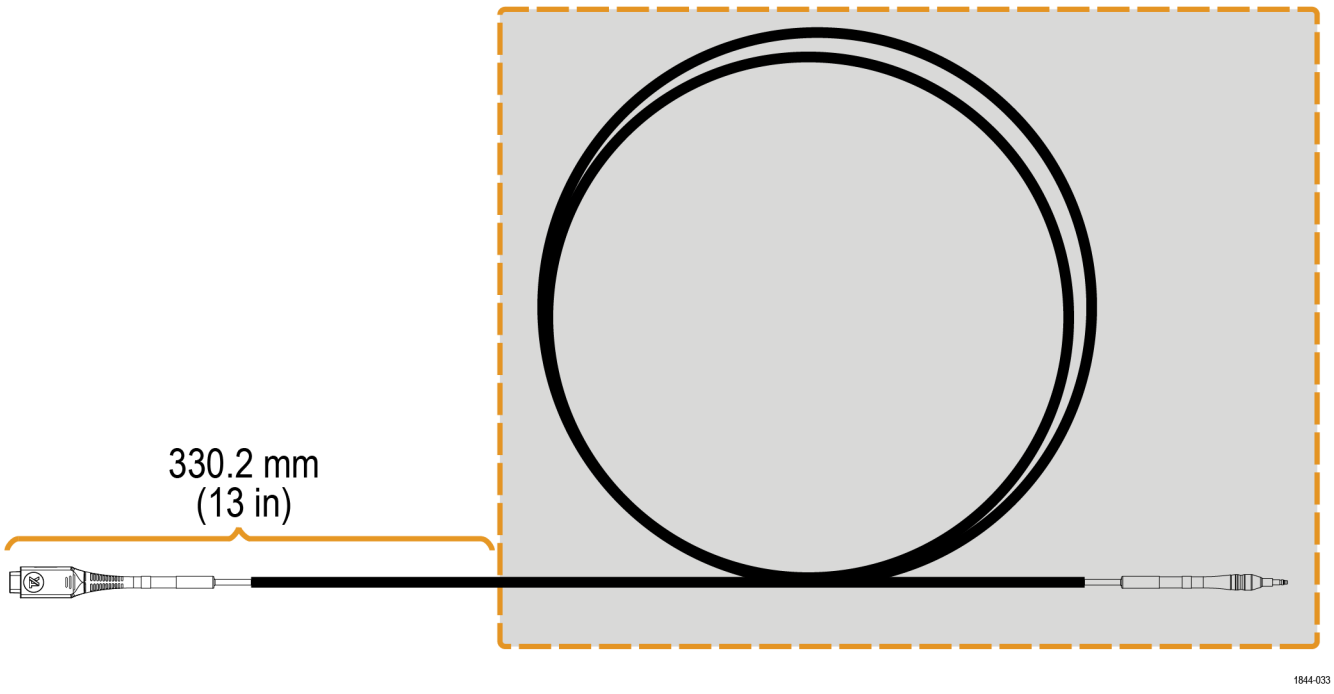


Yêu cầu về môi trường

Đặc điểm	Bộ phận	Vận hành	Không vận hành
Hộp bù nhiệt, que đo và nhiệt độ bộ chuyển đổi đầu SMA		0°C đến +50°C	-20°C đến +70°C
Nhiệt độ đầu tiêu chuẩn	TICPMM1, TICPMM10, TICPMM100, TICS0005, TICS0050, TICS0500, TICS5000, TICPTWCBL	-40°C đến +85°C	-40°C đến +85°C
Nhiệt độ đầu nhiệt độ cực hạn (ET)	TICPMM1ET, TICPMM10ET, TICPMM100ET	-40°C đến +125°C	-40°C đến +125°C; Nhiệt độ bảo quản từ -40°C đến +85°C
Độ ẩm	Tất cả bộ phận	Độ ẩm tương đối 5% đến 85% đến +40°C, độ ẩm tương đối 5% đến 45% đến +50°C, không ngưng tụ	Độ ẩm tương đối 5% đến 85% đến +40°C, độ ẩm tương đối 5% đến 45% đến +70°C, không ngưng tụ
Độ cao	Tất cả bộ phận	Lên đến 3.000 mét	Lên đến 12.000 mét

Que đo nhiệt độ cực hạn (ET) của Tektronix cho phép đo dòng điện chính xác trong các ứng dụng kiểm tra môi trường trên phạm vi hoạt động mở rộng từ –40°C đến +125°C.

Trong hình minh họa bên dưới, vùng đổ bóng bên trong đường viền nét đứt biểu thị vùng hoạt động được khuyến nghị cho điều kiện nhiệt độ cực hạn. Để ngăn chặn hiện tượng rò rỉ từ cổng truy cập buồng môi trường ảnh hưởng đến que đo, vùng làm việc này nên bắt đầu cách que đo ít nhất 13 inch (330,2 mm).



Tuân thủ quy định

EMC

Tuân thủ Chỉ thị EMC của Liên minh châu Âu (dấu CE)

An toàn

Tuân thủ Chỉ thị điện áp thấp của Liên minh châu Âu (dấu CE)

Tuân thủ ANSI/UL61010-1 (dấu CSA)

Tuân thủ ANSI/UL61010-2-030 (dấu CSA)

Đạt chứng nhận CAN/CSA C22.2 Số 61010-1 (dấu CSA)

Đạt chứng nhận CAN/CSA C22.2 Số 61010-2-030 (dấu CSA)

RoHS

Tuân thủ Giới hạn về chất nguy hiểm của Liên minh châu Âu (dấu CE)

Thông tin đặt hàng

Chọn tùy chọn và dụng cụ thích hợp cho nhu cầu đo của bạn.

Tổng quan về kiểu máy

Kiểu máy	Mô tả
TICP025	Que đo dòng điện cách ly 250 MHz Tektronix
TICP050	Que đo dòng điện cách ly 500 MHz Tektronix
TICP100	Que đo dòng điện cách ly 1 GHz Tektronix

Phụ kiện tiêu chuẩn

Bảng sau liệt kê các phụ kiện được giao cùng que đo.

Phụ kiện	Mô tả	Số hiệu bộ phận
	Cáp đầu que đo 1X với đầu nối MMCX	TICPMM1
	Cáp đầu que đo 10X với đầu nối MMCX	TICPMM10
	Bộ chuyển đổi đầu SMA	TICPSMA
	Kẹp trên cuộn cảm chế độ chung ferit	276-0905-XX
	Đế hai chân được dùng để giữ que đo.	020-3210-XX
	Bộ chuyển đổi ba chân cho phụ kiện sợi ¼ in - 20 UNC.	103-0508-XX
	Bộ chuyển đổi đầu que đo. Thích ứng đầu MMCX IsoVu với chấu vuông 0,025”, cách quãng 0,100” tiêu chuẩn	131-9717-XX

Phụ kiện	Mô tả	Số hiệu bộ phận
	Túi đựng mềm với phần lót xốp.	016-2147-XX

Phụ kiện khuyến nghị

Bảng sau liệt kê các phụ kiện tùy chọn.

Phụ kiện	Mô tả	Số hiệu bộ phận
	Đầu que đo 100X với đầu nối MMCX	TICPMM100
	Shunt công suất thấp 5 mΩ TICP	TICS0005 (Số lượng 1)
		TICS0005PK (Số lượng 10)
	Shunt công suất thấp 50 mΩ TICP	TICS0050 (Số lượng 1)
		TICS0050PK (Số lượng 10)
	Shunt công suất thấp 500 mΩ TICP	TICS0500 (Số lượng 1)
		TICS0500PK (Số lượng 10)
	Shunt công suất thấp 5000 mΩ (5 Ω) TICP	TICS5000 (Số lượng 1)
		TICS5000PK (Số lượng 10)
	Cáp TICP cho shunt	TICPTWCBL (Số lượng 1)
		TICPTWCBLPK (Số ượng 5)
	X1 đầu nhiệt độ cực hạn với đầu nối MMCX	TICPMM1ET
	X10 đầu nhiệt độ cực hạn với đầu nối MMCX	TICPMM10ET
	X100 đầu nhiệt độ cực hạn với đầu nối MMCX	TICPMM100ET

	Phụ kiện hàn cặp dây xoắn	174-7492-XX
	Bộ chuyển đổi chấu vuông sang MMCX, cách quãng 0,062”	131-9677-XX
	Cáp nắm MMCX đến IC	196-3546-XX
	Cáp nắm chấu vuông đến IC	196-3547-XX
	Kẹp MicroCKT	206-0569-XX

Máy hiện sóng được hỗ trợ

Có thể sử dụng hệ thống đo với những máy hiện sóng sau của Tektronix.

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

Tùy chọn dịch vụ

Bảo hành tiêu chuẩn

1 năm

Tùy chọn R3 - Dịch vụ sửa chữa 3 năm (bao gồm bảo hành)

Tùy chọn R5 - Dịch vụ sửa chữa 5 năm (bao gồm bảo hành)

Tùy chọn C3 - Dịch vụ hiệu chỉnh 3 năm

Tùy chọn C5 - Dịch vụ hiệu chỉnh 5 năm

Tùy chọn D1 - Báo cáo dữ liệu hiệu chỉnh

Tùy chọn D3 - Báo cáo dữ liệu hiệu chỉnh 3 năm (với Tùy chọn C3)

Tùy chọn D5 - Báo cáo dữ liệu hiệu chỉnh 5 năm (với Tùy chọn C5)

Tùy chọn T3

Gói bảo vệ tổng thể ba năm, bao gồm sửa chữa hoặc thay thế do mòn rách, sự cố bất ngờ, ESD hoặc EOS cùng với bảo trì phòng ngừa. Bao gồm thời gian xoay vòng 5 ngày và truy cập ưu tiên vào hỗ trợ khách hàng

Tùy chọn T5

Gói bảo vệ tổng thể năm năm, bao gồm sửa chữa hoặc thay thế do mòn rách, sự cố bất ngờ, ESD hoặc EOS cùng với bảo trì phòng ngừa. Bao gồm thời gian xoay vòng 5 ngày và truy cập ưu tiên vào hỗ trợ khách hàng

Que đo và phụ kiện không được bảo hành bởi bảo hành máy hiện sóng và Ưu đãi Dịch vụ. Tham khảo bảng dữ liệu của từng que đo và kiểu phụ kiện để biết bảo hành và điều khoản hiệu chuẩn độc nhất.

Tektronix đã đăng ký ISO 9001:2015 và ISO 14001:2015.

Thông tin liên lạc:

Úc 1 800 709 465
Áo* 00800 2255 4835
Bán đảo Balkan, Israel, Nam Phi và các quốc gia ISE +41 52 675 3777
Bỉ* 00800 2255 4835
Brazil +55 (11) 3530-8901
Canada 1 800 833 9200
Trung Đông Âu và các nước Baltic +41 52 675 3777
Trung Âu / Hy Lạp +41 52 675 3777
Đan Mạch +45 80 88 1401
Phần Lan +41 52 675 3777
Pháp* 00800 2255 4835
Đức* 00800 2255 4835
Hồng Kông 400 820 5835
Ấn Độ 000 800 650 1835
Indonesia 007 803 601 5249
Ý 00800 2255 4835
Nhật Bản 81 (3) 6714 3086
Luxembourg +41 52 675 3777
Malaysia 1 800 22 55835
Mexico, Trung/Nam Mỹ và Vùng Caribe 52 (55) 88 69 35 25
Trung Đông, châu Á, và Bắc Phi +41 52 675 3777
Hà Lan* 00800 2255 4835
New Zealand 0800 800 238
Na Uy 800 16098
Cộng hòa Dân chủ Nhân dân Trung Hoa 400 820 5835
Philippines 1 800 1601 0077
Ba Lan +41 52 675 3777
Bồ Đào Nha 80 08 12370
Hàn Quốc +82 2 565 1455
Nga / CIS +7 (495) 6647564
Singapore 800 6011 473
Nam Phi +41 52 675 3777
Tây Ban Nha* 00800 2255 4835
Thụy Điển* 00800 2255 4835
Thụy Sĩ* 00800 2255 4835
Đài Loan 886 (2) 2656 6688
Thái Lan 1 800 011 931
Vương quốc Anh / Ireland* 00800 2255 4835
Hoa Kỳ 1 800 833 9200
Việt Nam 12060128
*** Số điện thoại miễn phí ở châu Âu. Nếu không liên lạc được, hãy gọi:** +41 52 675 3777

Tìm hiểu thêm tài nguyên quý giá tại TEK.COM

Bản quyền © Tektronix. Bảo lưu mọi quyền. Các sản phẩm của Tektronix được cấp bằng sáng chế của Hoa Kỳ và nước ngoài, được cấp và đang chờ xử lý. Thông tin trong ấn phẩm này thay thế thông tin trong tất cả tài liệu được xuất bản trước đó. Đặc quyền thay đổi đặc điểm kỹ thuật và giá được bảo lưu. TEKTRONIX và TEK là các nhãn hiệu được đăng ký của Tektronix, Inc. Tất cả những tên gọi thương mại khác được tham chiếu là dấu hiệu dịch vụ, nhãn hiệu, hoặc nhãn hiệu đã đăng ký của công ty tương ứng.

51V-74063-5 Tháng 4 năm 2026