

ROHDE & SCHWARZ

Make ideas real



功率電子 測試與量測解決方案

元件測試、產品設計、生產和一致性測試

宣傳單 | 版本02.00



您的挑戰

現在的功率電子面臨的最大挑戰是對使用了碳化矽(SiC)和氮化鎵(GaN)等寬能隙(WBG)半導體的系統進行測試。電源轉換器等功率設備使用這些寬能隙材料後，工作頻率、電壓和溫度會更高。這給轉換器設計帶來了諸多優點，提高了功率效率，減少了尺寸和重量，還降低了製造成本。許多注重功率密度和尺寸的設備早已使用WBG材料，包括太陽能設施、電動車(EV)、電動車充電器和消費類電子設備。

有一點需要注意，儘管SiC和GaN材料具有許多優點，測試採用這些技術的電路時會面臨一些特殊的挑戰：

- ▶ 電磁干擾：
開關頻率、邊沿斜率和電壓變得更高，加劇了過衝和振鈴，從而產生更大的頻率諧波。轉換器設計中會由此出現更嚴重的傳導和輻射發射。
- ▶ 寄生效應：
被動元件的寄生特性在高頻下會降低功率設備的性能，需要正確識別這些寄生效應。
- ▶ 動態範圍：
功率電子設備的電流和電壓量程較大，難以準確量測。
- ▶ 量化損耗：
快速斜率變化給估計電晶體的開關損耗帶來了挑戰。寄生效應、傳播延遲和測試與量測設備的頻寬等因素都會影響損耗的計算。

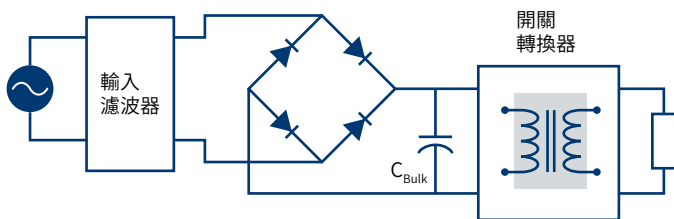
除了需要應對使用WBG材料帶來的新挑戰之外，設計工程師還需要進行各種測試來驗證功率設備能否用作開關電源供應器(SMPS)。這些測試包括效率、漣波、啟動和關閉行為、電能品質、湧入電流、輸入諧波、模擬實際場景(例如電動車中的電池單元)和穩定性等。

除此之外，工程師還需要進行詳細的電池建模和模擬，這對於預測電池在實際應用時的性能和使用壽命非常重要。這些模擬能夠提供有用資料來優化電池設計和開發有效的電池管理系統(BMS)。

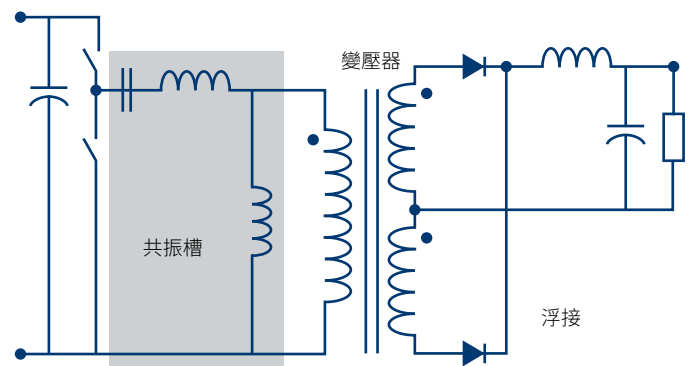
監測設備的功耗在整個開發過程中也有著重要作用。這些資訊有益於評估設備效率，確保設備符合監管要求。

所有這些測試帶來了不同的挑戰，在從原型除錯到驗證SMPS的所有設計階段，都需要使用合適的測試與量測設備來獲取準確可靠的結果。

升壓轉換器



LLC轉換器



我們的解決方案

羅德史瓦茲提供高品質的測試與量測(T&M)設備，涵蓋功率電子設備量測的所有階段。我們的產品涵蓋從設計到交付的所有環節，包括整個設備服務和保養期間的被動和主動元件測試。

我們提供不同的解決方案，滿足使用WBG材料的功率設備的測試要求。這些解決方案旨在解決使用SiC或GaN材料的電源轉換器或SMPS在設計過程中遇到的主要挑戰。

首先，羅德史瓦茲提供滿足EMC量測要求的解決方案，包括從早期開發階段的初始EMI量測到完整的EMC一致性量測。羅德史瓦茲示波器提供快速強大的FFT功能，非常適合早期設計階段的EMI問題除錯，同時還節約了成本。驗證了原型設計的性能後，就可以使用羅德史瓦茲的頻譜分析儀和EMI接收機進行一致性量測。

在早期開發階段選擇合適的被動和主動元件並識別其寄生元件時，可以使用LCR錶。LCR錶可以模擬電路的實際工作條件（例如頻率、電壓/電流位準和直流偏壓），進而評估元件性能。這可以減輕因高頻下的寄生效應而導致轉換器行為不確定的問題，讓量測結果更接近模擬情況。

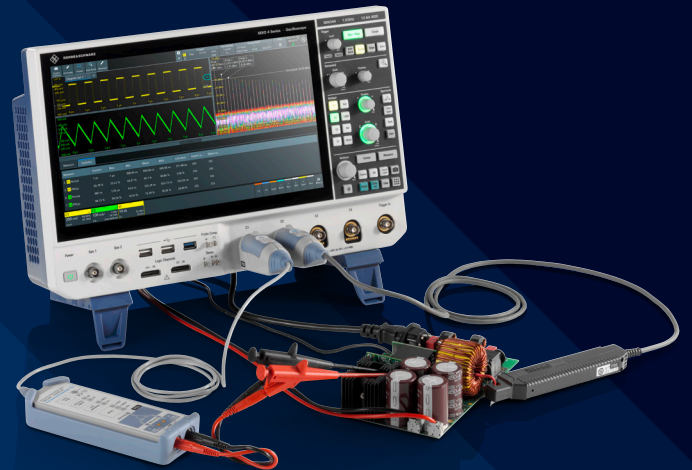
此外，羅德史瓦茲示波器和高壓差動探棒具有寬動態範圍，能夠準確量測大偏置範圍內的小訊號。量測轉換器的高輸出電壓時，非常適合使用這兩款儀器組合來量測低漣波。羅德史瓦茲示波器的功能非常有用，能夠非常準確地測試原型設計並獲得主要參數，例如開關損耗、效率、漣波和半導體特性等。

開發電源轉換器和逆變器，所用測試與量測設備需要靈活且準確。除了示波器和LCR錶之外，羅德史瓦茲電源供應器同樣可以模擬功率設備的實際工作條件，例如模擬不同的輸入和負載場景。對於需要電源和電子負載的應用，可以首選支援雙象限操作的桌上型電源供應器。這可以簡化設置，節約成本和空間。

我們的電源供應器產品有基礎型號和高性能型號可選，能夠滿足不同待測設備(DUT)和應用的要求。此外，羅德史瓦茲還提供專業型電源供應器，專為模擬電池管理系統等特定應用量身定製。

羅德史瓦茲示波器和功率分析儀非常適合生產環境。這些儀器還可用於常見家用電器的常規製造驗證測試。它們的自動量測功能便於輕鬆快速地表徵SMPS的特性。

在安裝和服務方面，羅德史瓦茲提供具有實驗室級性能的手持式示波器，能夠滿足所有外場測試的要求。



元件表徵

被動元件

被動元件的實際特性會顯著影響功率電子的設計和可實現的性能。選擇在生產應用中使用的設備時，驗證元件特性是一個重要步驟。尤其需要表徵元件在高頻下的寄生行為，特別是在使用WBG半導體的時候。

驗證被動元件的實際特性

電容器的有效電容在很大程度上取決於工作期間的直流偏置電壓，而電感器的有效電感則取決於從電感器中流過的平均直流電流。此外，被動元件的特性會隨著頻率而變化。因此，需要使用LCR錶來控制這些參數，保證為目標應用提供合適的參數範圍。

R&S®LCX100/LCX200 LCR錶可以量測被動元件中與頻率相關的複阻抗，從而準確提供該元件的等效電路圖數值。這樣可以在直流偏壓電壓或電流下測試元件。

主要特性

- ▶ 基本精度達到0.05%
- ▶ 頻率範圍為4 Hz至10 MHz
- ▶ 直流偏壓範圍高達10V/200 mA (內部) 或40V (外部)
- ▶ 多種測試治具，可根據元件要求進行選擇

R&S®LCX200 LCR錶



羅德史瓦茲使用蘇黎世儀器的MFIA阻抗分析儀完善了自己的產品組合。這款阻抗分析儀的量測範圍為1 mΩ至1 TΩ，非常適合量測等效串聯電感(ESL)/等效串聯電阻(ESR)較低的設備，例如直流支撐電容器。

蘇黎世儀器的MFIA阻抗分析儀



半導體

和電晶體一樣，兩端半導體同樣廣泛用於功率電子應用。這種半導體可用於功率因數校正電源供應器中，例如SiC肖特基二極體、使用飛輪二極體的其他轉換器、LED和太陽能電池。

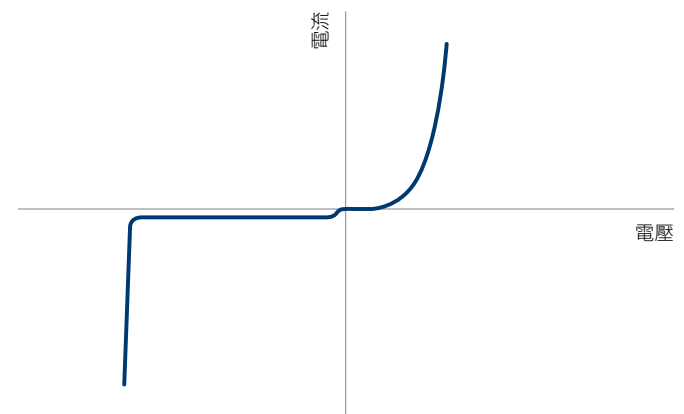
為了確定這些半導體的關鍵特性，需要瞭解並表徵它們的行為。這通常需要量測這些半導體的I/V曲線，並以此推導出各種參數。

R&S®NGU電源量測單元(SMU)可以準確量測從亞微安到安培範圍的電流。R&S®NGU具備掃描工具、任意波功能和快速記錄功能，能夠準確進行I/V掃描，提供關於半導體特性的有用資訊。

R&S®NGU411電源量測單元



半導體I-V特性曲線



電池模擬

電池單元模擬

雙向轉換器可以和電池一起使用,從而提高輸電效率,簡化充電和放電過程。因此,所用測試與量測設備需要能够重現電池行為,進而在實際條件下測試雙向轉換器。

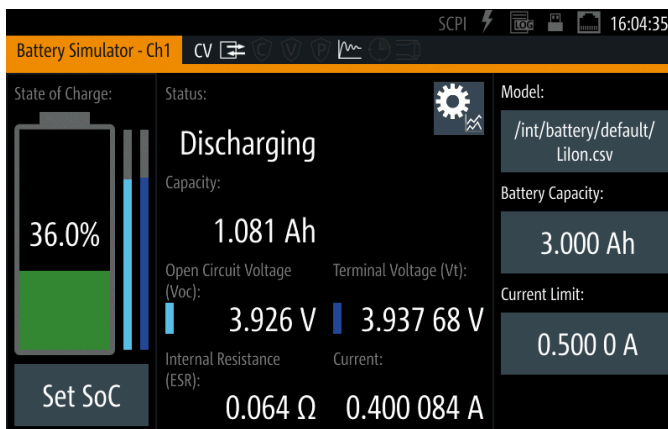
利用電池模擬功能,R&S®NGM200電源供應器系列能够模擬真實的電池輸出性能。可以根據所選電池型號進行測試。可以將電池容量、荷電狀態(SoC)和開路電壓(Voc)設定為任意狀態,以便測試特定條件下的設備特性。還可以模擬電池的充電行為,這對於電池充電器設計尤為重要。

如何選擇合適的電池型號:

1. 使用儀器中可用的一個預先定義型號
2. 根據製造商資料或量測結果單獨設計型號程式
3. 使用電池建模工具

此選配可以根據充電/放電條件動態模擬實際電池的開路電壓、等效串聯電阻(ESR)和荷電狀態等變化。

電池模擬:在同一个螢幕中彙總顯示表示電池狀況的主要參數。



電池管理系統

大電池通常由多個電池單元串聯和並聯而成。由於所有電池單元中流過的充電和放電電流相同,因此各個單元在電池容量、自放電和老化等方面的差異會逐漸導致荷電狀態(SoC)出現不同,進而限制電池的容量和壽命。電池管理系統(BMS)能夠主動監測、控制和管理多種電池單元參數。

R&S®NGL200和R&S®NGM200支援雙象限操作,可以用作電源和負載,所有輸出完全對地隔離。輸出可以串聯以根據單個電池單元模擬電池盒,最大對地電壓為250V。可調節的輸出阻抗可以設定為-50 mΩ至100 Ω。電源供應器輸出的電流和電壓量測提供高解析度量測值。這些功能能夠以出色的時間解析度準確模擬和改變一段時間內的電池單元屬性。



功率電子設計

驗證電源轉換器的特性

設計電源轉換器的時候,需要在設計和生產階段進行大量測試。這一般涉及平衡考量相互衝突的設計目標。效率通常是一個主要考慮因素,但確保符合不同標準也非常重要。安全也是一個重要因素:有時候必須利用危險電壓執行測試,在量測過程中需要遵守嚴格的安全規定。

為了解決這些難題,羅德史瓦茲以示波器功能為基礎提供適用於電源轉換器的解決方案,涵蓋從設計到一致性和生產測試的所有開發階段。

自動量測

羅德史瓦茲示波器的電源分析軟體選配提供分析功率電子設備的必要量測功能,包括湧入電流、輸出頻譜和安全工作區功能。量測精靈包含詳細說明,指導使用者完成測試設定。示波器可自動配置並快速提供結果。

量測功能:

- ▶ 電流諧波
- ▶ 輸入 (電能品質)
- ▶ 輸出 (漣波)
- ▶ 電源通路 (效率)

只需按下按鈕,即可將分析結果添加到測試報告。該報告中記錄了當前設定和配置。

多通道量測

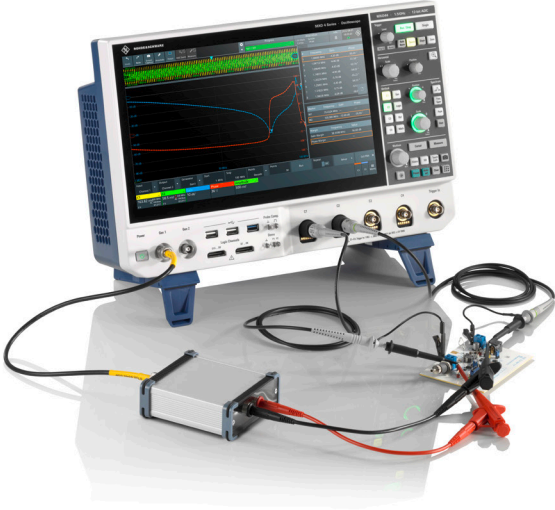
八通道示波器非常便於量測功率電子設計。考慮到功率設備可以分成多級結構(例如輸入濾波器、整流器、直流鏈路、直流-直流開關電源供應器和逆變器),需要量測多個訊號來驗證整體設計性能。例如,分析轉換器的啟動過程時需要驗證電源時序是否符合預期,並確定不同級之間是否存在時序問題。

對於包含三相訊號的應用,非常適合使用諸如MXO 5的八通道示波器。只需使用一台示波器,即可量測三相系統中的多個訊號。



控制環路響應

控制環路是電源轉換器或逆變器的核心,可確保輸出電壓保持穩定,不會受到輸入電壓變化或輸出端負載跳躍的影響。在設計過程中需要驗證控制環路在不同系統操作條件下的穩定性。這可以直接使用R&S®RTx-K36頻率響應分析(波特圖)選配和示波器,該選配具有多種重要功能,例如直接繪製相位和增益裕量圖與振幅分布。



高壓和電流量測

使用示波器進行準確量測,需要根據應用選擇合適的探棒。R&S®RT-ZHD高壓差動探棒系列具有最高200 MHz的頻寬、高共模抑制比、低偏移和低雜訊。羅德史瓦茲的被動高壓探棒非常適合接地參考量測。R&S®RT-ZCxx鉗式電流探棒能夠針對多種參數進行電流量測。



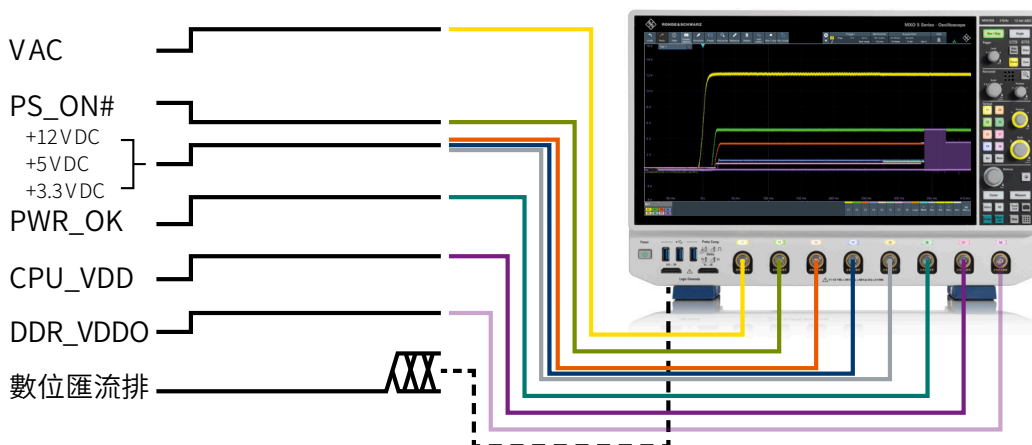
隔離量測系統

新WBG技術的開關速度快,需要使用快速高壓探棒來擷取上升沿和下降沿的所有變化細節。R&S®RT-ZISO隔離探測系統提供了合適的解決方案,在1 GHz頻率範圍內實現高達60 kV的共模抑制範圍。因此,它非常適用於廣泛的應用,例如high-side側開極量測、隔離三相逆變器雜訊和使用Shunt方式快速量測電流。



電源時序和完整性

MXO系列示波器能夠準確量測電源軌的電壓上升和下降。示波器具備進階功能,可以將電源時序事件和其他系統活動關聯起來。MXO 5具有八個通道,能夠量測多個電源軌。附加的16個邏輯通道提供關鍵時序訊號以作進一步分析。深儲存記憶體確保示波器在持續數十毫秒的整個時序中保持足夠的頻寬。



開關分析

量測轉換器的開關行為

為提高電源轉換器的性能和效率，一種常見做法是增加開關頻率。提高電源設計的開關速度時，必須考慮時間特性、high-side側和low-side側電晶體之間的相互作用以及直通或電磁干擾過度等意外結果。

高壓量測也是一個重要方面，需要準確量測高電壓，驗證系統在規格範圍內工作，保證操作安全。

羅德史瓦茲為功率電子工程師提供解決方案，支援他們測試、量測和分析低壓、中壓與高壓轉換器的開關行為。

MXO 4和MXO 5系列示波器非常適合這些任務。這些示波器滿足所需的頻寬、解析度、儲存記憶體、雜訊、偏置和觸發要求，能夠進行全方位的開關分析。

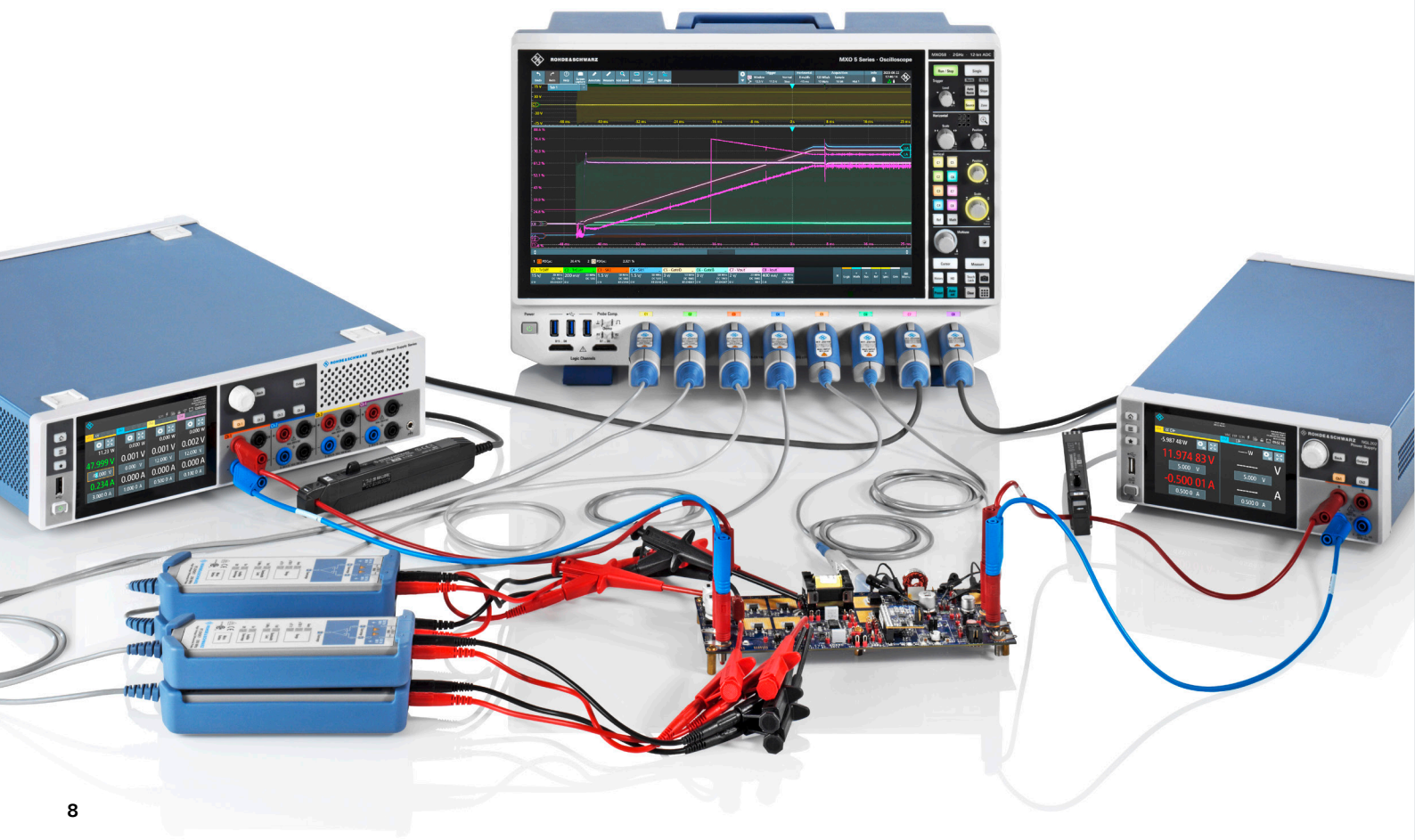
R&S®RT-ZHD探棒能够在最高6000V的範圍內進行準確量測。R&S®RT-ZISO隔離探測系統在高達1 GHz的頻率範圍內實現出色的CMRR，能夠滿足隔離和快速開關環境中的量測要求。這些探棒頻寬高，負載影響低，能夠準確量測高電壓，同時不會影響待測電路的正常操作。

羅德史瓦茲為工程師提供這些先進的工具，幫助他們深入分析設計，應對WBG半導體帶來的相關挑戰。

雙脈衝測試

設計電源轉換器的時候，需要了解功率半導體設備的開關行為。雙脈衝測試可以量測開關時間和開關損耗，保證設備的開關行為正常。

羅德史瓦茲聯合PE-Systems推出一款解決方案，有助於更加簡單地表徵功率半導體的動態開關行為。該解決方案整合必備硬體和軟體，能夠提供準確且可重複的量測結果。



EMI除錯

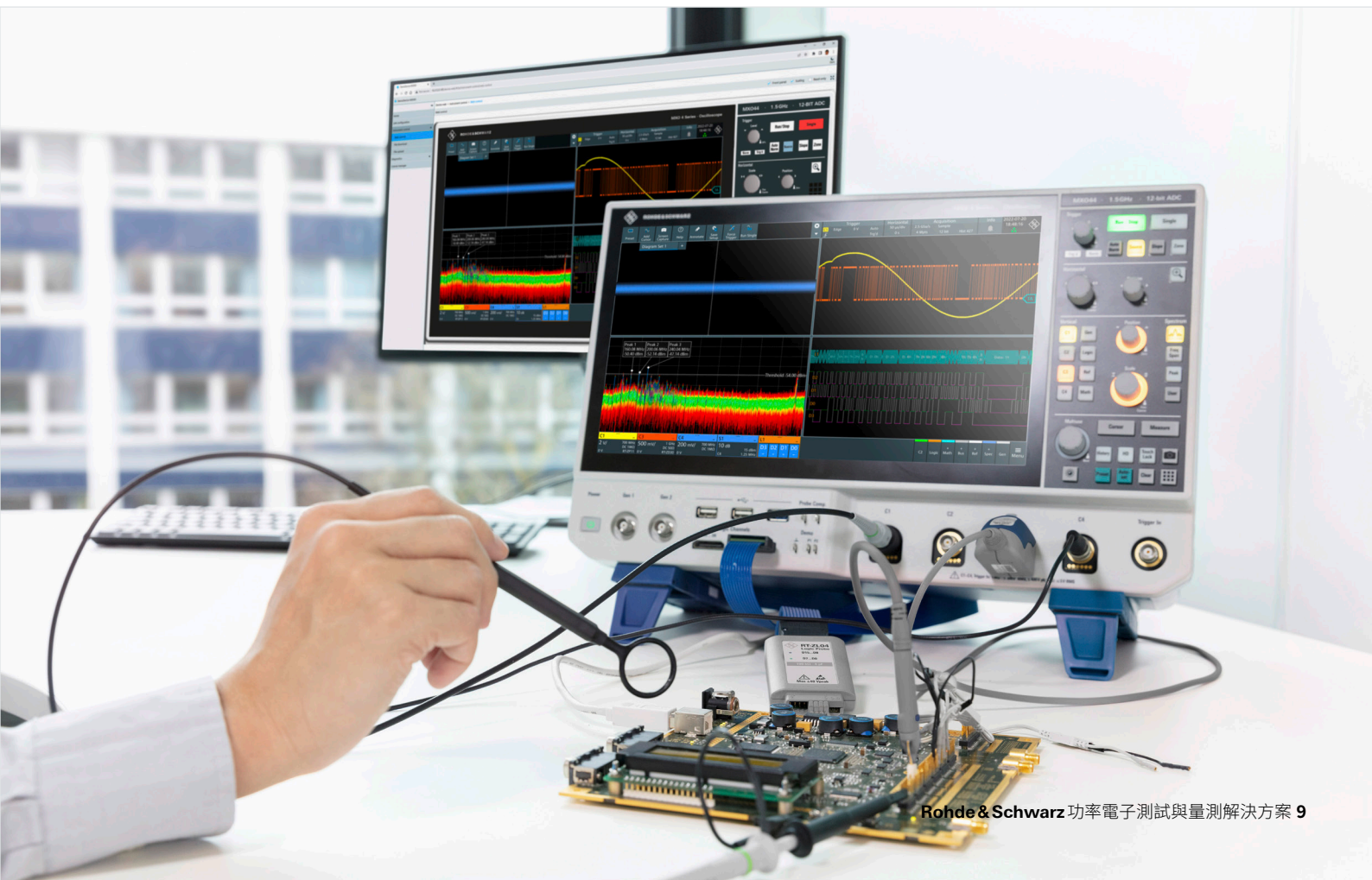
在產品的早期概念階段,必須考慮符合電磁干擾(EMI)標準。在設計階段越晚考慮EMI一致性問題,採取相應舉措的成本就越高。

羅德史瓦茲提供各種測試與量測工具,支援設計階段的EMI除錯、原型設計的預一致性量測和開發後期的完整一致性測試。

羅德史瓦茲示波器具備快速響應且使用簡單的FFT分析功能,能够量測頻率分量的振幅。使用者可以同時查看時域相關訊號,從而將無用頻譜發射與時域事件相關聯。由此,示波器可用作功能強大的獨立式儀器,在功率電子的早期設計過程中執行發射測試。

MXO 4、MXO 5和R&S®RTO6示波器採用新型使用者介面,只需在大觸控螢幕上點觸幾次,即可設定和更改FFT。這些儀器支援頻譜波形的區域觸發,在業內獨樹一幟,能够有效查找EMI雜散事件。與近場探棒和高壓差動探棒或電流探棒結合使用時,無需使用其他測試工具即可全方位優化功率電子電路。這可以在設備設計階段加快功率電子的開發速度,有助於設備通過EMC認證測試。

這尤其有益於研發實驗室中無EMI接收機等專用設備的情況,為設計階段的預一致性測試提供支援。



驗證和生產測試

從早期的原型設計階段、性能驗證到生產前測試，都是實現大規模生產的必要環節。羅德史瓦茲為這些應用提供通用型和專用型測試設備。

電源轉換器驗證和生產測試

交流-直流或直流-直流電源轉換器的驗證和生產測試要求測試設備具備高垂直解析度、深儲存記憶體和專用的分析功能。MXO 5和MXO 5C示波器非常適合這些測試。

主要優點

- ▶ 標配12位元ADC解析度，ENOB超過10位元
- ▶ 最大1 Gsample儲存記憶體
- ▶ 硬體輸入靈敏度高達0.5 mV/div
- ▶ 進階分析功能

常見家用電器的效率和一致性測試

消費電子耐用品進行標準測試時，必須驗證能源效率、電流諧波和湧入電流。

R&S®NPA功率分析儀系列是一種一體化解決方案，能夠根據IEC 62301、EN 50564或IEC EN 61000-3-3等標準進行測試。

主要優點

- ▶ 量測範圍：50 μ W至12 kW，基本精度為0.05%
- ▶ 100 kHz頻寬
- ▶ 根據EN和IEC標準進行合格/不合格生產測試和自動化規範測試
- ▶ 資料記錄、波形視圖和能量計功能

MXO 5(上)和MXO 5C(下)示波器



R&S®NPA功率分析儀系列



R&S®NPA-Zx電源轉換器有歐盟、英國、中國/澳大利亞和美國四種版本。

標準實驗室設備

電源供應器

無論是在工作桌還是測試系統中使用,我們的多功能直流電源供應器產品組合都能提供廣泛的額定功率、功能和準確度水準,為應用提供合適之選。

主要優點

- ▶ 多個獨立輸出具有不同的功率和特性,節省了工作桌或系統機架的成本和空間
- ▶ 並聯後電流更大,串聯後電壓更高,應用範圍更廣
- ▶ 透過多種介面支援遠端控制
- ▶ 直觀的操作概念,提供高解析度大觸控螢幕
- ▶ 可編寫安全功能程式,保護待測設備和儀器
- ▶ 電池模擬、輸出延遲、四線式量測和資料記錄等各種進階功能可以加快日常量測速度

萬用錶

精度、速度和可用性是萬用錶的最重要特性。羅德史瓦茲提供功能強大的R&S®HMC8012數位萬用錶,解析度可達5¼位元,適合在實驗室中使用。

主要優點

- ▶ 量測範圍為DC至100 kHz
- ▶ 每秒至多可量測200次
- ▶ 基本精度高達0.015%
- ▶ 最多可同時顯示三個量測功能,例如DC + AC + 統計



電源供應器產品線一覽



	基礎型			效能型
	R&S®NGE102B/103B	R&S®NGC101(-G)/ NGC102(-G)/NGC103(-G)	R&S®NGA101/102/141/142	R&S®HMP2020/2030
電氣規格				
輸出通道數	2/3	1/2/3	1/2	2/3
最大輸出功率	66 W/100 W	100 W	40 W/80 W	188 W
每個通道的最大輸出功率	33.6 W	100 W/50 W/33 W	40 W	80 W, 不包括R&S®HMP2020.CH1:160 W
每個通道的輸出電壓	0 V至32 V	0 V至32 V	R&S®NGA101/102:0 V至35 V R&S®NGA141/142:0 V至100 V	0 V至32 V
每個通道的最大輸出電流	3 A	10 A/5 A/3 A	R&S®NGA101/102:6 A R&S®NGA141/142:2 A	5 A, 不包括R&S®HMP2020.CH1:10 A
電壓漣波與雜訊(RMS) (20 Hz至20 MHz)	< 1.5 mV (一般值)	R&S®NGC101:<1 mV (量測值); R&S®NGC102/103:<450 µV (量測值)	R&S®NGA101/102:<0.5 mV (量測值); R&S®NGA141/142:<1.5 mV (量測值)	< 1.5 mV (量測值)
電流漣波與雜訊(RMS) (量測值) (20 Hz至20 MHz)	< 2 mA	R&S®NGC101:<1.5 mA; R&S®NGC102/103:<1 mA	< 500 µA	< 1 mA
負載回復時間 ¹⁾ (量測值)	< 200 µs	< 1 ms	R&S®NGA101/102:<100 µs; R&S®NGA141/142:<50 µs	< 1 ms
程式設計/回饋解析度				
電壓	10 mV	1 mV	程式設計: R&S®NGA101/102:1 mV R&S®NGA141/142:10 mV 回饋:1 mV	1 mV
電流	1 mA	<1 A:0.1 mA (R&S®NGC101:0.5 mA); ≥1 A:1 mA	回饋:10 µA 低電流量測量程:1 µA	<1 A:0.1 mA (10 ACH:0.2 mA); ≥1 A:1 mA
回饋準確性 (± (輸出的%+偏移))				
電壓	<0.1%+20 mV	<0.05%+2 mV	R&S®NGA101/102:0.02%+5 mV R&S®NGA141/142:0.02%+10 mV	<0.05%+5 mV
電流	<0.1%+5 mA	R&S®NGC101:<0.2%+10 mA; R&S®NGC102:<0.1%+5 mA; R&S®NGC103:<0.05%+2 mA	<0.05%+500 µA 低電流量測量程: <0.15%+40 µA	<0.1%+2 mA
特殊功能				
量測功能	電壓、電流、功率	電壓、電流、功率、能量	電壓、電流、功率	電壓、電流
保護功能	OVP.OCP.OPP.OTP	OVP.OCP.OPP.OTP	OVP.OCP.OPP.OTP	OVP.OCP.OTP
FuseLink功能	●	● (R&S®NGC102/103)	● (R&S®NGA102/142)	●
保險絲延遲	●	●	●	●
四線式量測	—	●	●	●
負載模式	—	—	—	—
輸出延遲	—	● (R&S®NGC102/103)	—	—
觸發輸入/輸出	o/o	●/—	o/o	—
任意波功能	● (CH1:EasyArb)	● (EasyArb)	● (CH1:EasyArb)	● (EasyArb)
類比/調變介面	—	●	—	—
通道融合	—	—	●	—
資料記錄	—	● (標準模式)	● (標準模式)	—
螢幕和介面				
螢幕	3.5" QVGA	3.5" QVGA	3.5" QVGA	240像素×64像素LCD
後儀錶板連接	—	16引腳連接器模組區塊	8引腳連接器模組區塊	每個通道4引腳連接器模組區塊
遠端控制介面	標配:USB; 選配:LAN	標配:USB.LAN; R&S®NGC10x-G型號,含IEEE-488 (GPIB)	標配:USB.LAN	選配:USB.LAN.IEEE-488 (GPIB). RS-232
一般資料				
尺寸 (寬×高×深)	222 × 97 × 310 mm	222 × 97 × 291 mm	222 × 97 × 448 mm	285 × 93 × 405 mm
重量	4.9 kg/5.0 kg	2.6 kg (R&S®NGC10x-G型號:2.7 kg)	6.6 kg/7.0 kg/6.9 kg/7.3 kg	7.8 kg/8.0 kg
機架轉接器	R&S®HZC95選配	R&S®HZC95選配	R&S®HZN96選配	R&S®HZ42選配

¹⁾ 在設定電壓的±20 mV範圍內,負載變化10%至90%。

²⁾ 在最靈敏的量測範圍內。



高精度電源供應器				
R&S®HMP4030/4040	R&S®NGP802/822/804/814/824	R&S®NGL201/202	R&S®NGM201/202	R&S®NGU201/411/401
3/4	2/4	1/2	1/2	1
384 W	400 W/800 W	60 W/120 W	60 W/120 W	60 W/20 W/60 W
160 W	200 W	60 W	60 W	60 W/20 W/60 W
0 V至32 V	0 V至32 V (32 V通道) ; 0 V至64 V (64 V通道)	0 V至20 V	0 V至20 V	R&S®NGU201: 0 V至20 V R&S®NGU411/401: -20 V至+20 V
10 A	20 A (32 V通道) ; 10 A (64 V通道)	≤ 6 V輸出電壓: 6 A ; > 6 V輸出電壓: 3 A	≤ 6 V輸出電壓: 6 A ; > 6 V輸出電壓: 3 A	≤ 6 V輸出電壓: 8 A ; (R&S®NGU411: ≤ 10 V: 2 A) > 6 V輸出電壓: 3 A (R&S®NGU411: > 10 V: 1 A)
< 1.5 mV (量測值)	< 3 mV (量測值)	< 500 µV (量測值)	< 500 µV (量測值)	< 500 µV (量測值)
< 1 mA	< 3.5 mA	< 1 mA	< 1 mA	< 1 mA
< 1 ms	< 400 µs	< 30 µs	< 30 µs	< 30 µs
1 mV	1 mV	1 mV/10 µV	1 mV/5 µV ²⁾	50 µV/1 µV ²⁾
< 1 A: 0.2 mA ; ≥ 1 A: 1 mA	0.5 mA	0.1 mA/10 µA	0.1 mA/10 nA ²⁾	100 nA/100 pA ²⁾
< 0.05% + 5 mV	< 0.05% + 5 mV (32 V通道) ; < 0.05% + 10 mV (64 V通道)	< 0.02% + 2 mV	< 0.02% + 500 µV ²⁾	< 0.02% + 500 µV ²⁾
< 0.1% + 2 mA	< 0.1% + 5 mA	< 0.05% + 250 µA	< 0.05% + 15 µA ²⁾	< 0.025% + 15 nA ²⁾
電壓, 電流	電壓, 電流, 功率, 能量	電壓, 電流, 功率, 能量	電壓, 電流, 功率, 能量	電壓, 電流, 功率, 能量
OVP, OCP, OTP	OVP, OCP, OPP, OTP	OVP, OCP, OPP, OTP	OVP, OCP, OPP, OTP	OVP, OCP, OPP, OTP
●	●	● (R&S®NGL202)	● (R&S®NGM202)	–
●	●	●	●	●
●	●	●	●	●
–	–	●	●	●
–	●	● (R&S®NGL202)	● (R&S®NGM202)	–
–	o/o	o/o	o/o	o/o
● (EasyArb)	● (QuickArb)	● (QuickArb)	● (QuickArb)	● (QuickArb)
–	o	–	–	R&S®NGU411/401: 調變介面
–	–	–	–	–
–	● (標準模式)	● (標準模式)	● (標準模式和快速模式)	● (標準模式和快速模式)
240 像素 × 128 像素 LCD	TFT 5" 800 像素 × 480 像素 WVGA 觸控螢幕	TFT 5" 800 像素 × 480 像素 WVGA 觸控螢幕	TFT 5" 800 像素 × 480 像素 WVGA 觸控螢幕	TFT 5" 800 像素 × 480 像素 WVGA 觸控螢幕
每兩個通道 8 引腳連接器模組區塊	每兩個通道 8 引腳連接器模組區塊	每個通道 8 引腳連接器模組區塊	每個通道 8 引腳連接器模組區塊	8 引腳連接器模組區塊
選配: USB, LAN, IEEE-488 (GPIB), RS-232	標配: USB, LAN ; 選配: IEEE-488 (GPIB)	標配: USB, LAN ; 選配: IEEE-488 (GPIB)	標配: USB, LAN ; 選配: IEEE-488 (GPIB)	標配: USB, LAN ; 選配: IEEE-488 (GPIB)
285 × 136 × 405 mm	362 × 100 × 451 mm	222 × 97 × 436 mm	222 × 97 × 436 mm	222 × 97 × 436 mm
12.4 kg/12.8 kg	7.5 kg/8.0 kg	7.1 kg/7.3 kg	7.2 kg/7.4 kg	7.1 kg
R&S®HYP91選配	R&S®ZZA-GE23選配	R&S®HZN96選配	R&S®HZN96選配	R&S®HZN96選配

所有資料在儀器預熱30分鐘後, 在+23°C (–3°C/+7°C) 條件下有效。

● 是 – 否 o 選配

示波器產品線一覽



	R&S®RTH1000	R&S®RTC1000	R&S®RTB2000	R&S®RTM3000
垂直系統				
頻寬 ¹⁾	60/100/200/350/500 MHz	50/70/100/200/300 MHz	70/100/200/300 MHz	100/200/350/500 MHz/1 GHz
通道數	2+ DMM/4	2	2/4	2/4
垂直解析度； 系統架構	10位元；16位元	8位元；16位元	10位元；16位元	10位元；16位元
V/div. 1 MΩ	2 mV至100V	1 mV至10V	1 mV至5V	500 μV至10V
V/div. 50 Ω	–			500 μV至1V
數位通道	8	8	16	16
水平系統				
每通道取樣率 (Gsample/s)	1.25 (四通道型號)； 2.5 (雙通道型號)； 5 (所有通道交替模式)	1；2 (雙通道交替模式)	1.25；2.5 (雙通道交替模式)	2.5；5 (雙通道交替模式)
最大儲存 (每路通道；單通道啟動)	125 kpoints (四通道型號)； 250 kpoints (雙通道型號)； 500 kpoints	1 Mpoints；2 Mpoints	10 Mpoints；20 Mpoints	40 Mpoints；80 Mpoints
分段儲存	標配, 50 Mpoints	–	選配, 320 Mpoints	選配, 400 Mpoints
波形擷取率 (波形/秒)	50,000	10,000	50,000 (在快速分段儲存模式下 達到300,000 ²⁾)	64,000 (在快速分段儲存模式下達到2,000,000 ²⁾)
觸發				
類型	數位	類比	類比	類比
靈敏度	–	–	1 mV/div時: > 2 div	1 mV/div時: > 2 div
分析				
遮罩測試	遮罩容許偏差	遮罩容許偏差	遮罩容許偏差	遮罩容許偏差
數學運算	初級	初級	基本 (疊加運算功能)	基本 (疊加運算功能)
序列協定觸發和解碼 ¹⁾	I²C, SPI, UART/RS-232/RS-422/ RS-485, CAN, LIN, CAN FD, SENT	I²C, SPI, UART/RS-232/RS-422/ RS-485, CAN, LIN	I²C, SPI, UART/RS-232/RS-422/ RS-485, CAN, LIN	I²C, SPI, UART/RS-232/RS-422/RS-485, CAN, LIN, I²S, MIL-STD-1553, ARINC 429
應用 ^{1) 2)}	高解析度計頻器, 進階頻譜分析, 諧波分析, 使用者腳本	數位電錶(DVM), 元件測試儀, 快速 傅里葉變換(FFT)	數位電錶(DVM), 快速傅立葉變換 (FFT), 頻率響應分析	電源分析, 數位電錶(DVM), 頻譜分析 和時頻譜圖, 頻率響應分析
一致性測試 ^{1) 2)}	–	–	–	–
螢幕和操作				
尺寸和解析度	7"觸控螢幕, 800像素×480像素	6.5", 640像素×480像素	10.1"觸控螢幕, 1280像素×800像素	10.1"觸控螢幕, 1280像素×800像素
一般資料				
尺寸 (寬×高×深, 單位:mm)	201 × 293 × 74	285 × 175 × 140	390 × 220 × 152	390 × 220 × 152
重量(kg)	2.4	1.7	2.5	3.3
電池	鋰離子, 續航超過4小時	–	–	–

¹⁾ 可升級。 ²⁾ 需要選配。



MXO 4	MXO 5/MXO 5C	R&S®RT06	R&S®RTP
200/350/500 MHz/1/1.5 GHz	100/200/350/500 MHz/1/2 GHz	600 MHz/1/2/3/4/6 GHz	4/6/8/13/16 GHz
4	4/8	4	4
12位元; 18位元	12位元; 18位元	8位元; 16位元	8位元; 16位元
500 μ V至10V	500 μ V至10V	1 mV至10V (HD模式: 500 μ V至10V)	
500 μ V至1V	500 μ V至1V	1 mV至1V (HD模式: 500 μ V至1V)	2 mV至1V (HD模式: 1 mV至1V)
16	16	16	16
2.5; 5 (雙通道交替模式)	5 (四通道); 2.5 (八通道) (雙通道交替模式)	10; 20 (4 GHz和6 GHz型號雙通道交替模式)	20; 40 (雙通道交替模式)
標配: 400 Mpoints; 最大升級: 800 Mpoints ²⁾	標配: 500 Mpoints 最大升級: 1 Gpoints ²⁾	標配: 200 Mpoints/800 Mpoints; 最大升級: 1 Gpoints/2 Gpoints	標配: 100 Mpoints/400 Mpoints; 最大升級: 3 Gpoints
標配: 10,000個分段; 選配: 1,000,000個分段	標配: 10,000個分段; 選配: 1,000,000個分段	標配	標配
> 4,500,000	> 4,500,000 (四通道)	1,000,000 (在超級分段儲存模式下達到2,500,000)	750,000 (在超級分段儲存模式下達到3,200,000)
進階 (包括區域觸發), 數位觸發 (15種觸發類型)	進階 (包括區域觸發), 數位觸發 (15種觸發類型)	進階 (包括區域觸發), 數位觸發 (15種觸發類型), 高速序列模式觸發 (包括5 Gbps時脈資料回復 (CDR) ²⁾)	進階 (包括區域觸發), 數位觸發 (14種觸發類型, 即時去嵌 ²⁾), 高速序列模式觸發 (包括8/16 Gbps時脈資料回復 (CDR) ²⁾)
0.0001 div, 所有頻寬, 使用者可控制	0.0001 div, 所有頻寬, 使用者可控制	0.0001 div, 所有頻寬, 使用者可控制	0.0001 div, 所有頻寬, 使用者可控制
進階 (公式編輯器)	進階 (公式編輯器)	使用者可配置, 基於硬體 進階 (公式編輯器, Python介面)	使用者可配置, 基於硬體 進階 (公式編輯器, Python介面)
I ² C, SPI, UART/RS-232/RS-422/RS-485, CAN, CAN FD, CAN XL, LIN, SPMI, 10BASE-T1S, ARINC, QUAD-SPI	I ² C, SPI, UART/RS-232/RS-422/RS-485, CAN, CAN FD, CAN XL, LIN, SPMI, 10BASE-T1S, 100BASE-T1, ARINC, QUAD-SPI	I ² C, SPI, UART/RS-232/RS-422/RS-485, CAN, LIN, I ² S, MIL-STD-1553, ARINC 429, FlexRay™, CAN FD, MIPI RFFE, USB 2.0/HSIC, MDIO, 8b10b, Ethernet, Manchester, NRZ, SENT, MIPI D-PHY, SpaceWire, MIPI M-PHY/UniPro, CXPI, USB 3.1 Gen 1, USB-SSIC, PCIe 1.1/2.0, USB PD, Automotive Ethernet 100/1000BASE-T1	I ² C, SPI, UART/RS-232/RS-422/RS-485, SENT, CAN, LIN, CAN FD, MIL-STD-1553, ARINC 429, SpaceWire, USB 2.0/HSIC/PD, USB 3.1 Gen 1/Gen 2/SSIC, PCIe 1.1/2.0/3.0, 8b10b, MIPI RFFE, MIPI D/M-PHY/UniPro, Automotive Ethernet 100/1000BASE-T1, Ethernet 10/100BASE-TX, MDIO, Manchester, NRZ
電源分析, 數位電錶 (DVM), 頻率響應分析	電源分析, 數位電錶 (DVM), 頻率響應分析	電源分析, 進階頻譜分析和時頻譜圖, 抖動和雜訊分解, 時脈資料回復 (CDR), I/Q資料和射頻分析 (R&S®VSE), 去嵌入, 嵌入, 均衡, PAM-N, TDR/TDT分析, 進階眼圖	進階頻譜分析和時頻譜圖, 抖動和雜訊分解, 即時去嵌入, 嵌入, 均衡, PAM-N, TDR/TDT分析, I/Q資料和射頻分析 (R&S®VSE), 進階眼圖
–		參閱規格文檔 (PD 5216.1640.22)	參閱規格文檔 (PD 3683.5616.22)
13.3"觸控螢幕, 1920像素×1080像素 (全高清)	僅限MXO 5: 15.6"觸控螢幕, 1920像素×1080像素 (全高清)	15.6"觸控螢幕, 1920像素×1080像素 (全高清)	13.3"觸控螢幕, 1920像素×1080像素 (全高清)
414 × 279 × 162	MXO 5: 445 × 314 × 154 MXO 5C: 445 × 105 × 405	450 × 315 × 204	441 × 285 × 316
6	MXO 5: 9 MXO 5C: 8.7	10.7	18
–	–	–	–

羅德史瓦茲的服務 增值服務

- ▶ 銷售據點遍及全球
- ▶ 在地化服務
- ▶ 提供客製化服務
- ▶ 品質不容妥協
- ▶ 長期維修保固

關於羅德史瓦茲

羅德史瓦茲技術集團以其專長於測試和測量、技術系統、網路和網路安全方面的領先解決方案,在為更安全和互聯的世界道路上處於開拓者之列。集團成立逾90年,是總部位於德國慕尼黑的獨立公司,並在70多個國家擁有廣泛的銷售和服務,為全球工業和政府客戶的可靠合作夥伴!

www.rohde-schwarz.com

永續性的產品研發理念

- ▶ 環境兼容性及生態足跡
- ▶ 提升能源效率並降低污染排放量
- ▶ 長期使用年限及最佳持有成本

Certified Quality Management

ISO 9001

Certified Environmental Management

ISO 14001

Rohde & Schwarz 教育訓練與研討會

www.training.rohde-schwarz.com

Rohde & Schwarz 客戶支援

www.rohde-schwarz.com/support



R&S® 是羅德史瓦茲公司的註冊商標

商品名是所有者的商標

PD 3673.1060.35 | Version 02.00 | January 2025 (sk)

功率電子測試與量測解決方案

文件中沒有容限值的資料沒有約束力 | 隨時更改

© 2020 - 2025 Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG | 81671 Munich, Germany