

J2122A 使用指南



目錄

前言	2
一、PSRR 應用所需配件	4
二、J2122A 使用前	5
三、測試前調試連接	7
四、關於 Vdrop 和直流輸出的調整	11
五、使用遠端感應補償板 PWR-OPT05	11
六、PSRR 連接測試	15
使用 E5061B 做 PSRR 測試	15
使用示波器做 PSRR 測試	16
總結：	23



前言

Power Supply Rejection Ratio (PSRR)

電源抑制比

電源抑制比（PSRR）是指電源防止輸入端的交流雜訊出現在直流輸出上的能力。為了進行 PSRR 測試，對電源的輸入施加一個掃描的正弦激勵。

J2122A 電力線信號注入器是一款可充電的專業設備，具有出色的性能和多功能特性，旨在滿足使用者對信號注入和測量的高要求。憑藉其寬頻率回應、可調電壓、高強度信號注入以及消除複雜電源佈線的便利性，J2122A 將成為您在信號處理工作中的可靠助手。

在 PSRR 測量的測試應用中，可以給線路注入器輸入直流電源電壓，而後被頻響分析儀（FRA）的源信號調製。J2122A 允許在很寬的頻率範圍內對直流電源電壓進行調製，從比交流供電電源的頻率還要低，到高於大多數（可能不是所有）線性穩壓器的頻寬。

圖 1 顯示 PSRR 測量測試裝置的框圖。該測試可測量直流-直流轉換器或低壓降穩壓器 (LDO) 等功率傳輸設備對注入被測設備直流輸入端的各種頻率成分的抑制程度。換言之，直流輸入端注入的干擾信號有多少能到達穩壓後的直流輸出端。

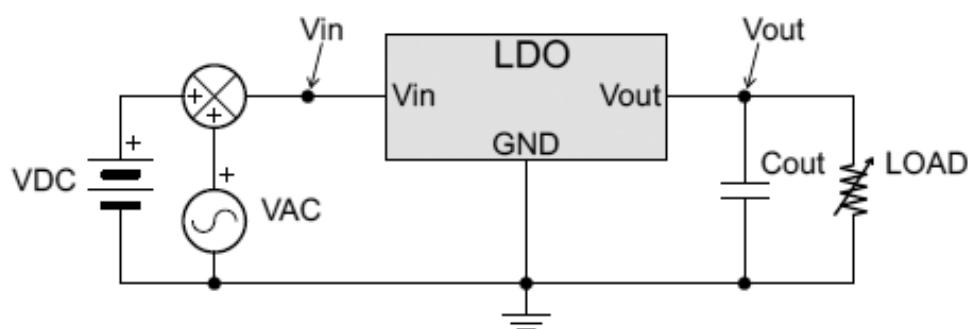


圖 1 低壓降穩壓器電源抑制比 (PSRR) 測量框圖

要進行 PSRR 測試，必須在直流輸入端注入一個正弦波，然後從低頻掃頻到高频。這種測量需要 DC + AC 網路求和設備，如 Picotest 的 J2122A 線路注入器。測量系統同時測量調製輸入和輸出交流電壓電平，然後計算掃頻範圍內每個頻率的抑制比 $20\log(V_{in}/V_{out})$ 。有些工程師認為，這個公式應該是 $20\log(V_{out}/V_{in})$ 。但這是增益 (A) 公式，而不是抑制公式。抑制是增益的倒數。

一、PSRR 應用所需配件

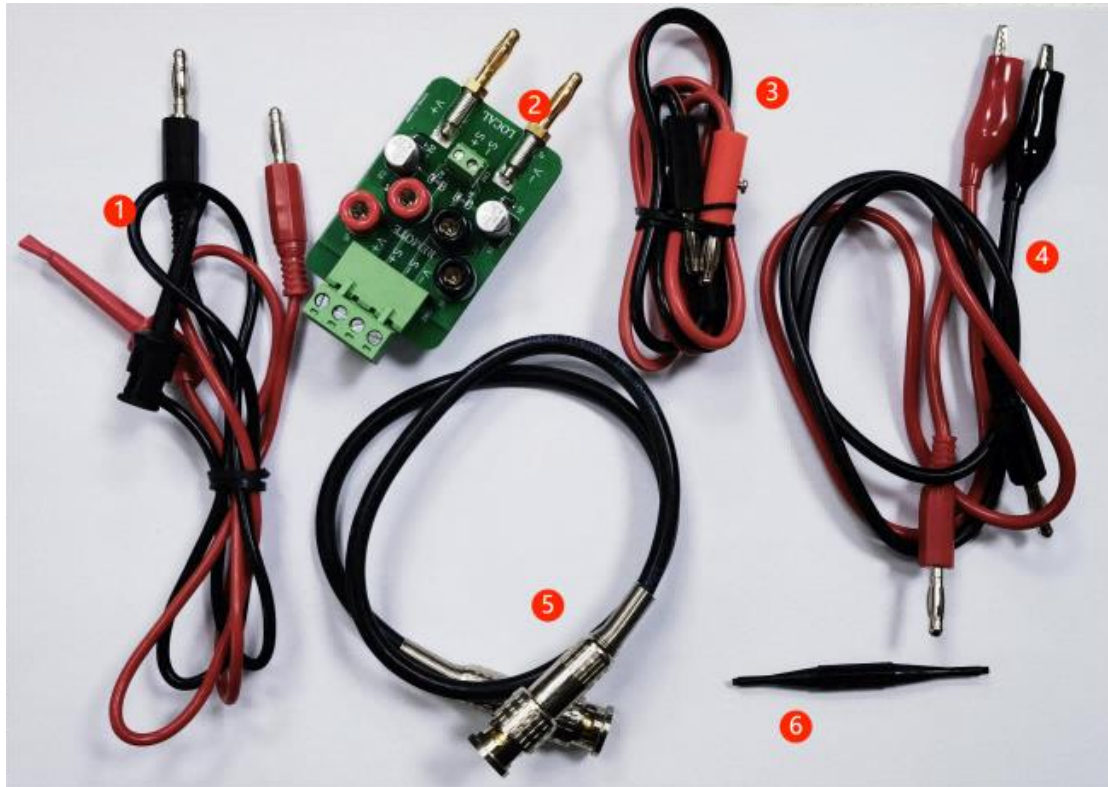


圖 2 PSRR 所需配件清單

*以上配件如有變更恕不另行通知

PSRR 應用所需配件清單：

1：香蕉插頭轉 IC 夾*2

2：PWR-OPT05 遠端感應板*1

3：雙端香蕉插頭*

4：香蕉插頭轉鱷魚夾*2

5：BNC 線纜*1

6：調整工具*1

此外，當您購買 J2122A 時，其包裝盒已包含以下配件。這意味著對於 PSRR 應用，您還需要額外準備上述列出的第 1、3、4 和 5 項。

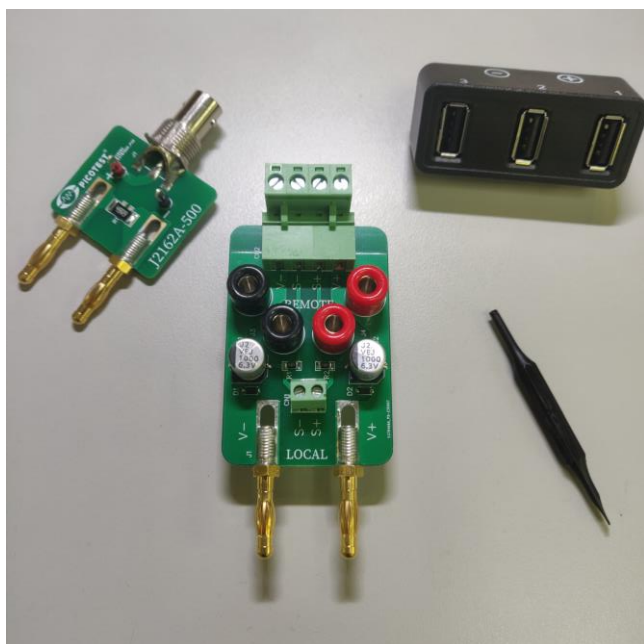


圖 2-1 J2122A 內含配件

二、J2122A 使用前

使用前需要充電

充電中為紅色，充滿電為綠色。



圖 3 充電中



圖 4 充電完成



圖 3-1：電源指示燈

圖 3-1 顯示了電源指示燈：

- a. 綠色燈常亮：電源開啟指示燈。
- b. 綠色燈熄滅：電源關閉狀態。
- c. 閃爍的橙色燈：表示電池電壓低（5-10 分鐘後自動關機）。



圖 3-2：電池充電指示燈

圖 3-2 顯示了電池充電指示燈：

- a. 紅色燈常亮：快速充電指示燈（電池電量 $< 80\%$ ）。
- b. 紅色燈常亮 + 綠色燈閃爍：電池電量 $> 80\%$ 。
- c. 綠色燈常亮：充電完成。
- d. 紅色燈閃爍：異常電池電壓。

電池電量控制可能會受到單個電池單元特性的變化的影響，這可能導致使用後存儲能量不平衡或因長時間不活動而過度放電。該產品配備了自修復機制，可以自動平衡電池電量或進行涓流充電以糾正異常情況。充電時間因電池單元特性的實際差異而異，在某些情況下，完全充電可能需要長達 8 小時。如果充電 8 小時後情況沒有改善，請聯繫當地經銷商尋求幫助。

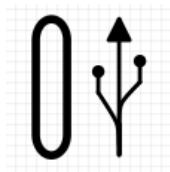


圖 3-3：USB Type-C 充電端口

圖 3-3 所示的 USB Type-C 充電端口僅用於充電。當 J2122A 正在充電時，電源開關將自動關閉，無法操作。可以使用 5V、15W 的 USB 充電適配器作為充電電源，或者使用隨附的 USB 轉香蕉插頭（PWR-OPT03），配合設置為輸出 5V 並限制電流為 3A 的普通桌面直流電源進行充電。

三、測試前調試連接

產品拿到手後，不要著急連接產品測試，需要先調整一下設置，以方便確認注入器在正確的工作設置狀態。



圖 5 連接設備

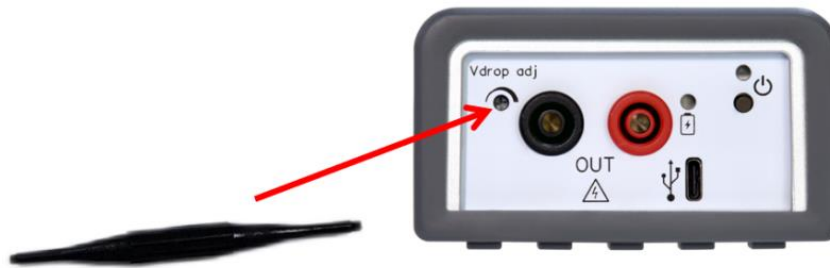


圖 7

調整旋鈕，使波形不失真，且有正常的 Vdrop 即可。



圖 8

注意：調整旋鈕要適度調整，如果調整不當，可能會發生如圖 8 所示，已經削峰失真了。

重新調節，讓波形不失真，以及 Vdrop 為所要求。

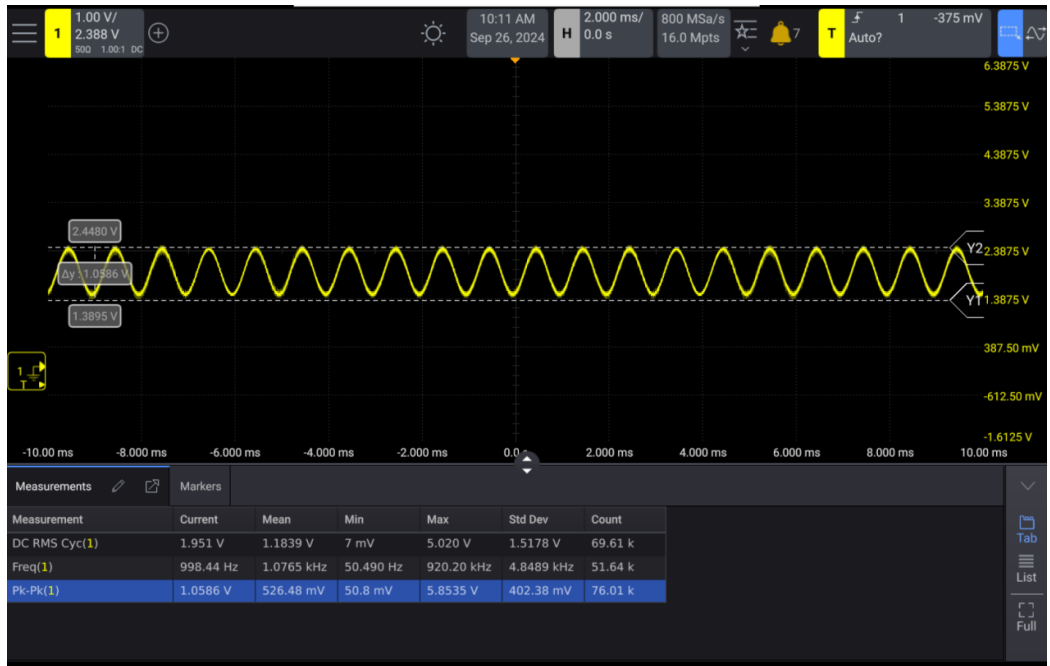


圖 9

如圖 9 所示，信號幅度和信號源一致， V_{drop} 大約為 1V。後續測試可以通過提高電源輸出，補償相應的 V_{drop} 。



圖 10

圖 10 所示為示波器通道阻抗為 $1M\Omega$ ，信號源設定 2Vpp，信號源輸出阻抗高 Z ，僅供參考。

按照上面所述，注入器調整完成後，可以根據實際所需調整信號源和電源的設定，連接被測產品，準備開始測試。

四、關於 Vdrop 和直流輸出的調整

J2122A 信號注入器基於工作特性的原因，直流輸出的電壓總是會小於直流電源提供的輸入電壓。

J2122A 相比較於 J2120A，J2120A 的 Vdrop 會從 0.7V 到 3.25V 不等，具體數值會和帶載電流大小有關。J2122A 通過調整旋鈕，可以固定 Vdrop。

Vdrop 的大小會影響 AC 信號的實際輸出幅度，AC 注入信號的幅度一般都會小於或等於 Vdrop。

當然 Vdrop 越大，DC 輸出的壓降也越大。使用時需要用萬用表檢測輸出的情況調整電源，或者使用具有補償功能的電源自動調整輸出。

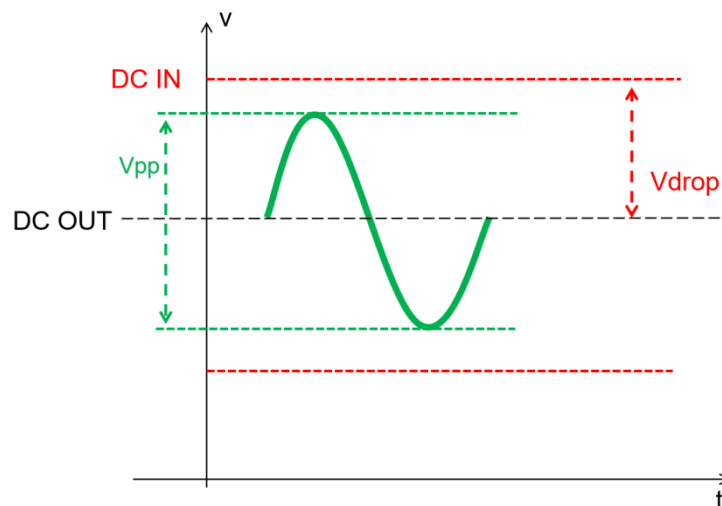


圖 11 Vdrop 和 DC 輸入輸出以及 AC 注入信號的關係示意圖

五、使用遠端感應補償板 PWR-OPT05

使用 PWR-OPT05 遠端感應板配合電源的遠端感應功能 (Picotest P9610A) 來校正這一電壓降，從而無需不斷調整臺式電源。Picotest P9610A 電源為該應用提供了足夠的遠端補償能力。許多其他電源不支持此功能，或補償能力接近。

PWR-OPT05 遠端補償原理

如果 J2122A 的輸出不經過濾波就直接回饋，電源的遠端感應功能會調節掉調製信號。J2122A 的輸出通過一個 RC 網路進行濾波和感應，來調整因為負載電流引起的電壓降。RC 濾波器的轉折頻率設定為 $1/(2\pi * R * C)$ ，即 6.4 Hz。這樣可以確保我們只對壓降的直流部分進行修正補償，而調製信號不會進入檢測回路。

圖 10 顯示了利用遠端檢測功能測量 DC-DC 轉換器輸入阻抗的連接圖。輸入阻抗是以輸入電壓與輸入電流的比值來測量的。FRA 的 CH1 使用電流探頭測量輸入電流。FRA 的 CH2 測量輸入電壓。FRA 測量 DC-DC 轉換器的輸入阻抗，即 CH2 與 CH1 之比。圖 11 顯示了利用遠端檢測功能測量 PSRR 的連接圖。CH1 測量輸入電壓，CH2 測量輸出電壓。PSRR 即為 CH1 與 CH2 的比值。

RC 濾波器中的電容器通過繞過遠端檢測線為交流信號提供本地檢測，而電阻器則為直流和低頻信號提供遠端檢測。24.9 Ω 檢測電阻成為源電源檢測分壓器的一部分，從而產生固定的 75 mV 壓降，避免了手動調節源電源的需要。75 mV 偏移是由於 24.9 Ω 濾波電阻與內部電源分壓器電阻串聯所致。該遠端感應濾波器可用於使用 J2122A 進行的所有測量。

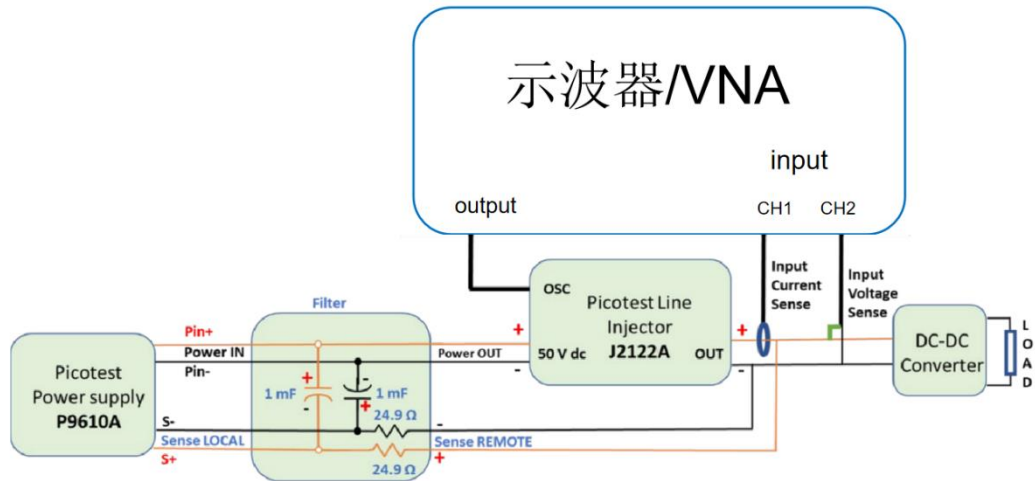


圖 12 利用遠端感應測量輸入阻抗的連接圖，以補償 J2122A 造成的壓降。由於 24.9 Ω 濾波電阻與內部電源分壓電阻串聯，因此會產生 75 mV 固定偏移。

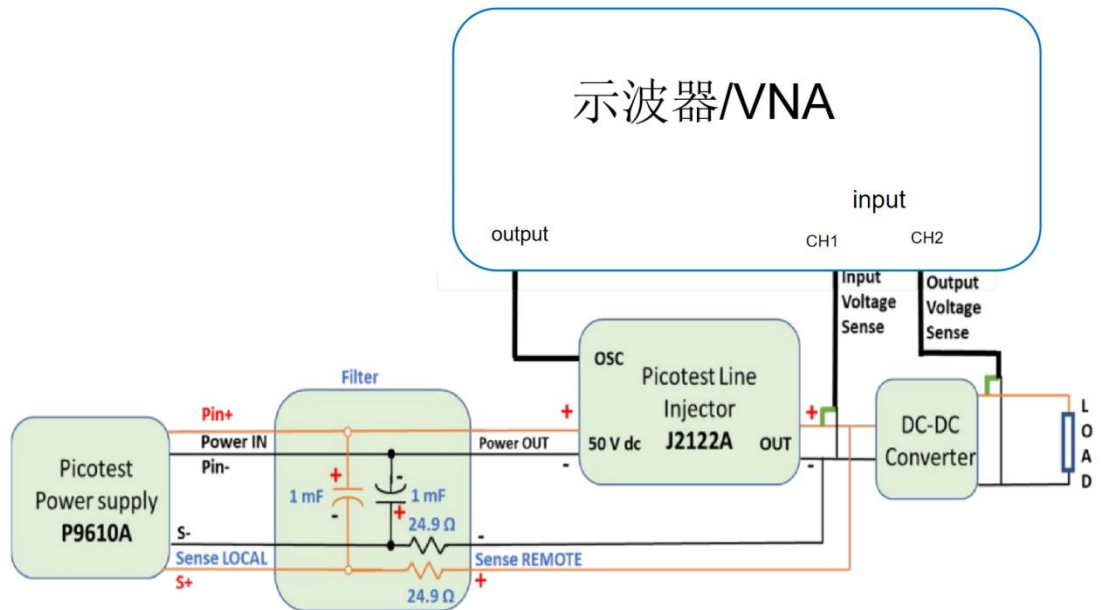


圖 13 利用遠端感應測量 PSRR 的連接圖，以補償 J2122A 引起的壓降。由於 24.9 Ω 濾波電阻與內部電源分壓器電阻串聯，因此會產生 75 mV 固定偏移。

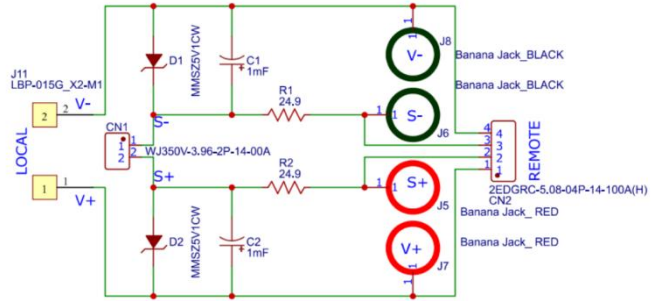
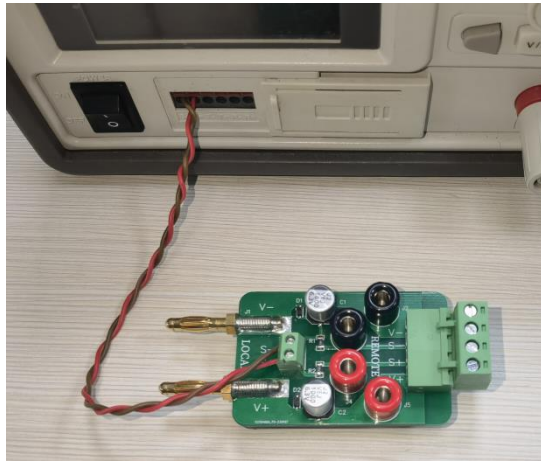


圖 14 遠端感應濾波器和 PWR-OPT05 原理圖

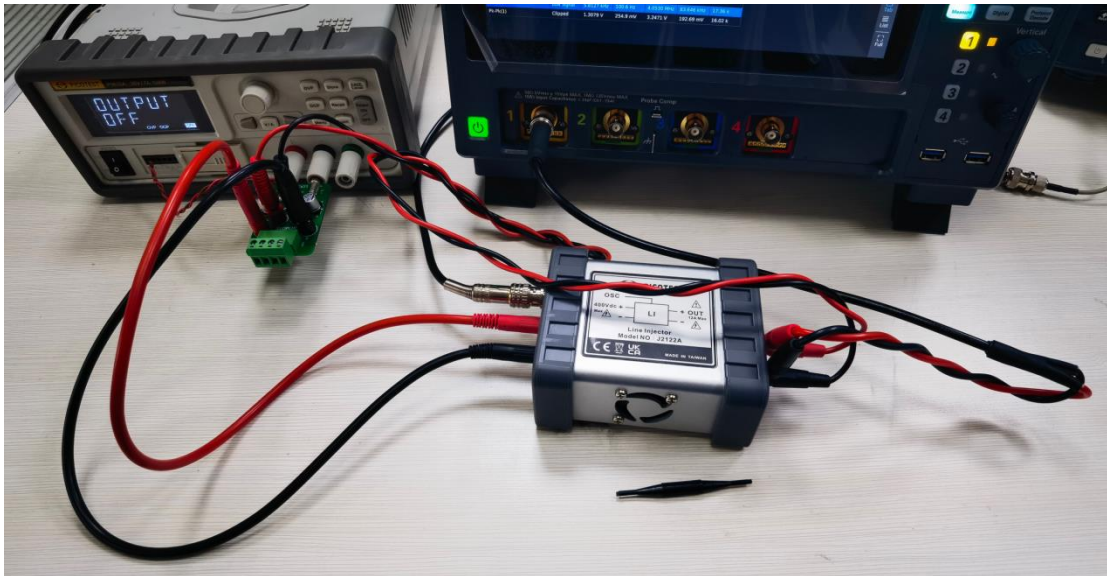


圖 15 使用 OPT05 連接示意圖

按照圖 9 的參數設定，示波器通道阻抗 50Ω ，電源 3V 直流輸出，電源設置遠端感應功能啟用，信號發生器 1KHz，1Vpp，輸出阻抗 50Ω 。測試連接如圖 15。



圖 16

在使用 OPT05，並且電源開啟遠端感應功能後，電源可以自動將 V_{drop} 引起的直流壓降重新調整到實際需要輸出的幅度。

注意：具體能自動調整多少需要看電源的補償能力。

六、PSRR 連接測試

使用 E5061B 做 PSRR 測試

連接方式如下圖

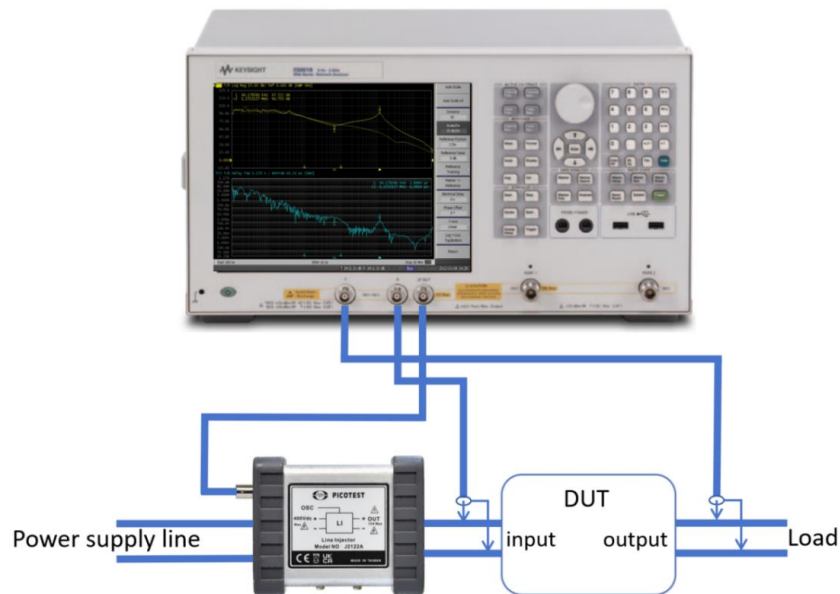


圖 17

測試結果類似下圖



圖 18

使用示波器做 PSRR 測試

以 Keysight 的 HD304MS0 舉例，連接方式如下圖

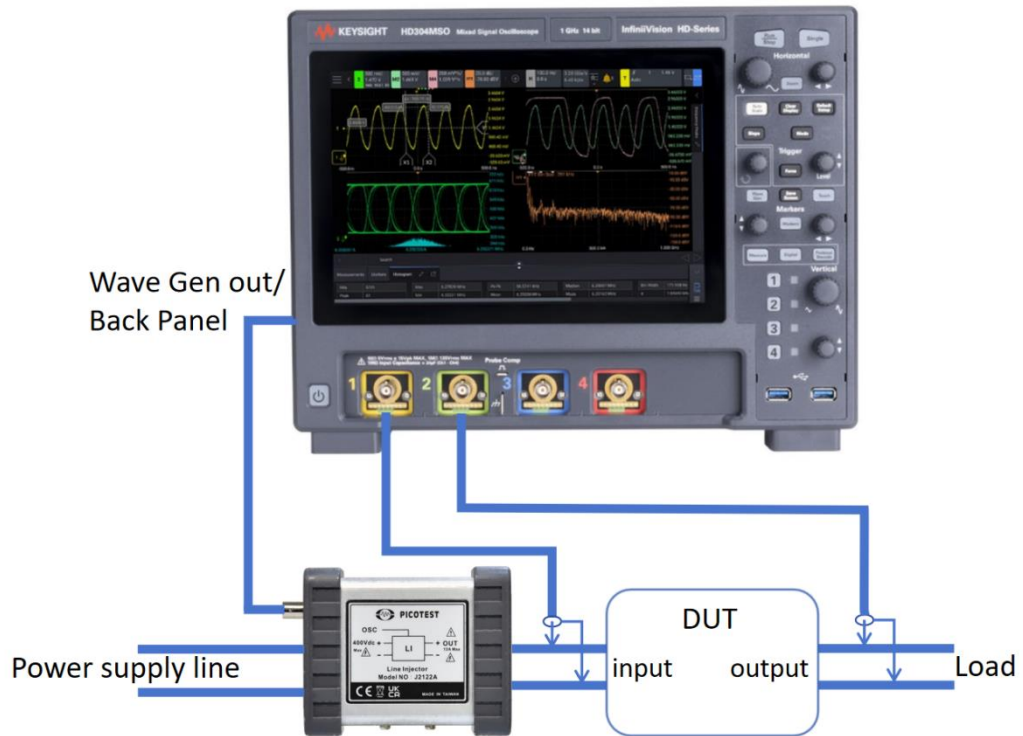
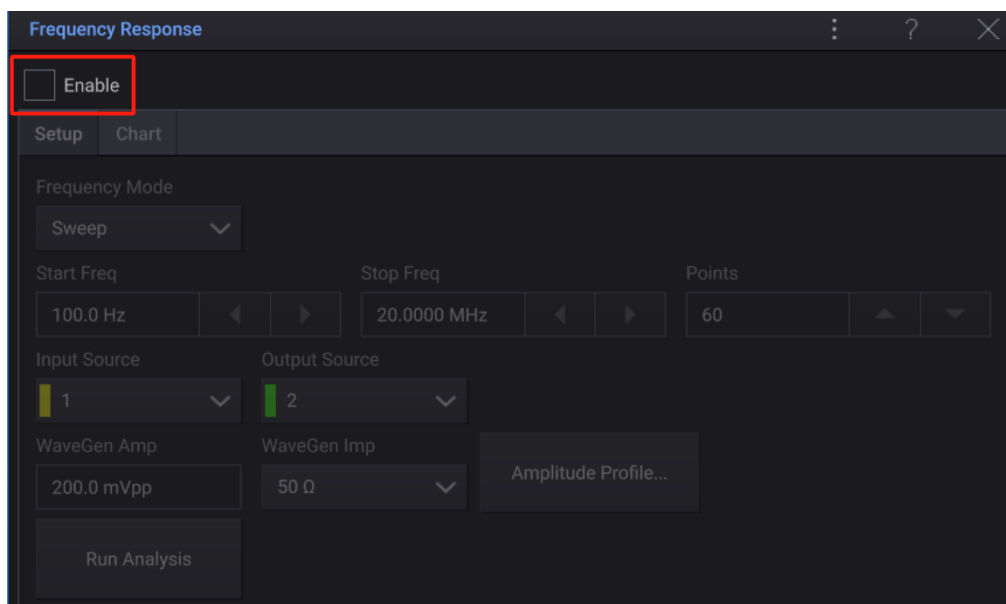
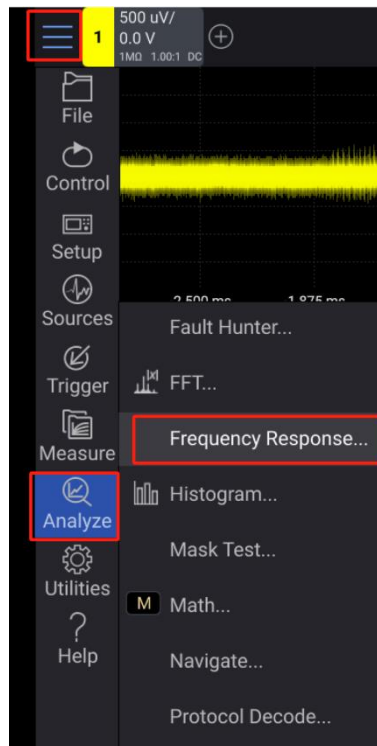


圖 19

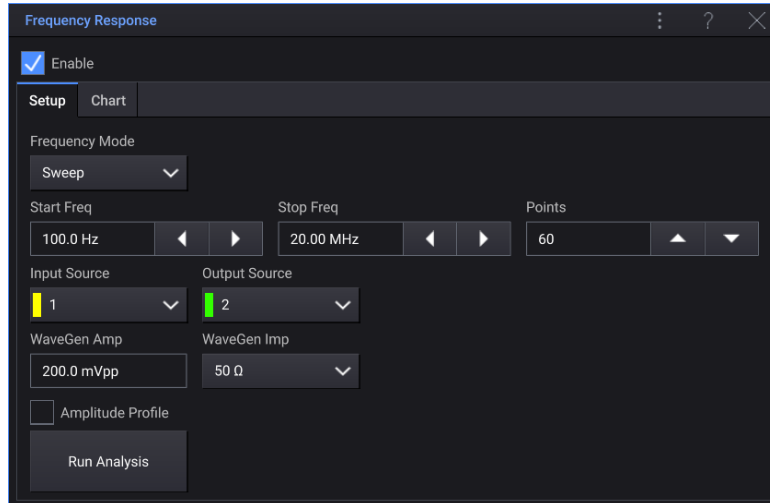
*示波器使用前，需要做探頭校準。

如上圖連接好後：

1. 按下 **Analyze** 按鍵。
2. 選擇 **Frequency Response**。
3. 在啟動的對話方塊中，選中 **Enable**，啟動頻響測試功能。



4. 在設置頁面中按照所需測試參數設定頻率範圍，信號源幅度等參數。



Frequency Mode: 可以掃描整個頻率範圍，也可以在單個頻率下執行分析。單個頻率點模式對於在單個頻率下評估幅度非常有用。在單個頻率下運行測試之後，可以手動調整（增大）波形發生器的幅度，直到您在示波器的顯示幕上觀察到波形失真。隨後可以在掃描模式下將該幅度用於所有頻率，或者可以評估其他頻率下的幅度以確定優化的振幅模式（使用 **Amplitude Profile**）。

Start Freq（起始頻率）：設置啟動掃描頻率值。

Stop Freq（停止頻率）：設置停止掃描頻率值。測量值以對數刻度顯示，因此除了最大頻率 20 MHz 之外，您還可以從十倍頻程值中選擇啟動頻率和停止頻率。

Points: 選擇每十倍頻程的頻率測試點數（在對數刻度中）。

Input source: 被測產品輸出通道和與之對應探頭選擇。

Output source: 被測產品輸出通道和與之對應探頭選擇。

WaveGenAmp: 信號發生器（幅度、阻抗）設置波形發生器幅度值和預期的輸出負載阻抗。Gen Out 信號的額定輸出阻抗為 50 ohms。但是，輸出負載選擇允許波形發生器顯示預期輸出負載的正確幅度和偏移電平。如果實際負載阻抗與選定的值不同，則顯示的幅度和偏移電平將不正確。

Amplitude Profile: 選中此核取方塊將能夠為每個頻率範圍指定最初的波形發生器階升幅度。有了幅度分析，可以在被測設備（DUT）對失真敏感的頻率下使用較低的幅度，在 DUT 對失真不太敏感的頻率下使用較高的幅度。在測試期間通常會觀測到失真。如果輸入測試正弦波開始傾向一端、被削波或者有點像三角形（非正弦），則說明可能由於 DUT 超速而出現失真。通常，通過優化測試幅度來實現最佳動態範圍測量是多次運行頻率回應測量的反覆運算過程。要為不同的倍頻點數設置不同的振幅，請選擇 **Amplitude Profile**。

5. 點擊 Run Analysis ，運行測試。

6. 等待程式結束，查看測試結果。



注意：如果測試結果出現負值，需要在通道設置中切換一下輸入輸出通道設定。

示波器的頻響分析功能默認是 Gain，即 $20\log(V_{out}/V_{in})$ 。

切換通道設定，重新運行，得到下面的結果圖。

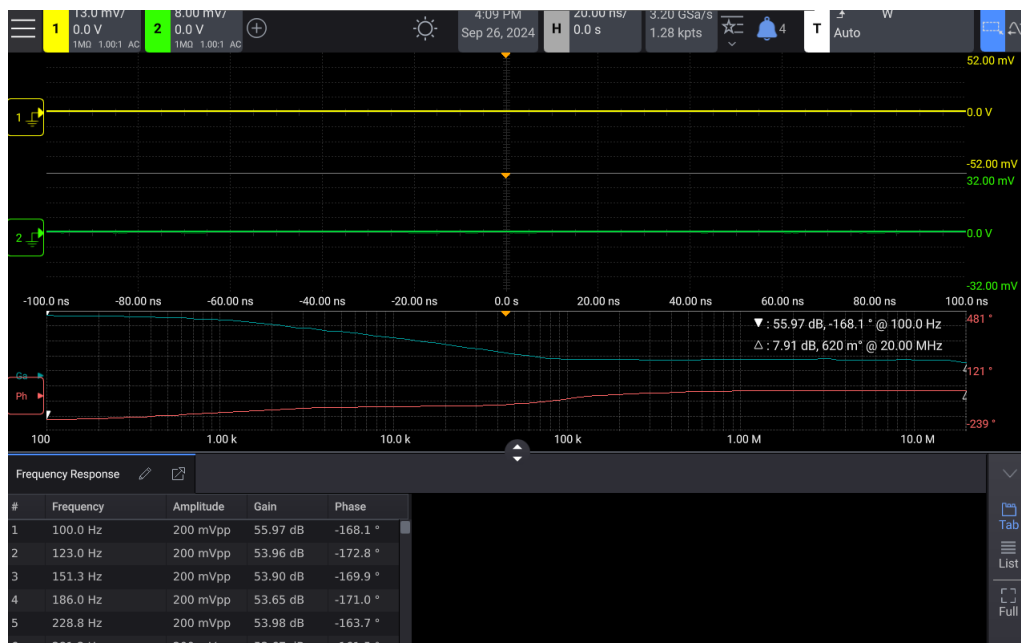
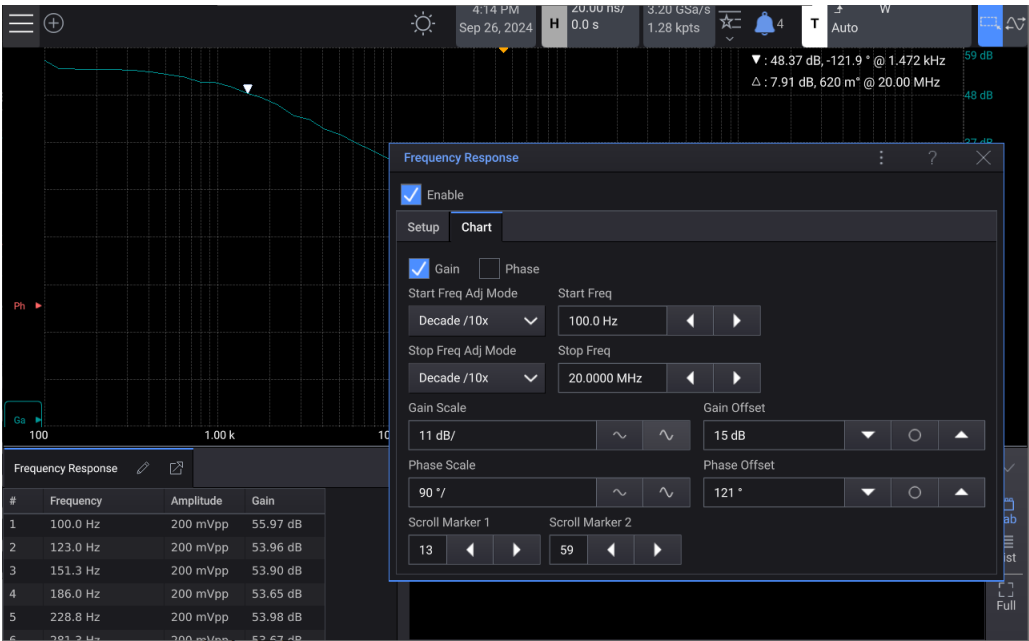


圖 20

我們可以通過關閉通道 1, 2 的顯示，並調整通道顯示座標優化顯示曲線。
可以通過拖動標記箭頭，移動到想觀測的點上看對應的測試結果(螢幕右上方)。
外接滑鼠會更方便操作。



提高信噪比的更好辦法是利用圖 所示測量工具的振幅曲線功能定制測試振幅。
利用振幅曲線，您可以在 DUT 敏感的頻率上以較低的振幅進行測試，在 DUT 對失真不太敏感的頻率上以較高的振幅進行測試。

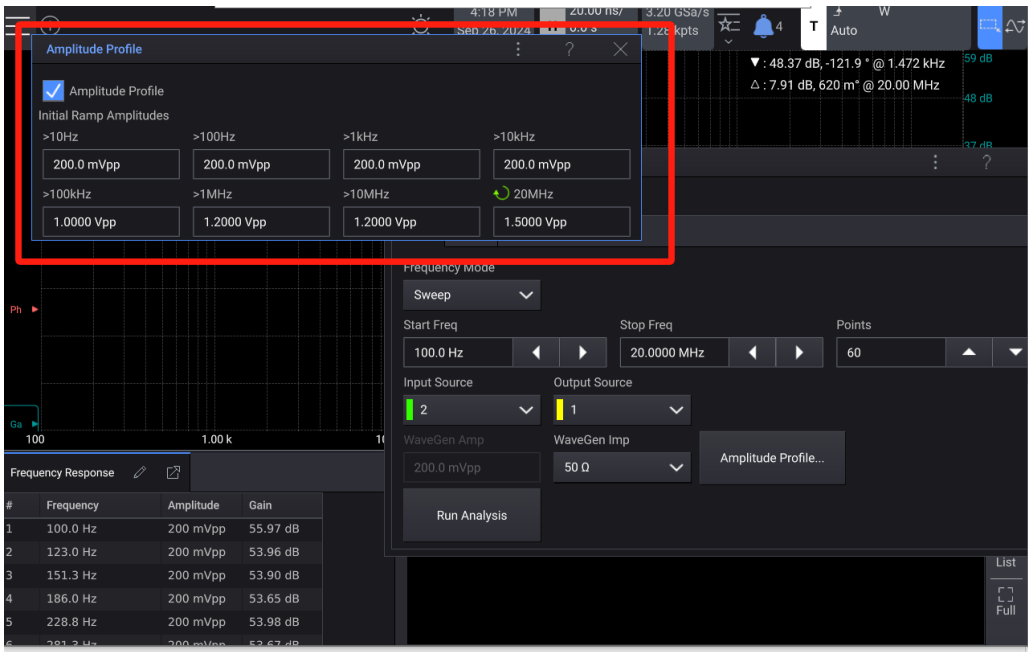


圖 21

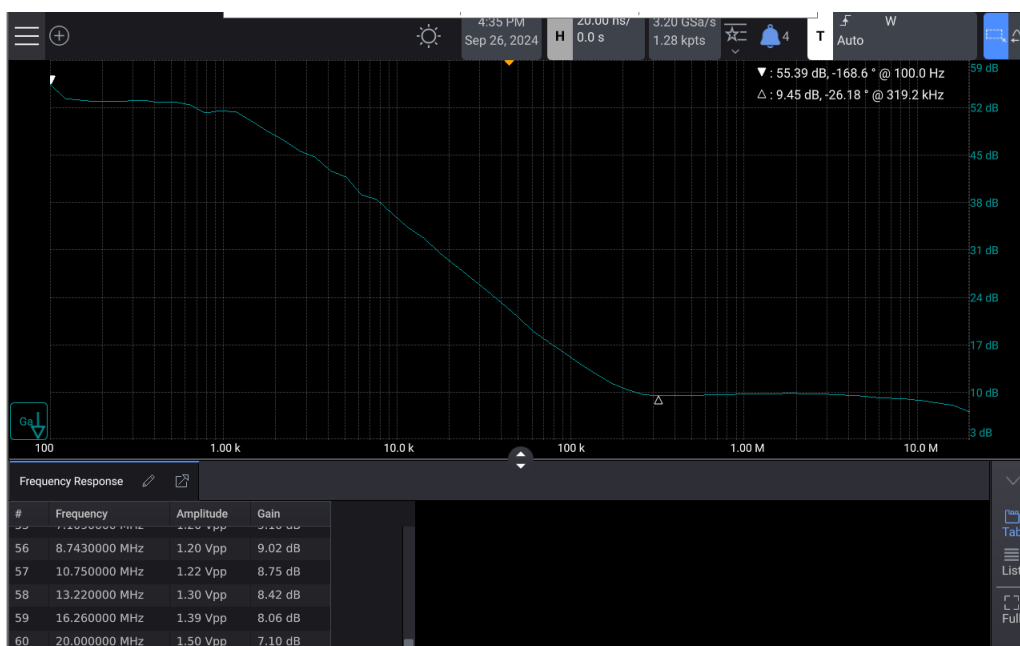


圖 22

圖 22 顯示了基於自訂測試振幅的 PSRR 測量結果。

測試完成後使用游標，我們測得 100Hz 時的最大抑制為 55 dB，20 MHz（最終測試頻率）時的最小抑制為 7 dB，在 319KHz 以上時候，抑制不足。

那麼，如何確定最佳測試振幅呢？Keysight 基於示波器解決方案的一個優勢是，您通常可以在測試過程中觀察到時域波形的失真。如果輸出正弦波開始出現環邊、削邊或三角形（非正弦波），那麼您很可能遇到了 DUT 超載導致的失真。優化測試振幅以獲得最佳動態範圍的測量，通常是一個多次運行頻率響應測量的反覆運算過程。使用 Keysight 基於示波器的頻率響應測量，通常可以減少反覆運算次數。

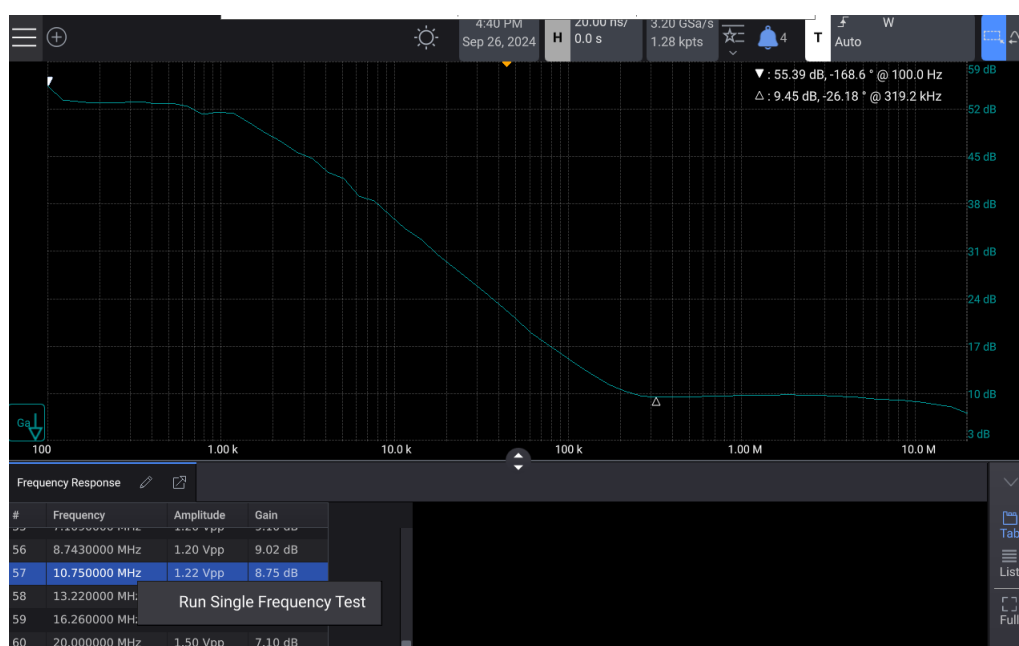


圖 23

另外，使用 Keysight 基於示波器的解決方案，您還可以在單個頻率上執行 PSRR 測量。如圖 23 所示，在需要頻率點上長按，就會彈出單頻點測試按鈕。

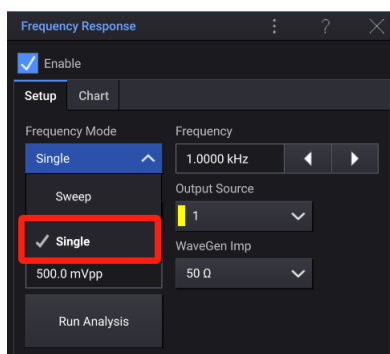
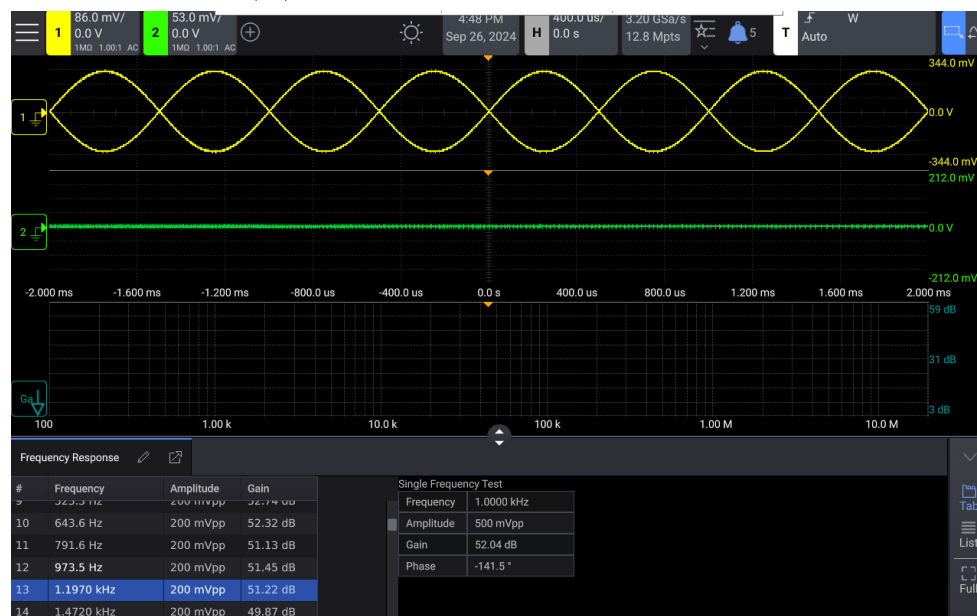


圖 24

或者如圖 24，在頻響測試對話方塊中，選擇單頻點測試，輸入需要的頻率點和幅度值，點運行即可。



這樣，您就可以運行單頻測試，然後在示波器的 WaveGen 設置功能表中進行手動幅度和頻率調整，同時在示波器的顯示幕上直觀地監控重複的時域波形。

總結：

我們已經展示了使用 Picotest 信號注入器和 Keysight 的 HD304MS0 InfiniiVision 測量 LDO 的簡單方法。

使用 Keysight 的 HD304MS0 InfiniiVision 示波器可以更方便的測試器件的 PSRR，在測試的過程中可以看到輸入輸出信號的失真情況，方便調整測試參數，以獲得更加準確的測試結果。