

FCA3000 和 FCA3100 系列計時器/計數器/分析器
MCA3000 系列微波計數器/分析器
使用者手冊



077-0505-01

Tektronix

FCA3000 和 FCA3100 系列計時器/計數器/分析器
MCA3000 系列微波計數器/分析器
使用者手冊

Copyright© Tektronix. 版權所有。授權軟體產品為 Tektronix、其子公司或供應商所有，且受國家著作權法及國際條約規定保護。

Tektronix 產品受美國與外國專利保護，已獲得專利或專利申請中。本出版物中的資訊將取代先前出版的所有文件中的內容。保留變更規格與價格之權利。

TEKTRONIX 與 TEK 皆為 Tektronix, Inc. 的註冊商標。

TimeView 是 Pendulum AB 的商標。

與 Tektronix 聯繫

Tektronix, Inc.
14150 SW Karl Braun Drive
P.O. Box 500
Beaverton, OR 97077
USA

如需產品資訊、銷售、服務及技術支援，請利用下列管道：

- 北美地區，請電 1-800-833-9200。
- 世界各地，請造訪 www.tektronix.com 網站，以取得當地的聯絡方式。

保固

「太克」保證本產品在出貨日後三年內，在材料和工藝兩方面均無瑕疵。若產品證實在保固期內發生故障，「太克」可選擇對故障品進行修復但不收任何零件費用與工錢，或是提供替代品以交換故障產品。「太克」在保證期間內使用的零件、模組和更換產品，可能是新的或翻新的。所有更換的零件、模組和產品，均為「太克」所有。

爲了取得本保證書所提供的服務，顧客必須在保固期到期之前，將故障情況告知「太克」並進行適當的安排以進行服務。顧客必須負責缺陷產品的包裝與運輸，並以預付運費的方式送抵「太克」指定的服務中心。若顧客所在地與「太克」服務中心位在同一國家，「太克」將支付把產品寄回顧客的費用。如果要將產品寄回其他地點，所有運費、關稅、稅金與任何其他費用需由顧客支付。

本保證書不適用於因不正常使用、維修或缺乏保養的情況所造成的任何缺陷、故障或損壞。若有下列情況，「太克」並無義務就本保證書提供服務 a) 因爲非「太克」代表的人員企圖安裝、維修或檢修產品而產生的損壞， b) 因爲不正常使用或與不相容設備連接所造成的損壞； c) 使用非「太克」耗材所造成的任何損壞或故障；或 d) 產品經過修改或與其他產品結合，而這種修改或結合增加檢修產品所需的時間或難度。

本擔保係由「太克」針對本「產品」提供，不爲任何其他明示或默示擔保。「太克」及其廠商不爲任何適售性或符合特定使用目的之所有默示擔保。倘若違反此擔保，「太克」對顧客所提供的唯一補救方法，爲修復或替換故障的產品。對於任何間接、特殊、意外或衍生性損害，TEKTRONIX 及其廠商將概不負責，不論 TEKTRONIX 及其廠商是否事先瞭解這種損害的可能性。

[W4 - 15AUG04]

目錄

一般安全摘要	iii
前言	v
關於本手冊	v
功能	v
強大和多元的功能	vi
無錯誤	vi
設計創新	vi
遠端控制	vii
拆封	1
標準配件	1
識別	1
安裝	1
了解儀器	3
前面板	3
輸入接頭	4
後面板	5
主螢幕	6
控制項	9
輸入數值	13
功能表	13
輸入訊號調整	19
輸入控制項	19
如何減少或忽略雜訊和干擾	23
頻率測量	27
測量理論	27
輸入 A、B	32
輸入 C	33
A/B、B/A、C/A、C/B 比率	33
A、B、C 脈衝	33
頻率調變訊號	36
AM 訊號	39
週期	40
頻率	41
時間測量值	43
簡介	43
時間間隔	44
上升/下降時間 A/B	44
時間間隔錯誤 (TIE) (僅限 FCA3100 系列)	45
脈波寬度 A/B	46

工作係數 A/B	46
時間測量錯誤.....	47
相位測量.....	49
解析度	49
可能的錯誤	49
總計 (僅限 FCA3100 系列).....	53
電壓測量.....	57
V_{MAX} 、 V_{MIN} 和 V_{PP}	57
V_{RMS}	57
數學與統計測量	59
平均	59
數學	59
統計	60
極限測試.....	64
預觸.....	67
指引	67
開始和停止預觸.....	67
預觸輸入訊號.....	69
預觸與設定時間.....	70
預觸範例	71
預觸和剖析	76
附錄 A: 預設儀器設定	79
附錄 B: 控制測量時間	81
測量流程	81
索引	

一般安全摘要

請檢視下列的安全警告以避免傷害，並預防對此產品或任何相關產品的損害。

為避免潛在的危險，請僅依照指示使用此產品。

只有合格的維修人員方可操作維修程序。

使用此產品時，您可能需要存取較大型系統的其他部分。請閱讀其他元件手冊的安全章節，了解操作系統的相關警告與注意事項。

避免火災或人身傷害

使用適當的電源線。 請只使用本產品所指定以及該國使用認可的電源線。

正確地連接與中斷連接。 當探棒或測試線與電壓來源連接時，請勿連接它們或中斷與它們的連接。

將產品接地。 本產品是透過電源線的接地導線與地面連接。為了避免電擊，接地導線必須連接到地面。在與產品的輸入與輸出端子連接之前，請確定產品已正確地接地。

觀察所有的端子功率。 為了避免火災或是電擊的危險，請注意產品上的功率及標記。在與產品連接之前，請先參閱產品手冊以便進一步瞭解有關功率的資訊。

這些輸入並非用於主要或類別 II、III 或 IV 電路的連接。

請勿將電壓加至任何端子，包括共同端子，這會超過端子的最大功率。

電源中斷連接。 電源線已中斷產品與電源的連接。請勿阻礙電源線，使用者必須可以隨時存取電源線。

請勿在蓋子未蓋上之前即進行操作。 如果蓋子或是面板被取下，請勿操作本產品。

懷疑有故障時，請勿操作。 若您懷疑此產品已遭損壞，請讓合格的維修人員進行檢查。

避免電路外露。 當有電流通過時，請勿碰觸外露的連接器及元件。

請勿在潮濕的狀態下操作。

請勿在易燃易爆的空氣中操作。

請維持產品表面的清潔與乾燥。

保持空氣的流通。 請參考手冊的安裝說明以瞭解有關如何安裝產品使其具有良好通風的詳細資訊。

此手冊中的規定 本手冊可能會出現下列規定：



警告。 警告聲明中指明了可能導致受傷或喪命的情況或操作。



小心。 小心聲明中指明了可導致損壞此產品或其他物品的情況或操作。

產品上的符號和規定。 這些規定可能會出現在產品上：

- 「危險」表示當您看到此標誌時可能有立即受傷的危險。
- 「警告」表示當您看到此標誌時並不會有立即受傷的危險。
- 「小心」表示可能損及財產 (包括本產品) 的危險。

下列符號可能會出現在產品上：



小心
請參閱手冊



警告
高電壓



保護接地端子



接地線底盤



待機

前言

關於本手冊

本手冊包括 FCA3000 和 FCA3100 系列計時器/計數器/分析器，與 MCA3000 系列微波計數器/分析器之操作資訊。

為簡化參考資料，所有儀器共有的功能將不另行標示儀器名稱。特定儀器或系列儀器專有的功能，則將清楚標示。

儀器參考資料：

- **FCA3X00** 表示任何 FCA3000 系列或 FCA3100 系列的儀器
- **FCA3000** 表示任何 FCA3000 系列的儀器 (FCA3000、FCA3003、FCA3020)
- **FCA3100** 表示任何 FCA3100 系列的儀器 (FCA3100、FCA3103、FCA3120)
- **MCA3000** 表示任何 MCA3000 系列的儀器 (MCA3027 或 MCA3040)

功能

- 廣泛的測量頻率範圍，高達 40 GHz
- 市面上最快速的微波計數器 (25 毫秒的擷取時間)
- 業界唯一具有圖形顯示器的頻率計數器
- 高解析度，最小至單擊 (時間) 50 ps 或 12 位/秒 (頻率)
- 訊號頻率和電壓參數的同步顯示
- 15 mV_{rms} 的觸發敏感度，自直流至 200 MHz
- 1 mV 的電壓解析度
- 快速 USB/GPIB 匯流排傳輸速度，高達每秒 15 k 次測量 (阻斷模式)
- 零停工時間的頻率/週期測量
- 最佳的恆溫槽控制石英晶體振盪器 (OCXO) 時基選項 (1.5E-8/年 穩定性)
- MCA3000 系列提供微波 CW 頻率測量，和極短的脈衝測量 (40 ns)
- 可編程之脈波輸出，自 0.5 Hz 至 50 MHz (FCA3100 系列)
- 10 MHz 參考輸出振盪器
- 測量統計、長條圖和趨勢圖模式
- 前方或後方的輸入連接選項

強大和多元的功能

您全新儀器中一項獨特的效能特色，就是全面性的預觸能力，其可讓您記述幾乎各種關於頻率與時間的複雜訊號。

例如，您可在外部預觸條件與實際儀器預觸間插入延遲。關於預觸的詳細資訊請閱讀第 5 章測量控制。

除傳統的計時器/儀器測量功能外，這些儀器還具有許多其他功能，例如相位、工作係數、上升/下降時間和峰值電壓。儀器可使用「Input A」(輸入 A) 與「Input B」(輸入 B) 執行所有測量功能。您可使用其中一項主輸入，或是使用個別的預觸波道 (E) 來預觸多數的測量功能。

透過使用內建的數學與統計功能，儀器可於儀器中處理測量結果，而無需外部控制器或軟體。數學功能包括反轉、設定刻度和偏移。統計功能包括最大值、最小值和平均數、標準差以及 Allan 偏差，其中樣本數最大可達 2×10^9 。

無錯誤

您很快便可發現，儀器搭載的是直覺性的使用者介面，因此使用方法無須多做解釋。具少數層級的樹狀功能表，使得計時器/儀器的操作相當容易。大型的背光圖形 LCD 是資訊中心，可同時顯示多個訊號參數，以及設定狀態和操作者訊息。

除標準的數值測量結果外，如最大值、最小值、平均值和標準差，基於測量樣本的統計資料，也可輕易地由長條圖或趨勢圖呈現。

「自動」功能會針對任何的輸入波形自動觸發。匯流排學習模式可簡化 GPIB 編程。透過匯流排學習模式，手動的儀器設定可移轉至控制器，以作為日後的重新編程。如果您僅是偶爾使用匯流排，則無須針對每項個別的儀器設定學習代碼和語法。

設計創新

先進技術賦予持久使用

這些計數器的設計旨在品質與耐用性。其設計為高度整合。數位計數電路僅包括一項客製開發的 FPGA 以及一個 32 位元微控制器。高度整合與低元件數量減少了電源耗用，進而成就 30,000 小時的 MTBF。現代的表面安裝技術，確保了高生產品質。堅固的機械式建構，包括可承受機械震動和防止 EMI 的金屬機箱，也是一項珍貴的特色。

高解析度

本儀器中使用的倒數內插計數，可針對所有頻率得到極佳的 12 位/秒相對解析度。

測量會與輸入週期同步，而非與時間基準同步。儀器會與一般的「數位」計數同步，針對開始/停止觸發事件和下一個時脈間的時間進行類比測量。此測量是在四個相同的電路中進行；方法是在觸發事件開始時，以固定電流充電整合式電容器。充電會在第一個接續時脈的前緣時停止。儲存在整合式電容器內的電量，代表開始觸發事件和第一個接續時脈前緣間的時間差異。針對停止觸發事件，也會進行類似的充電整合。

當測量的「數位」部分就緒時，電容器內的儲存電量，便會由類比/數位轉換器測量。

儀器會在完成所有測量後，也就是數位時間測量和類比內插測量，進行結果的計算。結果是， ± 1 時脈 (10 ns) 的基本數位解析度分別降低至 100 ps (FCA3000 系列) 和 50 ps (FCA3100 系列)。

由於測量會與輸入訊號同步，因此頻率測量的解析度將相當高，且不受頻率影響。計數器具有 14 位顯示，因此顯示器本身不會限制解析度。

遠端控制

您可透過使用兩個介面，GPIB 和 USB，對儀器進行編程。

GPIB 介面提供完整的一般功能，並相容於最新的使用標準：IEEE 488.2 1987 (HW) 和 SCPI 1999 (SW)。儀器也配備有第二個 GPIB 模式，其可模擬 Agilent 53131/132 指令集，讓您在 ATE 作業系統中輕易的進行儀器交換。

USB 介面主要用於選用的 TimeView™ 分析軟體。通訊協定是 SCPI 的專屬版本。

快速 GPIB 匯流排

這些計數器不僅是極度強大和多元的儀器，也具有快速匯流排通訊的功能。匯流排傳輸速度高達 2000 次觸發測量/秒。內部記憶體陣列測量則可達到 250 k 次測量/秒。

這極高的測量速率，可讓您進行新的測量。例如，您可針對上萬筆脈波寬度測量執行抖動分析，並在一秒內加以擷取。

完整的程式編寫手冊將說明可用的 SCPI 程式編程指令。

儀器可輕易地在 GPIB 環境中使用。內建的匯流排學習模式可讓您手動進行所有的儀器設定，並將其轉移至控制器。您可於稍後使用該回應，將儀器重新編程至相同的設定。這可免除臨時使用者學習所有個別編程代碼的需要。

完整的 (手動設定) 儀器設定也可儲存在 20 個內部記憶體位置，並輕易的叫出。其中十個內部記憶體位置可為使用者保護。

拆封

檢查包裝是否完整，且在運送過程中沒有造成損害。若內容物不完整或遭到損害，請立即向運貨員提出索賠。若需要修復或替換，也請通知您當地的 Tektronix 代表。

標準配件

請參閱 FCA3000、FCA3100 系列計時器/計數器/分析器和 MCA3000 系列微波計數器/分析器快速入門使用者手冊，取得標準配件清單。

識別

後面板上的識別標籤會顯示儀器型號、序號和組態資訊。(請參閱頁5，後面板) 您也可按下「User Opt > About」(使用者選項 > 關於) 來顯示儀器資訊。

安裝

供應電壓

您可將設備連接至電壓功率為 90-265 V_{rms}、45-440 Hz 的交流電源。設備會針對輸入電壓自動進行調整。

FCA3X00 或 MCA3000 系列儀器沒有使用者可自行維修的保險絲。



小心。 若此保險絲燒毀，很可能是電源遭到嚴重損壞。請勿替換保險絲。請將儀器送往 Tektronix 服務中心。針對修復、維修和調整而卸除機蓋的作業，僅能由經過訓練、完全瞭解所涉及危險的合格人員進行。

若在保固期間，未授權的人員對儀器內部進行修護，則保固承諾將視為無效。

接地 電壓電源的接地錯誤，會使任何連接的儀器變得危險。在將任何裝置與電源線連接前，您必須確認保護接地功能正確。只有在這個情況下，裝置才能與電源線連接，且僅能使用三線式電源線。其他的接地方式是不允許的。延長線務必須有保護接地導體。



小心。 若將裝置自寒冷的環境移至溫熱的環境，水氣凝結可能會造成觸電危險。在使用前，請讓裝置閒置數小時，讓凝結蒸發。請確認有確實符合儀器的接地需求。

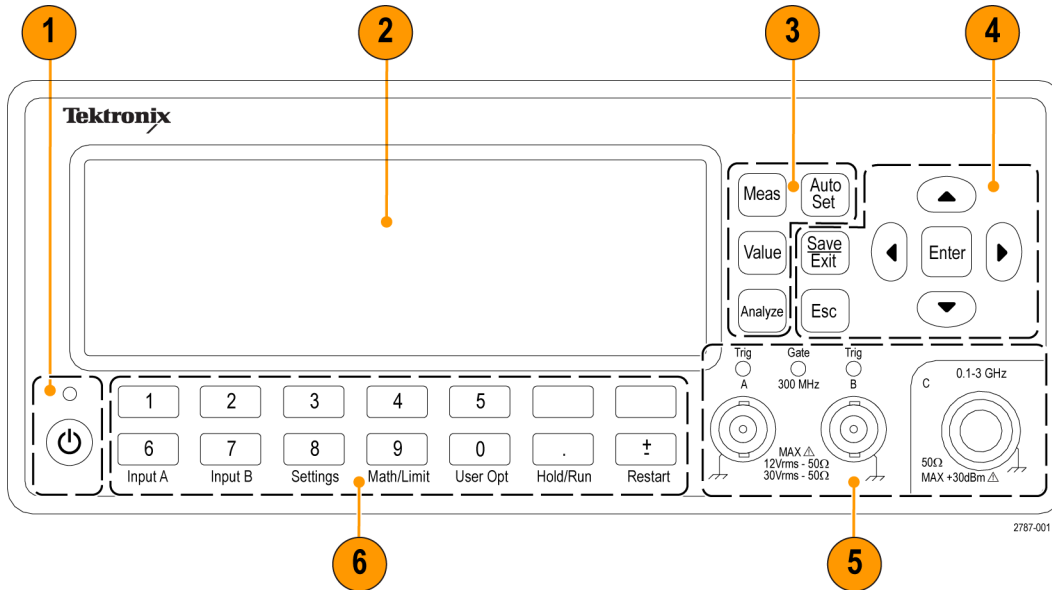


警告。 絕對不可中斷接地線。干擾儀器內外保護接地的連接，或中斷與保護接地端子的連接，都會造成觸電危險。

方向與冷卻 您可於任何位置操作儀器。請勿阻礙側邊面板上的通風槽氣流：請在儀器左右側和後方保留 5 公分 (2 吋) 的空間。儀器也具有折疊式腳墊，供桌上使用。

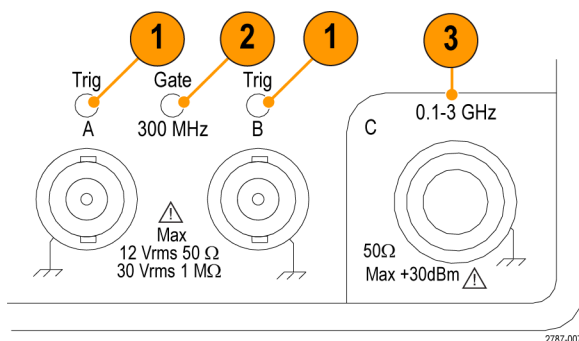
了解儀器

前面板



1. 電源按鈕(請參閱頁9，*電源按鈕*)
2. 主螢幕(請參閱頁6，*主螢幕*)
3. 測量按鈕(請參閱頁9，*測量按鈕*)
4. 瀏覽按鈕(請參閱頁10，*儲存/結束按鈕*)
5. 輸入接頭(請參閱頁4，*輸入接頭*)
6. 鍵盤按鈕(請參閱頁11，*鍵盤按鈕*)

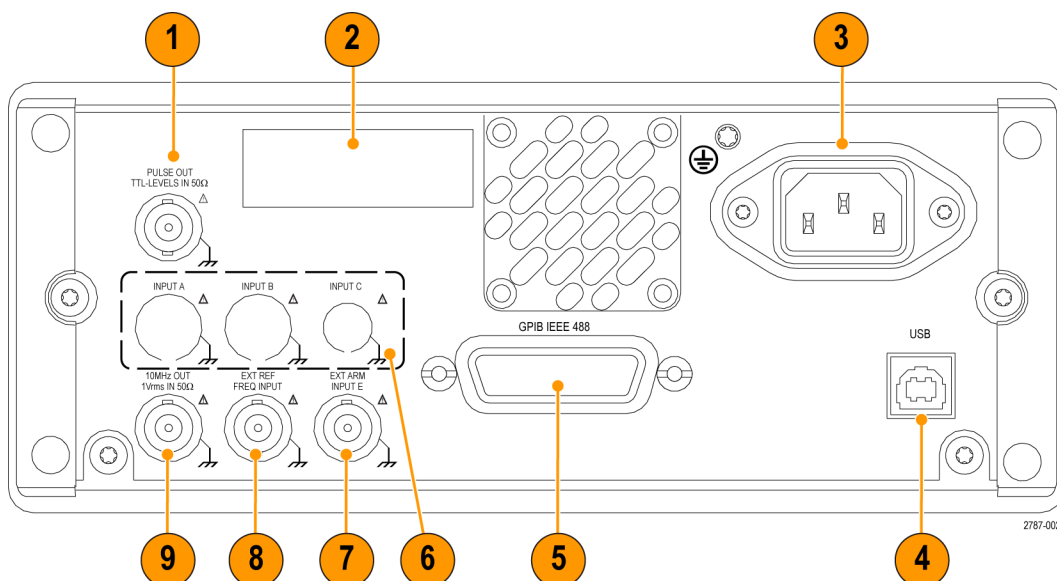
輸入接頭



1. 「Input A」(輸入 A) 與「Input B」(輸入 B) 輸入和觸發指示燈。閃爍的觸發 LED 燈表示正確的觸發。
2. 閘門指示燈。「GATE (閘門)」指示燈會在計數器忙著計算輸入週期時亮起。
3. 用於計算較高頻率的「Input C」(輸入 C) 預先調整器 (3 GHz 或 20 GHz，FCA3000 和 FCA3100 系列) 或降頻轉換器 (27 GHz 或 40 GHz，MCA3000 系列)。

注意。 原廠選項 RP 將輸入接頭從前面板移動至後面板 (針對 FCA3000 系列與 FCA3100 系列儀器)。「Gate」(閘門) 和「Trig A/B」(觸發 A/B) 的 LED 指示燈仍位於前面板。選項 RP 不適用於 MCA3000 系列儀器。

後面板

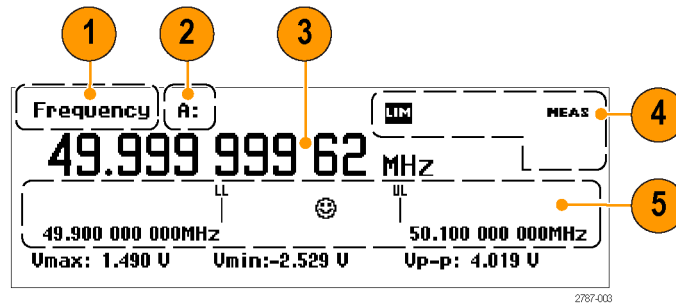


1. 脈波輸出接頭 (僅限 FCA3100 系列)。
2. ID 標籤，包括型號、序號和安裝的選項編號。
3. 電源線接頭。
4. USB 2.0 12 Mb/s 埠，連接至 PC。
5. GPIB 埠，連接至控制器。
6. 選擇性的後面板輸入接頭。原廠選項 RP 將前面板的輸入接頭移動至後面板。不適用於 MCA3000 系列儀器。
7. 外部預觸輸入接頭 (用於測量的外部預觸 (同步化))。您也可從「Settings Menu」(設定功能表) 選取用於測量預觸的「Input A」(輸入 A) 與「Input B」(輸入 B)。
8. 外部參考輸入接頭。如果在「Settings Menu」(設定功能表) 中將「Measurement Reference」(測量參考) 設定為「Auto」(自動)，在具有有效訊號的情況下，則會自動選取此輸入。
9. 10 MHz 輸出接頭。提供從動態測量參考 (內部或外部參考) 中衍生的參考訊號。測量參考來源是在「Settings Menu」(設定功能表) 中設定。

主螢幕

儀器使用單色的 LCD 來顯示訊號來源、儀器測量 (數字和圖形)，以及功能表項目。顯示的項目視顯示模式而定。

測量值模式



按下「Value」(數值) 按鈕來顯示目前測量的高解析度數值讀數。

1. 目前的測量。
2. 測量訊號來源。如果主要的測量讀數為統計測量，則此文字也會顯示統計測量的類型 (例如，A MEAN：)
3. 主要測量讀數。螢幕下方的讀數顯示來源訊號的電子資訊。讀數或顯示變更是要視測量或分析模式而定。
4. 測量狀態。顯示數學或極限測試模式 (MATH 或 LIM)、測量/保留/單一測量狀態 (MEAS、HOLD、SING)，以及遠端 GPIB 控制狀態 (REM)。測量狀態會在所有顯示模式中顯示。

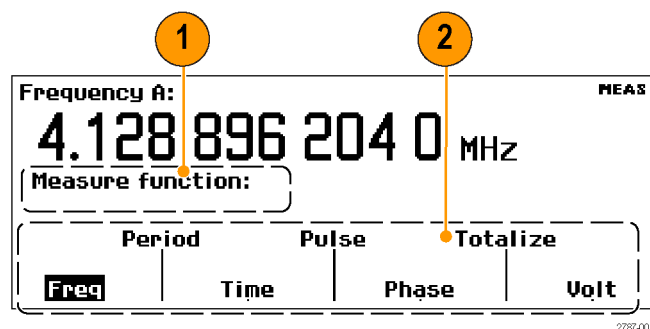
注意。 一般而言，螢幕會在儀器於遠端控制時，顯示作用中的測量。然而，TimeView 為加速測量，而會關閉螢幕：螢幕會顯示「Display OFF」(顯示器關閉) 的訊息；測量狀態為「REM」(遠端)；所有前方面板按鈕，除 Esc 外，都會停用。按下 Esc 按鈕以傳送「Return To Local」(返回本機) 訊息至遠端裝置，並使儀器返回至本機模式。

若已從遠端連線編程「本機鎖定」，您則無法使用 Esc 鍵使儀器返回至本機模式。

5. 極限警報讀數 (已啟用時)。下限 (LL) 和上限 (UL) 設定均以垂直線顯示，並包含其相關的極限值。表情符號會顯示相應的測量值和極限通過/失敗狀態 (笑臉表示測量值位於極限範圍中，苦臉表示測量值位於極限範圍外)。位於螢幕上方的「LIM」(極限) 狀態文字會在測量值超過極限時閃爍，且就算測量值已返回至極限範圍內，仍會繼續閃爍。按下「Restart」(重新啟動) 以重設 LIM 狀態。

功能表模式

按下功能表按鈕 (如「Meas」(測量) 或任何的下方鍵盤按鈕)，將可以該按鈕的功能表項目取代下方螢幕區域。

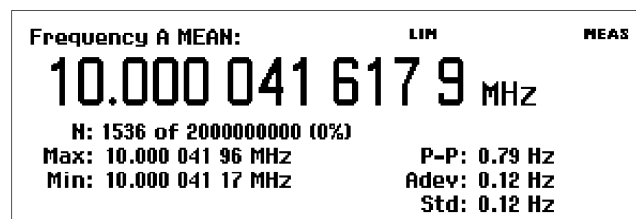


1. 「Menu」(功能表) 路徑會顯示目前功能表選擇的路徑。
2. 「Menu」(功能表) 會顯示可用的功能表選項。按下功能表項目正下方的鍵盤按鈕，以選取該項目和/或開啓較低層級的功能表。目前的選擇會顯示在反向文字中。您也可以使用「Navigation」(瀏覽) 箭頭按鈕來反白並選取功能表項目。

分析模式

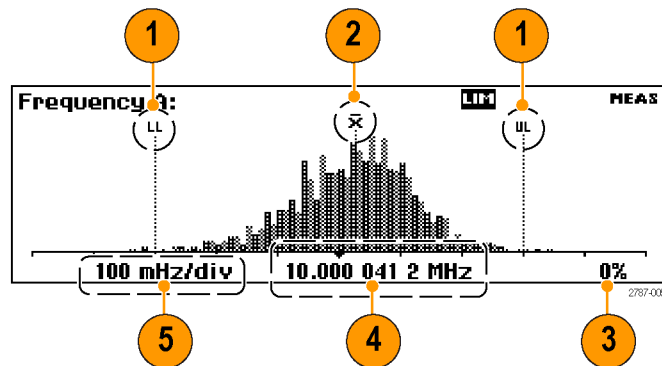
分析模式 (透過按下「Analyze」(分析) 按鈕存取) 會套用基本的統計分析，以顯示測量的數字、長條圖或趨勢統計分析讀數。

數字顯示： 儀器會進行連續測量，並以數字統計讀數來顯示結果。



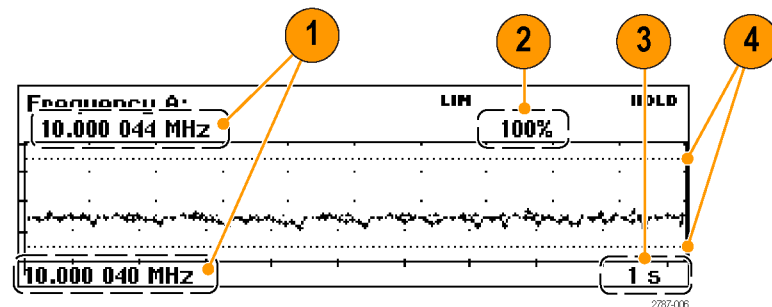
- MEAN：主要測量顯示 N 個樣本的滑動平均值
- N：測量的樣本數 (於「Settings > Stat」(設定 > 統計) 功能表中設定)
- Max、Min：最高和最低的測量值
- P-P：峰對峰偏差
- Adev：Allan 偏差
- Std：標準差

長條圖顯示：儀器會以長條圖顯示連續測量。水平軸上的 bin 數量，則是在「Settings > Stat」(設定 > 統計) 功能表中設定。



1. 極限警報的上下位準 (若已啓用的話)。啓用極限測試時，儀器會自動調整圖形刻度，以顯示長條圖和極限。儀器僅會自動調整極限內資料的刻度；位於可見圖形區域外的測量值，則會在顯示器左方或右方邊緣以箭頭顯示。
2. 滑動平均值的測量位置 ($\bar{X}$)。
3. 測量完成百分比。
4. 圖形中心 (以深三角形標示) 和相應的頻率。
5. 每格的圖形水平刻度。極限警報 (若為啓用) 會設定刻度，以顯示目前的測量和極限設定。儀器會持續根據測量的資料，自動調整長條圖 bin 的刻度。

趨勢圖顯示：儀器會隨著時間進行連續性的測量，並繪製數值。此模式在觀察波動或測量偏差趨勢時相當有用。完成特定數量的樣本後，趨勢圖繪製會停止 (若啓用「HOLD」(保持) 或重新啓動 (若啓用「RUN」(執行))。趨勢圖圖形會根據測量的資料持續自動調整刻度，重新開始時則從零開始。若有啓用「極限警報」，則會以水平線條顯示。



1. 趨勢圖顯示的上下頻率範圍。趨勢圖圖形會根據測量的資料持續自動調整刻度，以顯示測量趨勢值。
2. 測量完成百分比。

3. 每格的水平單位。
4. 極限警報的位準 (若為啟用)。啟用極限測試時，儀器會設定圖形刻度，以顯示測量趨勢圖和極限值 (水平虛線)。

控制項

電源按鈕

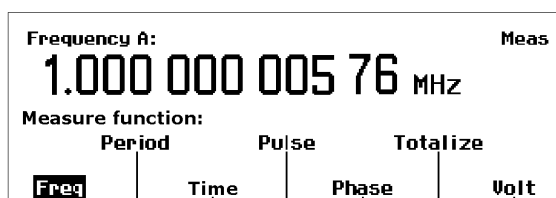


按下「Power」(電源) 按鈕以開啓或關閉儀器。「Power」(電源) 按鈕是次要的電源開關；某些儀器在連接電源線後即具有電力，由按鈕上方的紅色 LED 燈指示。若要完全移除儀器的電源，請拔掉電源線。

測量按鈕



使用「Meas」(測量) 按鈕來顯示螢幕下方的儀器測量功能表。請按下功能表項目正下方的功能表按鈕，以選取該功能表項目，並視需要開啓子功能表。



一般的測量包括頻率、週期、時間、派波、相位、總計 (僅限 FCA3100 系列) 和伏特。測量功能表的內容要視儀器型號與組態而定。

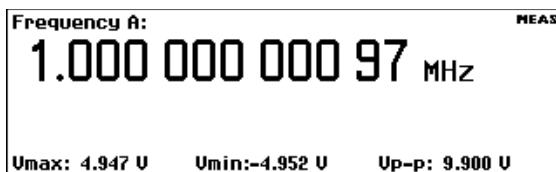
目前的選擇是以反向文字顯示 (其也會指出游標位置)。請透過按下功能表項目下方的相應功能表螢幕鍵盤，來選取您想要的測量功能。

您也可以使用「Left」(左) 和「Right」(右) 箭頭按鈕來移動游標，並選取其他的功能表項目。透過按下 **Enter** 進行確認。

數值按鈕



使用「Value」(數值) 按鈕以數值顯示目前的測量值。儀器也會在螢幕下方顯示額外的測量值。



分析按鈕



使用「**Analyze**」(分析) 按鈕，以三個統計分析顯示模式的其中一種模式來顯示目前的測量值。重覆按下「**Analyze**」(分析) 按鈕以切換統計顯示模式。(請參閱頁7，*分析模式*)

自動設定按鈕



使用「**Auto Set**」(自動設定) 按鈕來自動設定測量功能和輸入訊號振幅(針對相對正常的訊號)的觸發位準。這可讓您快速地設定儀器來顯示測量。

將「**Autoset**」(自動設定) 按鈕按下一次，會進行下列操作：

- 設定自動觸發位準
- 將衰減器設定為 1x
- 開啟顯示器
- 將「自動觸發低頻率」值設定為下列其中一項：
 - 100 Hz，若 $f_{in} \geq 100$ Hz
 - f_{in} ，若 $10 < f_{in} < 100$ Hz
 - 10 Hz，若 $f_{in} \leq 10$ Hz

兩秒內按下「**Autoset**」(自動設定) 按鈕兩次，將執行更廣泛的「**Preset**」(預設)。除單次按下「**Autoset**」(自動設定) 的功能外，將設定下列參數：

- 將「**Meas Time**」(測量時間) 設定為 200 ms
- 關閉「**Hold-Off**」(延滯)
- 將「**Hold/Run**」(保持/執行) 設定為「**Run**」(執行)
- 關閉「**Math/Limit**」(數學/極限)
- 關閉「**Analog**」(類比) 和「**Digital Filters**」(數位濾波器)
- 將「**Timebase Ref**」(時基參考) 設定為「**Auto**」(自動)
- 關閉「**Arming**」(預觸)

您可透過叫出原廠預設設定，來進行更全面性的預設功能。

儲存/結束按鈕



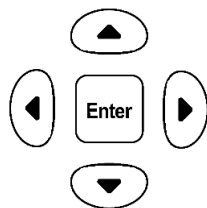
使用「**Save/Exit**」(儲存/結束) 按鈕來確認目前的選擇，並退出至上一層功能表。

Esc 按鈕



使用 **Esc** 按鈕在不確認目前選擇的情況下，退出至上一層功能表。

箭頭和 Enter 按鈕

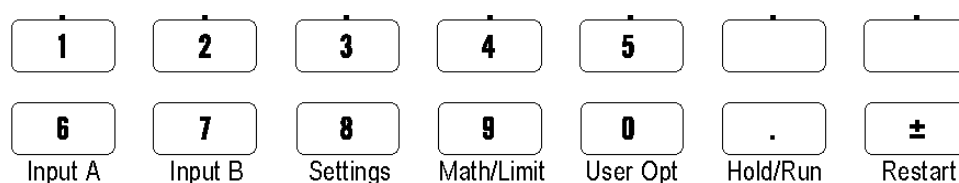


「Arrow」(箭頭) 和 **Enter** 按鈕會視儀器模式而提供多項功能：

- **功能表模式**：使用左箭頭、右箭頭和 Enter 按鈕來顯示並選取功能表項目。
- **數字輸入模式**：使用左箭頭按鈕來清除設定欄位中最右位的數字。使用上下箭頭按鈕來增加或減少設定欄位中的數值 (以 1-2-5 的樣式)。
- 使用 **Enter** 按鈕來接受顯示的值或選取的功能表項目。
- **LCD 螢幕對比**：儀器不顯示功能表或提示輸入時，使用上下箭頭按鈕來設定 LCD 螢幕的對比。

鍵盤按鈕

使用鍵盤按鈕來選取功能表項目、開啓儀器組態功能表和輸入參數值。



使用「**Numeric**」(數字) 按鈕 (按鈕 0-9、. 和 $\pm$) 在參數欄位中輸入參數數值。

使用「**Menu Softkey**」(功能表螢幕鍵盤) 按鈕 (按鈕 1-5 和上排的兩個空白按鈕) 來選取對應的螢幕功能表項目。

使用「**Menu**」(功能表) 按鈕 (鍵盤下排的「Input A」(輸入 A) 至「User Opt」(使用者選項) 來顯示該按鈕的功能表。

輸入 A、輸入 B：使用「**Input A**」(輸入 A) 和「**Input B**」(輸入 B) 按鈕來顯示並設定所選波道的輸入波道設定。「**Input A**」(輸入 A) 和「**Input B**」(輸入 B) 功能表提供波道相關的設定，包括觸發斜率、訊號耦合 (交流或直流)、輸入阻抗 (50 Ω 或 1 M Ω)、輸入衰減 (1x 或 10x)、觸發模式 (手動或自動)、觸發位準 (於手動觸發模式時) 和濾波器 (頻率切斷)。「**Input A**」(輸入 A) 和「**Input B**」(輸入 B) 的功能表為相同。

若要設定特定的觸發位準，請選取「**Manual**」(手動) 觸發模式和「**Trig**」(觸發) 功能表項目，並使用「**Navigation**」(瀏覽) 箭頭按鈕來增加/減少數值。您也可以使用數字按鈕並按下 **Enter** 來輸入數值。

「Filter Settings」(濾波器設定) 功能表可讓您選取固定的 100 kHz 類比濾波器或可調整的數位濾波器。使用您自功能表選取「Digital LP Frequency」(數位 LP 頻率) 時開啓的數值輸入功能表來設定相等的切斷頻率。

注意。 在測量上升或下降時間時，請務必使用「自動」觸發位準。

設定: 使用「Settings」(設定) 按鈕來顯示測量設定組態功能表。「Settings」(設定) 功能表提供許多與測量相關的設定，包括「測量時間」(用於頻率測量)、「脈衝」(用於脈波調變訊號)、「預觸」(條件式測量開始/停止)、「觸發延滯」(停止觸發延遲)、「統計」(統計測量的設定)、「時基參考」(內部或外部) 和「其他」(如輸入訊號逾時週期和自動觸發低頻率設定)。

數學/極限: 使用「Math/Limit」(數學/極限) 按鈕來顯示數學和極限測試組態功能表。「Math」(數學) 功能表提供預先定義的公式和使用使用者定義的常數，以數學方法對測量結果進行後處理。一項常使用的數學處理，便是轉換測量，以考量在測試中屬於訊號一部份的混合器和倍率數。

「Limits」(極限) 功能表可讓您設定數字極限，並選取儀器要如何回報極限逾限。

使用者選項: 使用「User Opt」(使用者選項) 按鈕來顯示使用者選項組態功能表。「User Options」(使用者選項) 功能表提供儀器的設定，包括儲存或叫出儀器設定(在永久記憶體中最多為二十個設定，且每個具有獨有的標籤)、匯流排介面選擇(USB 或 GPIB)、GPIB 匯流排組態(模式、位址)、儀器自我測試、條件式輸出訊號設定(僅限 FCA3100 系列) 和儀器組態資訊(型號、序號、韌體和組態)。

「User Options」(使用者選項) 功能表提供儀器校準功能。此內部校準程序需要密碼才可存取。請參閱 FCA3000 和 FCA3100 系列計時器/計數器/分析器和 MCA3000 系列微波計數器/分析器技術參考手冊，取得如何進行內部儀器校準的指示。

保持/執行: 使用「Hold/Run」(保持/執行) 按鈕來控制測量的擷取。按下按鈕以在執行(不斷擷取測量值)和保持(暫停測量)模式間切換。當儀器處於測量保持模式時，螢幕右上角的測量指示燈會從「MEAS」(測量)變更為「HOLD」(保持)。請再次按下「Hold/Run」(保持/執行) 按鈕以繼續一般(連續性)測量模式。

若要進行單一測量，請將儀器設定為保持模式，然後按下「Restart」(重新啟動) 按鈕。當儀器正在進行單一測量時，螢幕右上角的測量指示燈會從「HOLD」(保持) 變更為「SING」(單一)。

重新啟動: 使用「Restart」(重新啟動) 按鈕來清除測量值，並重新進行測量。當您需要在輸入訊號變更後進行新測量時，尤其是在使用冗長的測量時間時，此功能相當有用。當儀器處於保持模式時，請使用此按鈕來進行單一測量。

重新啟動並不會影響任何儀器設定。

輸入數值

您有時候可能需要在功能表欄位中輸入常數和極限值。您也可能會想要透過按下上/下箭頭按鈕選取固定數值清單中所沒有的數值，或是透過增加或減少原始數值選取想輸入但不方便取得的數值。

若要輸入數值，請使用數字按鈕 (0-9)、. (小數點) 和 $\pm$ (正負號改變)。

您也可以使用科學符號格式來輸入數值。EE (輸入指數) 螢幕鍵盤可讓您在輸入假數和指數間切換。

按下「Save/Exit」(儲存/結束) 以儲存新值，或按下 **Esc** 以結束此功能表，而不要儲存數值 (保持目前數值)。

功能表

輸入 A、輸入 B 功能表

「Input A」(輸入 A) 與「Input B」(輸入 B) 功能表提供設定各個波道的設定。「Input A」(輸入 A) 與「Input B」(輸入 B) 功能表的內容是相同的。

表格 1: 輸入 A、輸入 B 功能表

項目	描述
斜率	在訊號的上升緣或下降緣上觸發。
訊號耦合	交流或直流。
輸入阻抗	1 M Ω 或 50 Ω 。
輸入訊號衰減	1x 或 10x。
觸發模式	設定訊號觸發位準模式 (「Auto」(自動) 或「Man」(手動))。如果是在自動觸發模式中，請使用「Trig」(觸發) 功能表項目，將觸發位準以手動方式設定為振幅百分比。如果是在手動觸發模式中，請使用「Trig」(觸發) 功能表項目來輸入觸發值。 注意。 在測量上升或下降時間時，請務必使用「Auto」(自動)。
觸發	設定訊號觸發位準。顯示的數值是目前的觸發位準。
濾波器	設定固定的 100 kHz 類比或可調整的數位切斷濾波器。請使用「Digital LP Frequency」(數位 LP 頻率) 功能表來設定特定頻率。

設定功能表

使用「Settings」(設定) 功能表來設定測量參數。

表格 2: 設定功能表

項目	描述
測量時間	設定測量的時間。本功能表可用於頻率測量。較長的測量時間表示每一秒鐘將有較少的測量值，進而提供更高的解析度。

表格 2: 設定功能表 (待續)

項目	描述
脈衝	設定與脈波調變 (脈衝) 訊號測量相關的參數。若選取的測量為「 Meas > Freq > Freq Burst 」(測量 > 頻率 > 頻率脈衝)，則可使用「 Burst 」(脈衝) 設定功能表。您可測量載波頻率和調變頻率 (脈波重複頻率 (PRF))，且通常無須外部預觸訊號的支援。
預觸	設定測量開始和停止的參數。預觸是用於控制測量實際開始和停止時間之方式的一般術語。偵測到指定的預先觸發條件時，則會禁止一般的自由執行模式，且會進行觸發。 用於初始化預觸的訊號可套用在三個波道上 (A、B 或 E)，而開始的波道可不同於停止的波道。所有條件皆可使用此功能表加以設定。
觸發延滯	設定在測量開始後，忽略停止觸發條件的延遲時間。常見的使用方式是顫動繼電器接點來繞過產生的訊號。
統計	設定統計測量參數： ■ 用於多項統計測量計算的樣本數。 ■ 長條圖檢視中的 bin 數。 ■ 開啓或關閉「定步」(測量間的延遲)，並將延遲時間設定在 $2\ \mu\text{s}$ - $500\ \text{s}$ 之間。
時基	設定測量的「 Internal 」(內部) 或「 External 」(外部) 時基參考。第三種選擇為「 Auto 」(自動)。接著若在參考輸入點具有有效訊號，就會選取外部時基。螢幕右上角的「EXT REF」(外部參考) 指示燈會顯示儀器正在使用外部時基參考。

表格 2: 設定功能表 (待續)

項目	描述
其他	設定其他測量參數： 「Interpolator Calibration」(內插器校正) 可啟用或停用儀器的內插器校正，其會增加測量速度，但將降低準確性。 「Smart Measure」(智慧型測量) 可設定： ■ 「Smart Time Interval」(智慧型時間間隔)(用於時間間隔測量) 使用時間註記來判定測量波道的優先順序。 ■ 「Smart Frequency」(智慧型頻率)(用於頻率或週期平均測量) 使用連續性的時間註記和迴歸分析來增加測量介於 0.2 s 和 100 s 之時間的解析度。 「Timeout」(逾時) 可啟用或停用逾時功能，並設定儀器在輸出零結果前，等待擱置中測量完成的最長時間。範圍是 10 ms 至 1000 s。 「Auto Trig Low Freq」(自動觸發低頻率) 會針對範圍在 1 Hz 至 100 kHz 內的自動觸發和電壓測量設定低頻率極限。較高的極限代表更快的穩定時間和更快的測量。 「Input C Acq」(輸入 C 擷取)(僅限 MCA3000 系列) 可設定： ■ 擷取模式為自動(針對有效的輸入訊號，掃描完整的指定頻率範圍) 或手動(針對有效的輸入訊號，掃描指定中心頻率附近的窄頻)。在測量脈衝訊號時需使用手動模式，但在已知約略的頻率時，也建議針對 FM 訊號採用手動模式。手動模式的另一項特色，在於可更快速地呈現測量結果，因為略過了擷取流程。 請注意，位於手動擷取範圍外的訊號頻率可能會造成錯誤結果。為吸引操作者對此可能性的重視，儀器會在螢幕的右上角顯示 M.Acq 指示燈。 ■ 「Freq C Center」(頻率 C 中心) 值。 TIE(時間間隔錯誤)(僅限 FCA3100 系列) 會設定儀器，以自動選擇參考頻率(「Auto」(自動)) 或手動輸入頻率(「Manual」(手動))。TIE 測量使用連續性的時間註記，在延長的時間週期裡，觀察額定穩定訊號中的緩慢相位轉移(游離)。

數學/極限功能表

「Math/Limit」(數學/極限) 功能表提供將數學計算應用至測量的設定，以及可使儀器執行極限測試的設定。

表格 3: 數學子功能表

項目	描述
數學	使用此功能表從五個公式中選取一種套用至測量結果，或是選取「Off」(關閉) 來停用數學功能。可用的公式為： $K * X + L$ $K / X + L$ $(K * X + L) / M$ $(K / X + L) / M$ $X / M - 1$ K、L 和 M 是您可以設定為任何數值的常數。X 代表目前未修改的測量結果。
K, L, M	公式中可設為任何值的常數。

「Limits」(極限) 子功能表可讓您設定極限測試條件和極限逾限行為。(請參閱頁64，*極限測試*)

表格 4: 極限子功能表

項目	描述
極限行為	設定當偵測到極限逾限時儀器要執行的動作，或停用極限測試模式。
極限模式	設定極限測試的範圍類型(「Upper」(上)、「Lower」(下)或「Range」(範圍))。
下限	設定下限範圍的數值。
上限	設定上限範圍的數值。

使用者選項功能表

「User Opt」(使用者選項) 功能表可讓您設定一般的儀器參數。

表格 5: 使用者選項功能表

項目	描述
儲存/叫出	儲存或叫出永久記憶體中最多二十個儀器組態設定，或八個測量資料集。子功能表項目為： Setup (設定)： ■ 「Save Current Setup」(儲存目前的設定)：將目前的儀器組態儲存至指定的記憶體。 ■ 「Recall Setup」(叫出設定)：將目前的儀器組態從所選的記憶體插槽載入儀器中。使用「Default」(預設)設定將原廠預設設定載入至儀器中。 ■ 「Modify Labels」(修改標籤)：編輯與各個記憶卡插槽相關的七字元標籤。獨有的標籤可讓您更容易地記得設定用途。 ■ 「Setup Protect」(設定保護)：當「Setup Protect」(設定保護)為「ON」(開啓)時，不允許存取前十個記憶體位置。將「Setup Protect」(設定保護)切換為「OFF」(關閉)，則會同時釋放這十個記憶體位置。 ■ 「Dataset」(資料集)：儲存或叫出單一統計測量(若儀器處於保持模式，則請按下「Restart」(重新啓動)以取得單一測量)。永久記憶體中最多可儲存八個資料集，其中每個資料集最多包括 32000 個樣本。若擱置中的測量具有超過 32000 個樣本，則只會儲存最後 32000 個樣本。儀器會指派您可編輯的預設標籤給每個資料集。 ■ 「Save」(儲存)：儲存目前的統計測量至所選的記憶體位置。 ■ 「Recall」(叫出)：載入並顯示所選的資料集。 ■ 「Erase」(清除)：清除所選的資料集。 ■ 「Total Reset」(全部重設)：還原所有原廠設定，並清除所有使用者資訊(設定值和資料集)。
校正	此功能表輸入項僅可用於原廠校正用途，且由密碼保護。
介面	設定作用中的匯流排介面 (GPIO 或 USB) 以及相關的位址資訊。 ■ 「Bus Type」(匯流排類型)：選取 GPIO 或 USB。 ■ 「GPIO Mode」(GPIO 模式)：選取「Native」(原生)(用於此模式的 SCPI 指令集完全利用此儀器系列的所有功能)或「Compatible」(相容)(用於此模式的 SCPI 指令集與 Agilent 53131/132/181 相容)。 ■ 「GPIO Address」(GPIO 位址)：輸入此儀器的 GPIO 儀器編號 (0 - 30)。

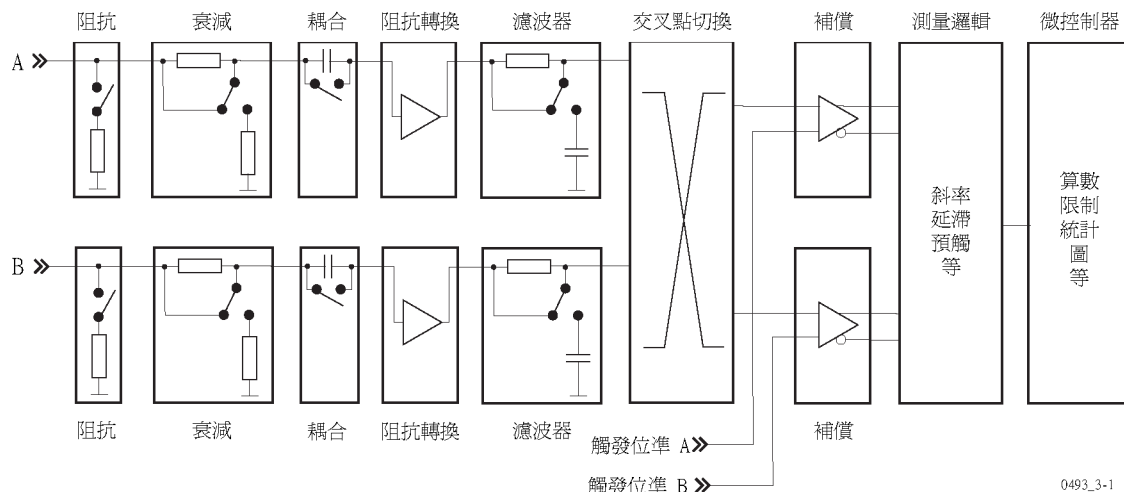
表格 5: 使用者選項功能表 (待續)

項目	描述
測試	選取並執行特定的開機測試。 「 Test Mode 」(測試模式)：選取單獨的儀器進行自我測試，或是選取全部測試。 「 Start Test 」(開始測試)：執行所選的測試。
數字空白	選取要遮蔽的顯示數字數目。 透過遮蔽一個或一個以上最不顯著的數字，可讓您更輕易地讀取抖動測量結果。使用上或下箭頭來變更數字，或是從鍵盤中輸入想要的數字 (介於 0 和 13)。螢幕上的空白的數字會由破折號遮蔽。
關於	顯示儀器資訊，包括型號、序號、儀器軟體版本、時基選項和校準日期，以及波道 C 頻率上限 (針對具有「Channel C」(波道 C) 選項的儀器)。

輸入訊號調整

儀器會提供輸入放大器，以使廣大環境中各種不同的訊號適應儀器的測量邏輯。這些放大器具有許多控制項，因此瞭解這些控制項的作用，以及其如何影響訊號是很重要的。

下列區塊圖表顯示輸入訊號的流動路徑。這並不是完整的技術圖表，其旨在幫助您瞭解控制項。



按下「Input A」(輸入 A) 或「Input B」(輸入 B) 功能表按鈕以存取輸入訊號控制項。

輸入控制項

阻抗 您可在對應的「Input A」(輸入 A) 或「Input B」(輸入 B) 功能表中，將輸入組抗設定為 $1\text{ M}\Omega$ 或 $50\ \Omega$ 。

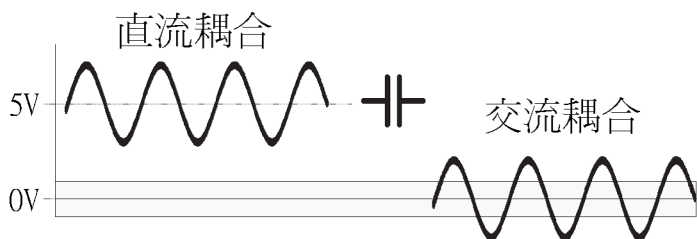


小心。 在輸入電壓高於 12 V_{RMS} 時將阻抗切換為 $50\ \Omega$ ，可能會對輸入電路造成永久的傷害。

衰減 您可透過切換標示為 $1x/10x$ 的功能表螢幕鍵盤，將輸入訊號的振幅減弱 1 或 10。

只要輸入訊號超過動態輸入電壓範圍 $\pm 5\text{ V}$ ，或是當衰減會減少雜訊和干擾的影響時，就可使用衰減。（請參閱頁 23，*如何減少或忽略雜訊和干擾*）

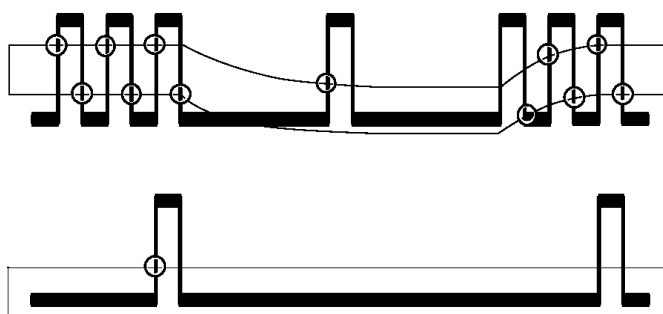
耦合 透過切換「AC/DC」(交流/直流) 螢幕鍵盤，以在交流耦合和直流耦合間切換。



0493_3-3

使用交流耦合功能來消除不想要的直流訊號元件。當交流訊號重疊在高於觸發位準設定範圍的直流電壓時，請務必使用交流耦合。例如，當您測量對稱訊號時，如正弦波和方波/三角波，交流耦合會過濾掉所有直流元件。這表示 0 V 觸發位準總是會集中在觸發最穩定的訊號中央附近。

請針對具有變更工作周期或具有非常低或高工作週期的訊號使用直流耦合。下圖顯示在訊號振幅低於觸發磁滯寬度時，是如何遺漏脈波，或是為何觸發完全沒有發生。



訊號濾波器

如果您無法取得穩定的讀數，可能是訊號雜訊比 (通常以 S/N 或 SNR 表示) 太低 (很可能低於 6 至 10 dB)。某些狀況會需要特殊的解決方法，像是高通、帶通或陷波濾波器，但通常不想要的雜訊訊號，會具有比您有興趣訊號更高的頻率。如此一來，您就可利用內建的低通濾波器。儀器具有您可加以耦合的類比和數位濾波器。



圖表 1: 選取「FILTER」(濾波器) 後的功能表選擇。

類比低通濾波器: 本儀器在輸入 A 和 B 上各具有一個類比 RC 低通濾波器。切斷頻率約為 100 kHz，而訊號排斥在 1 MHz 為 20 dB。當雜訊元件的

頻率明顯高於基本訊號時，就可進行雜訊低頻率訊號 (最高至 200 kHz) 的準確頻率測量。

數位低通濾波器：「數位低通濾波器」使用「延滯」功能。透過觸發「延滯」，您可以在輸入觸發電路中插入停工時間。這表示儀器的輸入會在第一次觸發事件後的預設時間內忽略所有輸入訊號的磁滯寬度交叉。

當您將「延滯」時間設定為訊號週期時間的約 75% 時，將會在輸入訊號透過磁滯寬度傳回點的附近禁止錯誤觸發。當訊號達到下一週期的觸發點時，設定的「延滯」時間已經過，並會開始新的正確觸發。

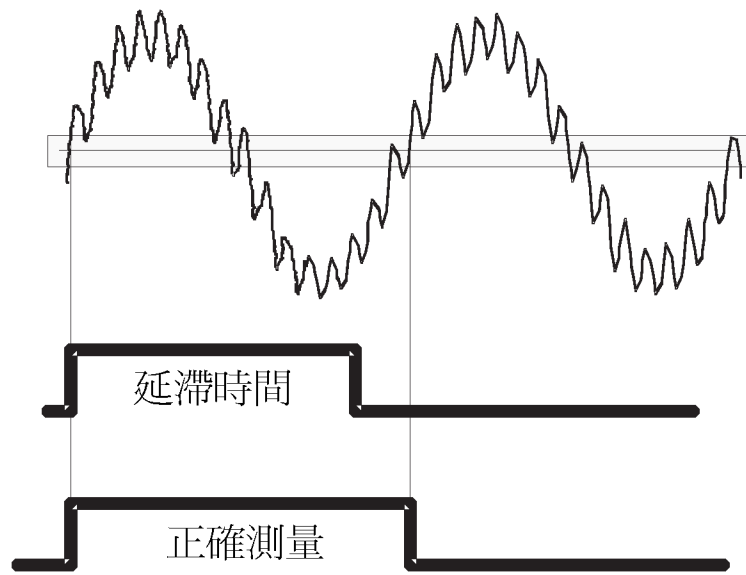
儀器並不會讓您計算合適的「延滯」時間，而是會透過將您在「Digital LP Freq」(數位低通頻率) 功能表中輸入的濾波器切斷頻率，轉換為同等的「延滯」時間來為您進行計算。



您應留意一些限制，以有效且明確使用數位濾波器功能。首先，您必須大約知道要測量的頻率。太低的切斷頻率可能會提供過低的完美穩定讀數。這樣一來，觸發就只會在每第二、第三或第四個週期發生。太高的切斷頻率 (大於輸入頻率 2 倍) 也會導致穩定的讀數。在此處，每半個週期會計入一個雜訊脈波。

切斷頻率的設定範圍相當廣：1 Hz - 50 MHz

如果您不確定輸入訊號的頻率和波形，那麼請使用示波器來確認。



0493_3-8

圖表 2: 「數位低通濾波器」會在計算邏輯時運作，而非在輸入放大器中。

觸發模式 (手動/自動)

本功能表項目可設定觸發模式。當「Auto」(自動)為啟用時，儀器會自動測量輸入訊號的峰對峰位準，並將該值的觸發位準設定為 50%。儀器也會自動設定衰減。

針對上升/下降時間的測量，儀器會將測量峰值的觸發位準設定為 10% 和 90%。

當「Manual」(手動)為啟用時，觸發位準則是在「Trig」(觸發)功能表中設定。目前的觸發值會顯示在「Trig」(觸發)功能表項目下。

加速測量: 「自動」觸發功能會快速測量振幅和計算觸發位準，但如果您想要更快的測量速度，而不要犧牲自動觸發的優點，那麼可使用「自動觸發低頻率」功能來針對電壓測量設定更低的頻率極限。此功能表項目位於「Settings > Misc > Auto Trig Low Freq」(設定 > 其他 > 自動觸發低頻率)。

如果您知道有興趣的訊號總是具有比特定 f_{low} 值更高的頻率，那麼就可以從數值輸入功能表中輸入此值。 f_{low} 的範圍是 1 Hz 至 100 kHz，其預設值為 100 Hz。數值越高，測量速度就越快，因為觸發位準電壓偵測速度較以往更快。

注意。 您可在一個輸入上使用自動觸發，而在另一個輸入上使用手動觸發。

手動觸發 (觸發)

「Trig」(觸發) 功能表可讓您輸入特定的觸發值。請使用箭頭按鈕來增加或減少觸發位準值，或使用鍵盤輸入特定的值。按住箭頭按鈕，以取得更快的反應速度。

設定手動觸發位準，可加速測量週期。手動觸發並不需要儀器偵測或計算觸發位準。

注意。 若您以手動方式輸入觸發位準，儀器就會從「自動」切換為「手動」觸發模式。

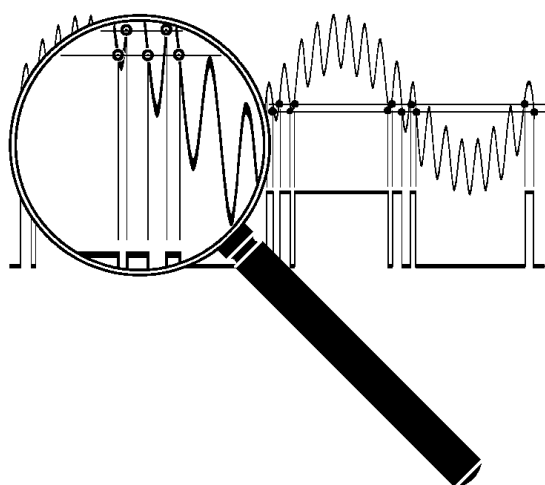
注意。 您不應使用手動觸發，來測量位準不穩定的訊號。

將自動觸發位準轉換為手動： 您可透過將自動觸發模式切換為手動觸發模式，將計算的自動觸發位準轉換為固定的手動觸發位準。目前計算的自動觸發位準 (顯示於「Trig」(觸發) 功能表項目中)，就會變成新的固定手動位準。後續的測量也會變快很多，因為儀器將不會針對每筆測量計算觸發位準。

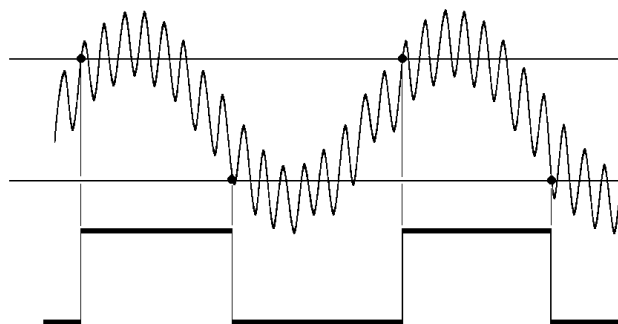
注意。 您可在一個輸入上使用自動觸發，而在另一個輸入上使用手動觸發。

如何減少或忽略雜訊和干擾

儀器的輸入電路對雜訊很敏感。將輸入訊號振幅和雜訊特性與儀器的輸入感應度 (觸發位準) 比對，就可減少來自雜訊和干擾的錯誤計數風險。例如，具有狹窄磁滯的錯誤觸發位準，就會導致變動位準訊號的錯誤計數，如下圖所示。



較廣的觸發磁滯現象可提供變動位準與雜訊訊號的正確觸發與測量。



請使用下列功能，來減少或除去雜訊效果，並改善測量結果：

- 10x 輸入衰減器
- 連續變動觸發位準 (自動觸發)
- 針對一些功能的連續變動磁滯現象
- 類比低通雜訊壓制濾波器
- 數位低通濾波器 (觸發延滯)

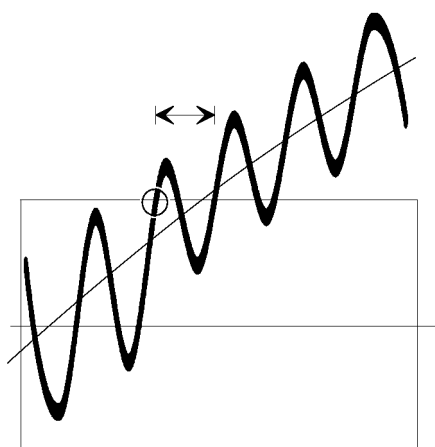
您可同時使用上述多個技巧，以針對每個雜訊訊號進行可靠的測量。

最佳化輸入振幅和觸發位準，並使用衰減器和觸發控制，是獨立於輸入頻率，因此在整個頻率範圍中都相當有用。另一方面，低通濾波器僅會在有限的頻率範圍中作用。

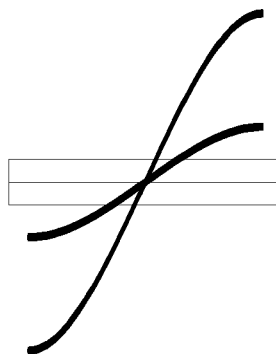
觸發磁滯

訊號必須先通過 20 mV 的輸入磁滯寬度，觸發才可發生。此最小的觸發磁滯現象可避免輸入電路自行振盪，並減少對雜訊的敏感度。觸發磁滯的其他名稱爲觸發敏感度和雜訊免疫。

訊號上的較低位準雜訊也可透過加以前移或延遲影響觸發點，就算雜訊不會造成錯誤計數亦同。此觸發不確定性在測量低頻訊號時尤其重要，因爲訊號迴轉率 (V/s) 對低頻訊號而言較低。



若要降低觸發的不確定性，訊號必須儘快通過磁滯寬度 (高迴轉率)。高振幅的訊號和低振幅的訊號比較起來，會以較快的速度通過觸發磁滯寬度。針對觸發不確定性為重要的低頻測量，請勿過度衰減訊號，並設定高儀器敏感度等級。



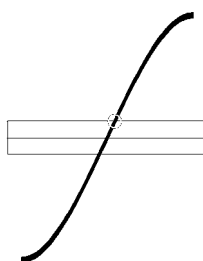
由觸發錯誤所造成的錯誤計數更較為常見。為避免由亂真訊號造成的錯誤計數，請縮小輸入訊號的振幅。這在測量高阻抗電路和使用 $1\text{ M}\Omega$ 輸入阻抗時尤其正確。在這些情況下，電纜可以很輕易的獲取雜訊。

外部衰減和內部 10x 衰減器可減少訊號振幅，包括雜訊；儀器中的內部敏感度控制則可減少儀器的敏感度，包括對雜訊的敏感度。若要減少過多的訊號振幅，請使用內建的 10x 衰減器、外部的同軸衰減器，或是 10x 的探棒。

如何使用觸發位準設定

對多數的頻率測量而言，最佳的觸發是透過將平均觸發位準定位在中振幅上取得，方法是依訊號特色使用窄或寬的磁滯寬度。

在測量低雜訊的低頻正弦波訊號時，請使用高敏感度 (窄磁滯寬度) 來減少觸發的不確定性。在訊號中央或靠近中央處進行觸發，會導致最小的觸發 (時序) 錯誤，因為訊號斜率在正弦波的中央處最陡。



當您必須避免因雜訊訊號造成的錯誤計數時，擴大磁滯窗可獲得最佳的結果 (如果您仍將磁滯窗置中在輸入訊號的中央附近)。磁滯寬度後的訊號振幅應相同。

自動觸發：針對無預觸的標準頻率測量而言，「自動觸發」功能會變更為「自動 (寬) 磁滯」，其會加寬磁滯窗至峰對峰振幅的 70% 和 30% 間。其所進行的方法，是透過連續性的近似方法，來判定訊號的最小和最大觸發

位準 (觸發剛好停止的位準)。儀器接著會將磁滯位準設定為計算出的數值。預設的相對磁滯位準在「輸入 A」上指示為 70%，在「輸入 B」上指示為 30%。這些數值可在「輸入 A」與「輸入 B」上進行手動調整，值分別需介於 50% 和 100%，以及 0% 和 50%。然而，訊號僅適用於一個波道。

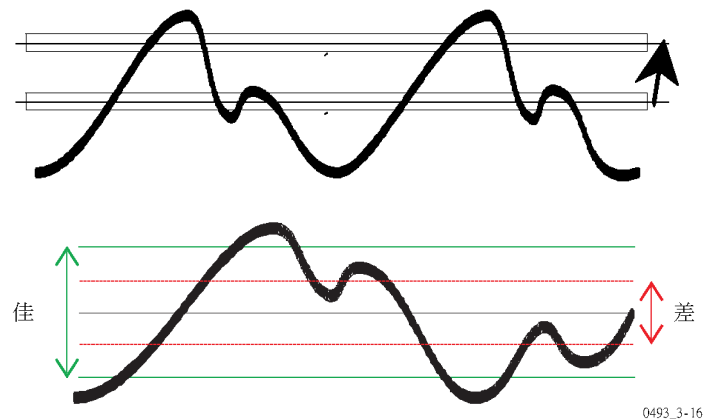
儀器通常會針對每筆頻率測量重複訊號觸發位準偵測的流程，以識別新的觸發和磁滯值。啟用「自動觸發」的先決條件因此是輸入訊號要為重複。另外一個條件，是訊號振幅在開始測量後不會大幅變更。

「自動觸發」也會在自動測試系統於每秒進行多項測量時，減少最高的測量率。若要增加測量率，請將「Auto Set」(自動設定) 按鈕按下一次，根據由自動位準模式計算的數值以手動方式設定觸發位準。

手動觸發：切換至「Man Trig」(手動觸發) 也表示窄磁滯寬度位於最後一個「自動」位準。將「Auto Set」(自動設定) 按下一次，以開始單一自動觸發位準計算 (自動一次)。此計算出的數值，峰對峰振幅的 50%，就會是新的固定觸發位準，且您可視需要手動調整該數值。

諧波失真：基本原則是，穩定的讀數是不含雜訊和干擾的。然而，穩定的讀數並不一定正確；諧波失真可能會造成錯誤但穩定的讀數。

包含諧波失真的正弦波訊號，如在下列圖表中的訊號，可透過設定正確的觸發位準 (手動模式) 或使用連續性變動敏感度 (自動模式) 來測量。您也可使用「觸發延滯」將觸發點定位至訊號上的特定一點，並改善結果。



0493_3-16

頻率測量

測量理論

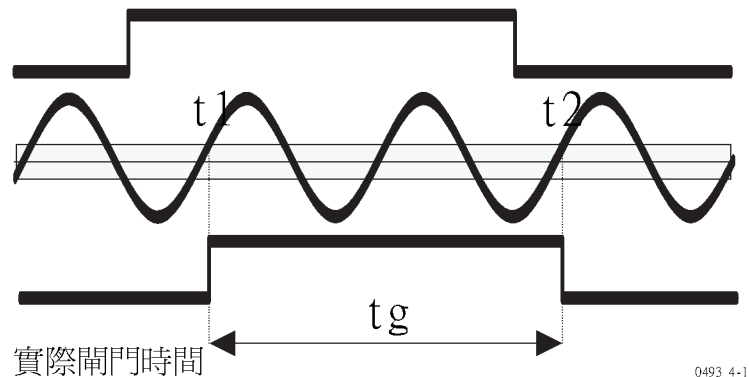
倒數計數

FCA3000、FCA3100 和 MCA3000 系列儀器使用高解析度的倒數計數技巧，其會將測量開始與輸入訊號同步。這會造成要計數的完整輸入週期精確數字。

倒數計數是針對簡易頻率計數器的重大改善；簡易計數器會在預設的非同步閘門時間裡，計算輸入週期的數量。簡易的閘門計數會造成 ± 1 的輸入週期計數錯誤，尤其是對低頻測量而言。

在設定的測量時間開始後，儀器會將實際閘門時間的開始，與輸入訊號的第一個觸發事件 (t_1) 同步化。

設定測量時間



0493_4-10

同樣的，儀器會在設定的測量時間過後，將實際閘門時間的停止，與輸入訊號同步化。使多重登錄計數技巧，可讓您在此閘門時間中，同時測量實際閘門時間 (t_g) 和週期次數 (n)。

之後，儀器就會根據下列公式計算頻率：

$$f = \frac{n}{t_g}$$

儀器會以 100 ps 的解析度測量閘門時間 (t_g)，獨立於所測量的頻率。因此使用預先調整器並不會影響量化錯誤。所以，相對的量化錯誤為 $100 \text{ ps}/t_g$ 。

針對 1 秒的測量時間，此值為：

$$\frac{100 \text{ ps}}{1 \text{ s}} = 100 \times 10^{-12} = 1 \times 10^{-10}$$

除極低的頻率外， t_g 和設定的測量時間幾乎相同。

樣本保持

如果輸入訊號在測量時消失，儀器就會以好比具樣本保持功能的電壓計作用，並凍結先前測量的結果。

逾時 主要用於 GPIB；您可以手動方式在功能表中選取固定的逾時；存取方式為：按下「**Settings > Misc > Timeout**」(設定 > 其他 > 逾時)。固定逾時的範圍是 10 ms 至 1000 s，預設設定為「Off」(關閉)。

選取長於您要測量之最低頻率週期時間的時間；乘上輸入波道的預先調整係數，然後將該時間輸入為逾時。

在逾時期間沒有發生任何觸發時，儀器就會顯示「NO SIGNAL」(無訊號)。

測量速度 設定的測量時間會判定「週期平均」和「頻率」測量的測量速度。針對連續訊號：

$$Speed \approx \frac{1}{t_g + 0.2} \text{ readings/s}$$

當開啓「自動觸發」，並可增加至：

$$Speed \approx \frac{1}{t_g + 0.001} \text{ readings/s}$$

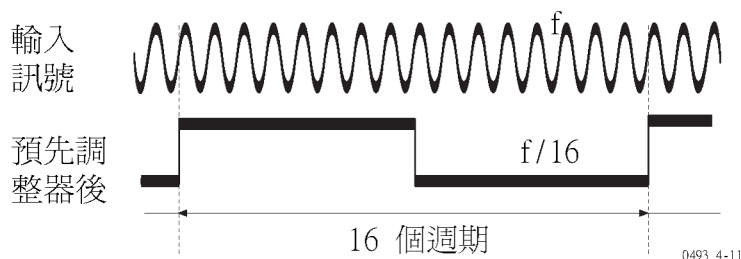
當開啓「手動觸發」，或使用 GPIB 時：

$$Speed \approx \frac{1}{t_g + 0.00012} \text{ readings/s}$$

平均與單一週期測量：若要減少實際開門時間或測量頻距；計數器僅有非常短的測量時間，而週期測量使用稱為「單一」的模式。後者代表儀器只在輸入訊號的一個週期期間進行測量。在儀器使用含預先調整器之輸入波道時，「單一」測量的持續時間將和分格係數的週期一樣久。如果您想要測量非常短的頻距，請使用低分格係數的輸入。

當您想要獲得最高解析度時，平均是用於頻率和週期測量的一般模式。然後，時間和精準度間總是會有取舍，因此，決定需要多少位數並儘可能使用較短的測量時間，才能達到您的目標。

預先調整可能會影響測量時間 (FCA3003、FCA3020、FCA3103、FCA3120)：預先調整器會影響最短測量時間，因為短脈衝必須包括最低數量的載波週期。此數字取決於預先調整的係數。



圖表 3: 除以 16 之預先調整器。

本圖顯示 3 GHz 預先調整器的效果。針對 16 個輸入週期，預先調整器提供一個方波輸出週期。當儀器使用預先調整器時，其會計算預先調整的輸出週期數，如 $f/16$ 。顯示器則會顯示正確的輸入頻率，因為儀器補償了分格係數 d 的效果，如下：

$$f = \frac{n \times d}{t_g}$$

預先調整器不會減少倒數計數器中的解析度。相對的量化錯誤仍為：

$$\frac{100 \text{ ps}}{t_g}$$

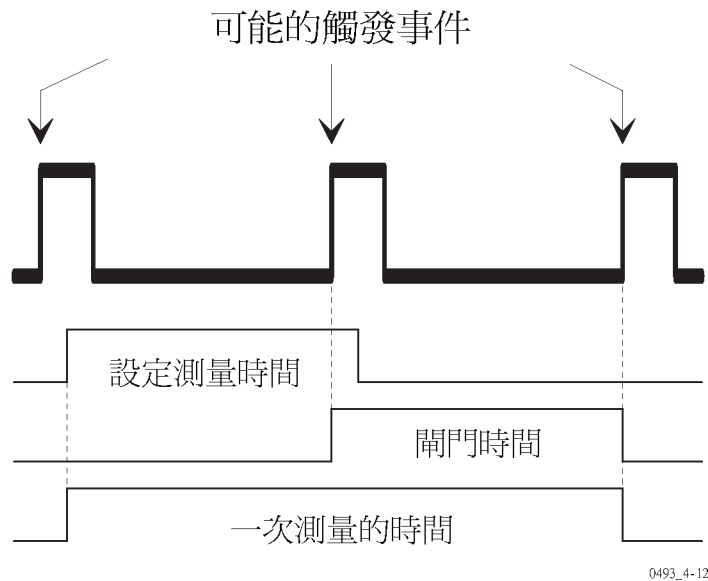
使用下表尋找用於不同測量模式中的預先調整係數：

表格 6: 測量預先調整係數

功能	預先調整係數
頻率 A/B (300 MHz)	2
脈衝 A/B (<160 MHz)	1
脈衝 A/B (>160 MHz)	2
週期 A/B 平均 (400 MHz)	2
週期 A/B 單一 (300 MHz)	1
頻率 C (3 GHz)	16
頻率 C (20 GHz)	128

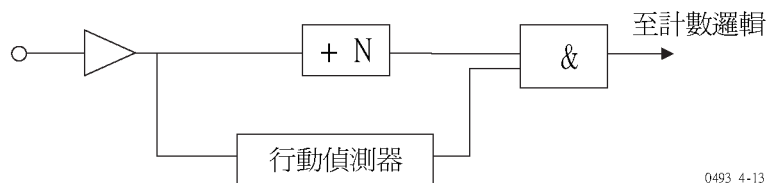
低頻訊號：低於 100 Hz 的訊號應以手動觸發進行測量，除非變更預設設定 (100 Hz)。下限可設為 1 Hz，但如果搭配非常低的頻率使用自動觸發，測量處理就會大大減慢。

在測量低重複率的脈波時，如具有非預先調整之測量 (如 Period Sgl) 的 0.1 Hz 脈波，測量就需要至少一個週期的時間，也就是 10 秒，最差的情況也需要 20 秒。最壞狀況是，觸發事件在測量時間開始的前一刻發生，如下圖所示。測量相同訊號的頻率需兩倍的時間，因為此功能包含使用兩個係數進行預先調整。就算您為這個範例輸入較短的測量時間，儀器還是會需要 20 - 40 秒來進行測量。



RF 訊號 (FCA3003、FCA3020、FCA3103、FCA3120): C 輸入預先調整器會在其由一般數位計數邏輯計算前分割輸入頻率。分格係數稱為預先調整器係數，且根據預先調整器類型的不同，可以擁有不同的數值。3 GHz 預先調整器是設計用於預先調整係數 16。這表示，輸入 C 的頻率，例如是 1.024 GHz，會轉變為 64 MHz。

預先調整器的設計，是爲了使您在測量穩定的連續 RF 時能獲得最佳效能。多數的預先調整器本身皆不穩定，且會在沒有輸入訊號的情況下自行振盪。爲避免預先調整器振盪，本儀器結合了「行動偵測器」。「行動偵測器」會持續測量輸入訊號的位準，並在沒有訊號或訊號太微弱時，阻斷預先調整器的輸出。



圖表 4: 預先調整器中的行動偵測器。

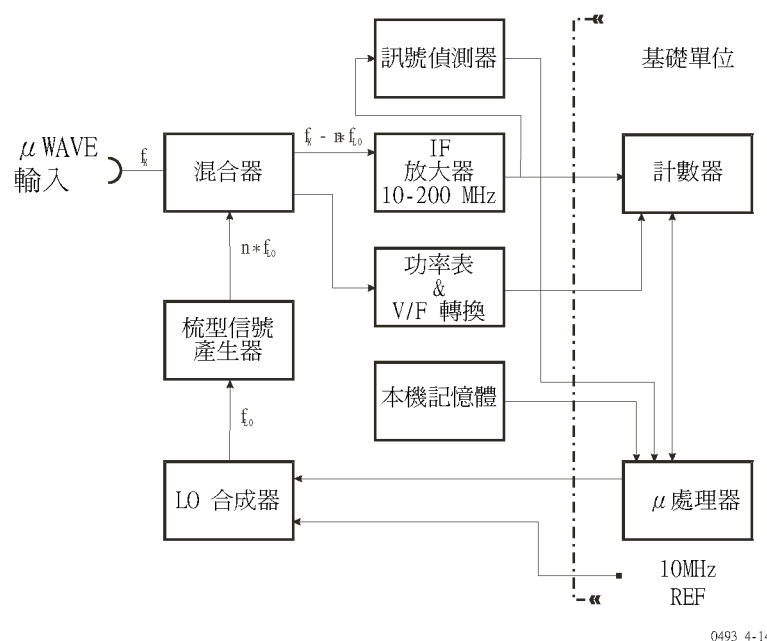
測量中存在有脈衝訊號，會對訊號本身作出某些要求。不論儀器在極短測量時間內進行測量的能力，脈衝期間必須符合下列最低條件：

$$Burst_{min} > (presc.factor) \times (inp.cycle\ time) \times 3$$

一般來說，實際的最低極限是由其它因素設定，如行動偵測器的速度。此速度取決於所使用的特定輸入選項。

測量微波 (FCA3020、FCA3120、MCA3027 和 MCA3040): FCA3020 和 FCA3120 的儀器上可測量最高達 20 GHz 的頻率；上述兩款儀器內含 20 GHz 預先調整器。

MCA3027 和 MCA3040 可讓您分別測量高達 27 GHz 和 40 GHz 的頻率；上述兩款儀器使用降頻轉換器。降頻轉換器會混合未知的輸入訊號和已知的本機振盪器 (LO) 頻率，直到 IF 放大器的帶通中具有訊號為止 (在此情況下為 10 - 200 MHz)。(請參閱圖5)



圖表 5: MCA3000 系列中的微波擷取。

基本的 LO 頻率範圍是 430 - 550 MHz，其會分割至多個從查詢表格中取得的不相連頻率。LO 輸出將饋送至建立涵蓋整個特定微波範圍之諧波頻譜的梳型信號產生器。

計算輸入頻率的自動流程包括下列步驟：

1. **預先擷取：**此流程會偵測輸入中是否有可測量的訊號，並判定將提供高於特定臨界水平之 IF 訊號的 LO 頻率。此步驟是透過連續將 LO 從查詢表格中的最高值步入至最低值，並將結果的梳型信號產生器頻譜套用至混合器。當訊號偵測器輸出狀態訊號至處理器時，此流程就會停止。
2. **擷取：**此流程會判定需要用來產生 IF 訊號的諧波。儀器會測量 IF，接著將 LO 頻率減少 1 MHz，然後再次測量 IF。透過審視兩筆測量間的差異值和正負差異，儀器將可判定是否應加入原始的 IF 至計算的諧波，或是從計算的諧波減去原始的 IF，以取得最終的數值。例如，如果兩個數值間的差異為 5 MHz，那麼儀器就知道第五個諧波為起始。
3. **最終 RF 計算：**儀器知道 LO 頻率、倍頻係數 n 和正負號。儀器會在對應於所需解析度的測量時間裡計算 IF，並使用結果來計算最終數值，且以下列方式顯示：

$$f_x = n \times f_{LO} \pm IF$$

有許多情況會使擷取流程複雜化。這些情況都會由儀器韌體所採取的方法來處理。例如：

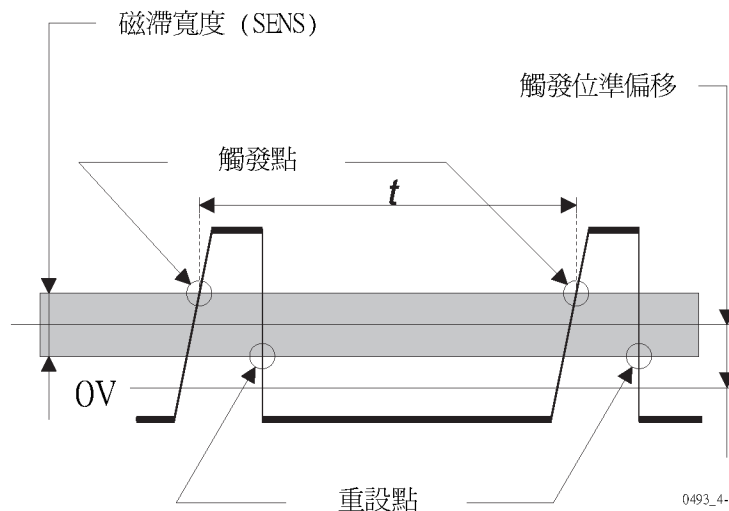
- 其中一個階梯信號頻率產生 IF，而非其偏移值。儀器採用下一個表格值。
- 頻率調變造成不穩定的 'n' 值計算。儀器增加測量時間。

電力測量： MCA3027 和 MCA3040 儀器可測量「輸入 C」降頻轉換器整體範圍的微波訊號強度。儲存在降頻轉換器的依頻率電力測量修正資料可改善測量讀值。

輸入 A、B

功能表路徑：「Meas > Freq」（測量 > 頻率）。

頻率是以磁滯寬度中一觸發點和下一觸發點間之時間的倒數進行測量。儀器會在自動觸發模式中測量輸入 A 和 B 中介於 0.00 Hz 和 300 MHz 的頻率（在手動觸發模式中為 0.001 Hz 至 400 MHz）。



超過 100 Hz 的頻率最好使用「Default Setup」（預設設定）進行測量。（請參閱頁 79，*預設儀器設定*）接著儀器會自動選取「Freq A」（頻率 A）。其他重要的自動設定為「AC Coupling」（交流耦合）、「Auto Trig」（自動觸發）和「Meas Time 200 ms」（測量時間 200 ms）。預設設定提供頻率測量的成功起始點。

以下為用於最佳頻率測量的設定清單：

- 「AC Coupling」(交流耦合)，因為通常不會想要可能的直流偏移。
- 在此情況中，「Auto Trig」(自動觸發)代表自動磁滯，(相較於 AGC) 因為超過一般窄磁滯窗的重疊雜訊會被抑制。
- 「Meas Time 200 ms」(測量時間 200 ms)，以在測量速度和解析度間取得合理的取捨。

上述一些透過叫出「Default Setup」(預設設定)而進行的設定，也可透過啓用「Auto Set」(自動設定)按鈕進行。按下一次代表：

- 「Auto Trig」(自動觸發)。請注意，此設定只有在先選取「Man Trig」(手動觸發)後才會進行一次。

在兩秒內將「Auto Set」(自動設定)按下兩次，也會把測量時間設定為 200 ms。

輸入 C

FCA3X00 系列儀器

在適用 FCA3X00 系列儀器中的「輸入 C」預先調整器可讓您測量高達 20 GHz 的頻率。輸入 C 預先調整器為完全自動化，且無需進行任何設定。

MCA3000 系列儀器

MCA3000 系列儀器可透過自動降轉技術，測量高達 27 GHz 或 40 GHz 的 RF 頻率。(請參閱頁 30，*測量微波 (FCA3020、FCA3120、MCA3027 和 MCA3040)*) 如果您知道大約的測量頻率，也可獲得更快的(手動)擷取。請針對擷取流程，輸入作為開始點的頻率。

一項額外的功能是以高解析度測量訊號強度。

A/B、B/A、C/A、C/B 比率

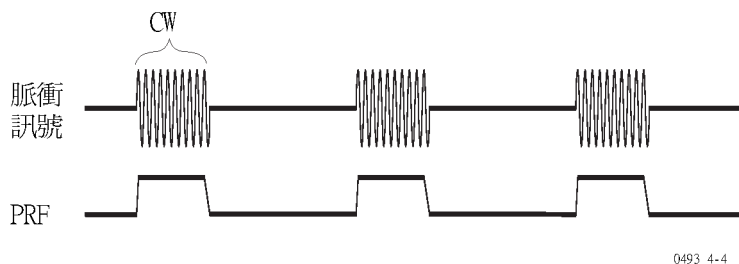
功能表路徑：「Meas > Freq Ratio」(測量 > 頻率比率)。

為尋找兩個輸入頻率間的比率，儀器會計算同時在兩個波道上的週期，並以主要波道的結果除以第二波道的結果。您可測量「輸入 A」與「輸入 B」間的比率，其中任一波道均可為主要或第二波道。您也可以測量「輸入 C」和「輸入 A」之間，或是「輸入 C」和「輸入 B」之間的比率，其中「輸入 C」為主要波道。

A、B、C 脈衝

功能表路徑：「Meas > Freq Burst」(測量 > 頻率脈衝)。

脈衝訊號具有載波 (CW) 頻率和調變頻率，並也稱為脈波重複頻率 (PRF)，其會切換 CW 訊號的開啓和關閉。



儀器會在不包括外部預觸訊號，和包括或不包括可選開始預觸延遲的情況下，測量脈衝中的 CW 頻率 (PRF) 和週期數。(請參閱頁67，*預觸*)

各自測量波道的一般頻率極限，也適用於脈衝測量。在「輸入 A」與「輸入 B」裡，脈衝中的最低週期數量為 3 個 (低於 160 MHz) 和 6 個 (介於 160 MHz 和 400 MHz)。「輸入 C」上的脈衝測量包括預先調整，因此最低的週期數量為 3 x 預先調整係數。例如，3 GHz 模式具有預先調整係數 16，因此每個脈衝需要至少 48 個週期。

最低的脈衝期間為 40 ns (低於 160 MHz) 和 80 ns (高於 160 MHz)。

脈衝和觸發

針對具有高於 50 Hz PRF 的脈衝，儀器可以在自動觸發為開啓時進行測量。

使用「自動」觸發時，可能會較頻繁地發生不同步錯誤。(請參閱頁36，*可能的脈衝測量錯誤*)

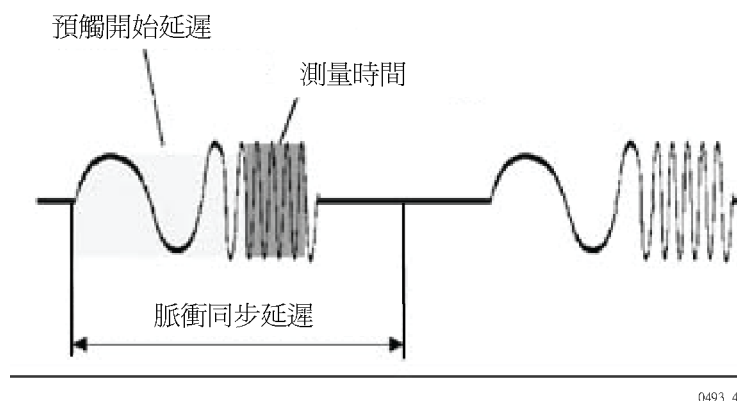
當 PRF 低於 50 Hz，且脈衝間的差距很小時，請使用手動觸發。

總是請先嘗試使用「**Auto Set**」(自動設定)。結合使用自動觸發和自動同步功能，在多數情況下可給您滿意的結果。有些時候，將「**Input A/B**」(輸入 A/B) 功能表內的「**Auto**」(自動) 切換為「**Manual**」(手動)，可以產生更穩定的讀數。

「輸入 C」會一直進行自動觸發，而「**Auto Set**」(自動設定) 僅會影響脈衝同步。

使用手動預設進行脈衝測量

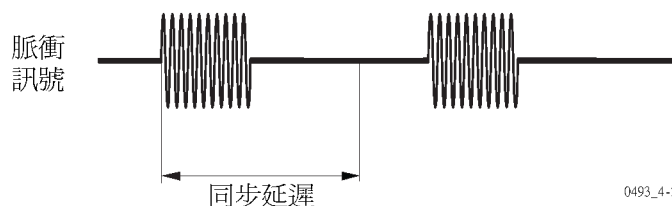
您必須設定三個時間數值，以測量脈衝的正確部份；「測量時間」、「同步延遲」和「預觸開始延遲」。



圖表 6: 必須設定三個時間數值，以測量脈衝的正確部份

內部同步化的「脈衝」功能可讓您在自動觸發模式中測量輸入 A 和 B 中介於 0.001 Hz 和 300 MHz 的頻率 (在手動觸發模式中為 0.001 Hz 至 400 MHz)，而輸入 C 則會在規格限制下，測量至預先調整器的頻率上限。若要使用手動設定進行脈衝測量：

1. 按下「Meas > Freq > Freq Burst」(測量 > 頻率 > 頻率脈衝)。
2. 選取輸入來源，A、B 或 C。
3. 按下「Settings > Burst」(設定 > 脈衝)。
4. 按下「Meas Time」(測量時間)，並輸入短於脈衝期間減去兩個 CW 週期的測量時間值。如果不知道訊號的約略脈衝參數，您永遠可以較短的測量時間開始，並漸漸加以增加，直到讀數不穩定為止。
5. 按下「Sync Delay」(同步延遲)，並輸入長於脈衝期間且短於 PRF 倒數的數值。

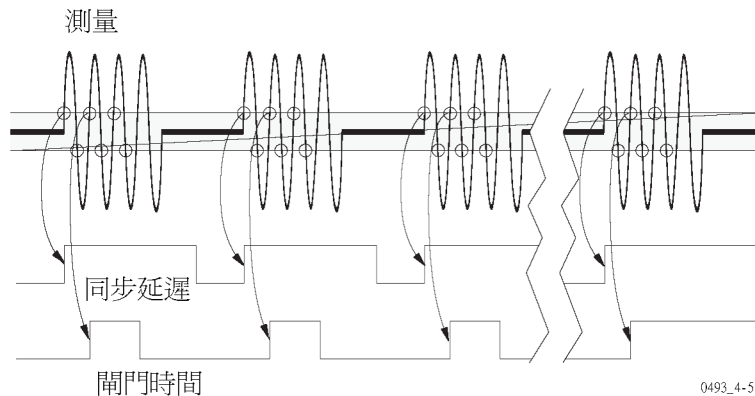


6. 按下「Start Delay」(開始延遲)，並輸入長於脈衝脈波暫態部份的數值。
7. 若要使用「輸入 A」或「輸入 B」，請選取「Frequency Limit」(頻率極限) (160/300 MHz)。如有可能，請使用下限，以最小化需要進行測量的週期數。
8. 按下「SaveExit」(儲存|結束) 以顯示測量值。

儀器顯示所有相關的脈衝測量。

選取測量時間：測量時間必須短於脈衝時間。如果測量在脈衝的間隔部份持續進行，無論時間有多短，都會使測量失敗。選擇過短的測量時間較好，因為這只會降低解析度。在短脈衝上進行脈衝頻率測量，表示使用的是較短的測量時間，因此所得到的解析度劣於儀器一般可得到的解析度。

同步延遲如何作用：同步延遲是以內部開始預觸延遲的方式運作；其會避免新測量的開始，直到指定的同步延遲時間已過為止。



在設定的測量時間開始後，儀器會同步開始測量以及脈衝中的第二個觸發事件。這表示測量不會在「脈衝關閉」期間或在脈衝內部裡錯誤地開始。

可能的脈衝測量錯誤：在測量與脈衝訊號同步前，一開始的幾筆測量可能意外地在發生脈衝時開始。若發生此情況，且若剩餘的脈衝期間短於設定的測量時間，第一筆測量的讀數就會錯誤。然而，在此第一筆測量後，適當設定的開始預觸同步延遲時間就會同步往後的測量。

在手動操作的應用中，這並不是問題。在自動化的測試系統中(單一測量樣本的結果必須為可靠)，至少會進行兩筆測量；第一筆會用來同步化測量，第二筆的測量結果則可讀取。

頻率調變訊號

頻率調變訊號是載波訊號 (CW 頻率 = f_0)，會將頻率變更為比頻率 f_0 高和低的數值。其為變更載波訊號頻率的調變訊號。

儀器可測量：

f_0 = 載波頻率 (頻率)。

$f_{\max}$ = 最高頻率 (最大值)。

$f_{\min}$ = 最低頻率 (最小值)。

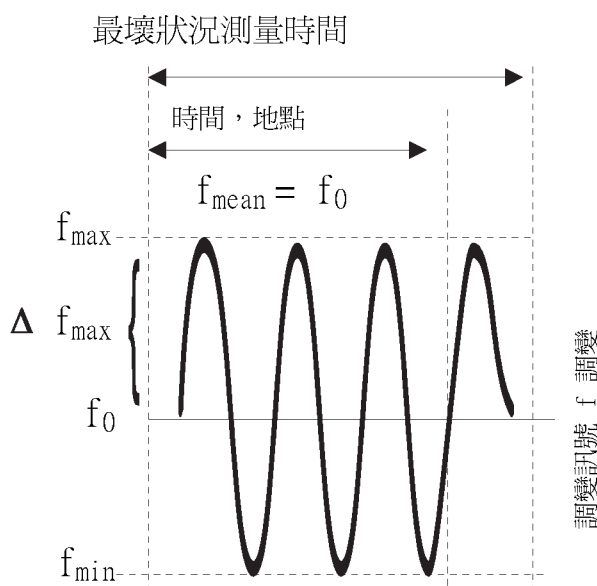
Δf = 頻率擺動 = $f_{\max} - f_0$ (P-P)。

頻率 f_0 若要判定載波頻率，請測量 f_{mean} ，其約接近於 f_0 。

1. 按下「**Analyze**」(分析)以取得所有統計參數的總覽。
2. 選取測量時間，以讓儀器測量偶數的調變週期。這樣正向的頻率偏差，就會在測量期間補償負向偏差。

例如，如果調變頻率為 50 Hz，而測量時間為 200 ms，儀器就會進行 10 筆完整的調變週期測量。

如果調變為非連續性，如同聲音訊號，就無法完全以負向偏差補償正向偏差。在此情況下，儀器就可能無法補償部分的調變擺動，進而造成過高或過低的測量值。



0493_4-6

圖表 7: 頻率調變

在最壞狀況下，會有剛好一半的調變週期未受到補償，因此最高的不確定性為：

$$f_0 - f_{\text{mean}} = \pm \frac{\Delta f_{\text{max}}}{t_{\text{measuring}} \times f_{\text{modulation}} \times \pi}$$

若要能針對載波頻率 f_0 進行非常精準的測量，請測量未調變的訊號 (如可存取)。

調變頻率高於 1 kHz:

1. 關閉「**Single**」(單一)。
2. 設定長的測量時間；其為調變頻率倒數的偶數倍數。當您選取長的測量時間 (如 10 s) 和當調變頻率高 (高於 1000 Hz) 時，會取得不錯的近似值。

低調變頻率：

1. 按下「**Settings > Stat**」(設定 > 統計)，並將「**樣本數**」參數在考量最長的允許測量時間下，僅可能設定為較大的數值。
2. 按下「**Analyze**」(分析)，並讓儀器計算樣本的平均值。

您通常會在樣本數大於 30 ($n \geq 30$) 的情況下，搭配每一樣本 0.1 s 的測量時間，取得良好的結果。您可針對特定情況，嘗試最佳的樣本大小和測量時間組合。其要視實際的 f_0 和 Δf_{max} 而定。

在此處，測量的取樣頻率 (1/測量時間) 和調變頻率並不同步。這會導致個別的測量結果，且其會隨機地高於和低於 f_0 。當平均樣本數夠大時，頻率 f_{mean} 的平均數值在統計上會接近 f_0 。

當儀器測量即時頻率值 (當您選取極短的測量時間) 時， f_0 測量值的 RMS 測量不確定性為：

$$f_0 - f_{mean} = \pm \frac{1}{\sqrt{2n}} \times \Delta f_{max}$$

n 為 f 的平均樣本數。

f_{max} (最大值)

若要測量 f_{max} ：

1. 按下「**Settings > Stat**」(設定 > 統計)，然後將「**No.of samples**」(樣本數)設定為 1000 或以上。
2. 按下「**Meas Time**」(測量時間)，並選取低值。
3. 按下「**Analyze**」(分析)；儀器會在「**MAX**」(最大值)讀數中顯示 f_{max} 。

f_{min} (最小值)

1. 按下「**Settings > STAT**」(設定 > 統計)，然後將「**No.of samples**」(樣本數)設定為 1000 或以上。
2. 按下「**Meas Time**」(測量時間)，並選取低值。
3. 按下「**Analyze**」(分析)；儀器會在「**MIN**」(最小值)讀數中顯示 f_{min} 。

Δf_{p-p} (P-P)

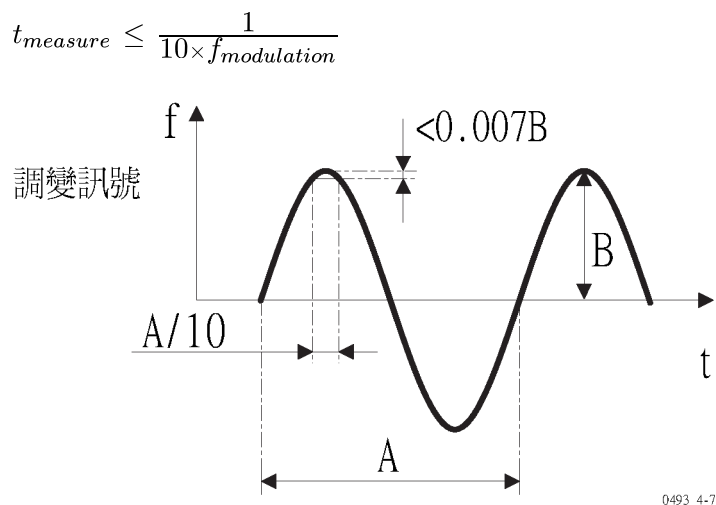
1. 按下「**Settings > Stat**」(設定 > 統計)，然後將「**No.of samples**」(樣本數)設定為 1000 或以上。
2. 按下「**Meas Time**」(測量時間)，並選取低值。
3. 按下「**Analyze**」(分析)並讀取 P-P。

$$\Delta f_{p-p} = f_{max} - f_{min} = 2 \times \Delta f$$

f_{max} 、 f_{min} 和 Δf_{p-p} 中的錯誤：

對應於 1/10 週期或 36° 調變訊號的測量時間會導致約 1.5% 的錯誤。

選取如下列的測量時間：



圖表 8: 判定 f_{max} 時的錯誤

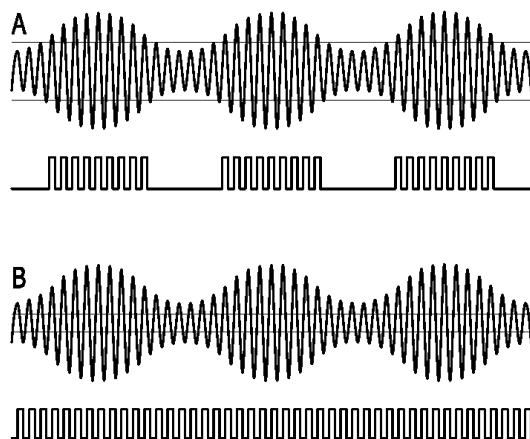
若要確信擷取的最大頻率真的是 f_{max} ，請選取夠大的樣本數，如 $n \geq 1000$ 。

AM 訊號

儀器通常可測量 AM 訊號的載波頻率和調變頻率。這些測量很類似於本手冊先前說明的脈衝測量。

測量載波頻率

載波 (CW) 只有在調變深度高時，才會連續地存在於訊號中央的窄振幅頻寬裡。如果儀器的觸發敏感度 (磁滯) 太寬，觸發就會遺漏一些週期，進而導致測量結果不正確。



若要測量 CW 頻率：

1. 按下「Input A」(輸入 A) 功能表按鈕。
2. 選取提供您所要解析度的測量時間。

3. 啓用「**Manual**」(手動) 觸發。
4. 按下「**Trig**」(觸發)位準，並輸入 **0 V** 的觸發位準，然後按下「**SaveExit**」(儲存|結束)。
5. 選取「**交流**」耦合。
6. 選取 **1x** 衰減以取得窄磁滯寬度。如果儀器在雜訊處觸發，請使用「**變動磁滯**」功能加寬磁滯寬度，也就是輸入 $>0\text{ V}$ 但 $< V_{P-Pmin}$ 的觸發位準。

測量調變頻率

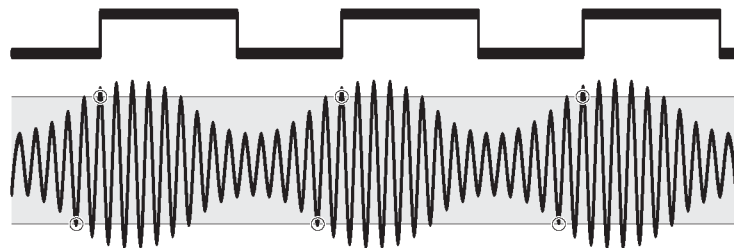
測量調變頻率最簡易的方式就是在解調之後，例如在輸入波道上使用搭配交流耦合的 RF 偵測器探棒 (也稱為解調器探棒)。

如果沒有適合的可用解調器，請使用「**頻率脈衝**」功能，以測量脈衝 PRF 時的相同方式，來測量調變頻率。

若要測量調變頻率：

1. 按下「**Meas > Freq Burst A**」(測量 > 頻率脈衝 A)。
2. 按下「**Settings > Burst > Meas Time**」(設定 > 脈衝 > 測量時間)，並輸入約為調變週期 25% 的測量時間。
3. 按下「**Sync Delay**」(同步延遲)，並輸入約為調變週期 75% 的數值。
4. 按下「**Input A**」(輸入 A)，並開啓「**Manual**」(手動) 觸發。
5. 按下「**Trig**」(觸發)，並根據下圖輸入可讓儀器觸發的觸發位準。

同步延遲



測量的週期

0493_4-9

PRF 讀數會顯示調變頻率，就算主頻率讀數可能不穩定。

週期

單一 A、B 和平均 A、
B、C

功能表路徑：「**Meas > Period > Single**」(測量 > 週期 > 單一)。

以測量的觀點來看，週期功能與頻率功能相同。這是因為週期訊號的週期，具有頻率 $1/f$ 的倒數值。

實際上，兩者有兩個細微的差異。

1. 儀器會以下列方式計算頻率 (永遠為平均)：

$$f = \frac{\text{number of cycles}}{\text{actual gate time}}$$

而會以下列方式計算週期平均：

$$p = \frac{\text{actual gate time}}{\text{number of cycles}}$$

2. 儀器不會在單一週期測量中使用預先調整器。

先前針對頻率測量所說明的所有其他功能和特色，皆適用於週期測量。

單一 A、B 背對背 (僅限 FCA3100 系列)

功能表路徑：「Meas > Period > Single Back to Back」(測量 > 週期 > 單一背對背)。

此測量將透過使用時間註記進行連續週期的測量，而無停工時間。

每個包含最高頻率 (當內插器校正為「On」(開啓) 時為 125 kHz，或當內插器校正為「Off」(關閉) 時為 250 kHz) 的正向或負向零交叉 (取決於所選斜率)，都會以時間註記。每個新時間註記都會以目前的值減去先前的值，然後也顯示先前的值。

在**數值**模式中，若週期時間超過 200 ms，將會於每個新週期更新顯示內容。針對較短的時間，由於更新速率有限，因此只顯示第二個、第三個、第四個 (以此類推) 結果。

在**分析**模式中，圖形和統計資料會包含最高的輸入頻率的所有週期。針對較高的頻率，儀器會在 4 μs 或 8 μs 觀察期間，顯示平均週期。因此，對較高的頻率而言，實際功能為「週期平均背對背」。

此功能的主要目的，是進行週期時間相對而言較長的連續測量，而不要因為結果處理而喪失單一週期。一個典型的範例，便是來自 GPS 接收器的 1 pps 時基輸出。

平均 A、B

功能表路徑：「Meas > Period > Average」(測量 > 週期 > 平均)。

儀器會測量訊號的平均週期。此測量提供會提供較單一週期測量更高的解析度讀數。

頻率

頻率 A、B 背對背 (僅限 FCA3100 系列)

功能表路徑：「Meas > Freq > Single Back to Back」(測量 > 頻率 > 單一背對背)。

此測量使用時間註記來進行連續的頻率測量，而無停工時間。

這是週期背對背的反向功能。在分析模式中，測量時間是用於定步時間註記。此情況中並無使用定步參數。

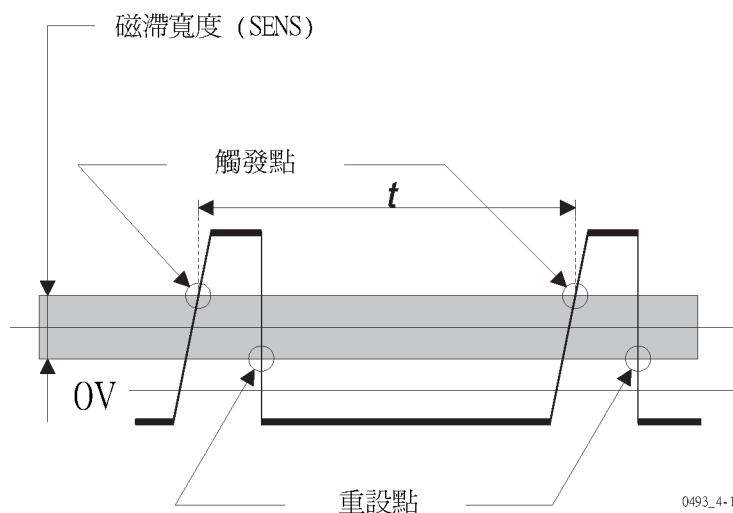
無停工時間的連續頻率平均測量，是用於計算 Allan 偏差。振盪器製造商們廣泛使用此種統計方法，來描述短期的穩定性。

時間測量值

簡介

測量兩個個別波道上開始和停止條件間的時間，是所有時間間隔測量的基礎。除了「Time Interval A to B」(時間間隔 A 至 B) 外，計數器也提供其他波道的組合和衍生的功能，如「脈波寬度」和「上升/下降時間」。

儀器會測量觸發點和重設點間的時間。只有在磁滯寬度為窄的時候，才可獲得正確的測量。



觸發與時間測量

設定的觸發位準和觸發斜率會定義開始和停止的觸發。如果「Auto」(自動) 為開啓，儀器就會將觸發位準設定為訊號振幅的 50%，其適合於多數的時間測量。

可靠時間測量的條件摘要:

- 自動一次，或是將觸發位準設定為「Auto Trig」(自動觸發) 判定的數值，通常是在進行時間測量時的最佳選擇。按下「Man Trig」(手動觸發)，並按下「Auto Set」(自動設定) 一次。
- 直流耦合。
- 1x 衰減。如果先前使用「Auto Set」(自動設定) 來設定觸發位準，就會自動選取此選項。
- 高訊號位準。
- 陡峭的訊號邊緣。

雖然輸入放大器具有高敏感度，但磁滯寬度具有有限的數值，其會透過不同的上升和下降時間，使訊號具有小的時序錯誤，就好比在先前圖示中的不對稱脈波訊號。此時序錯誤會透過使用磁滯補償來處理；磁滯補償事實上會透過使磁滯寬度變為一半，來移動觸發點。

時間間隔

功能表路徑：「Meas > Time > Time Interval」(測量 > 時間 > 時間間隔)。

時間間隔測量可讓您測量指定之觸發位準間的上升和下降時間。

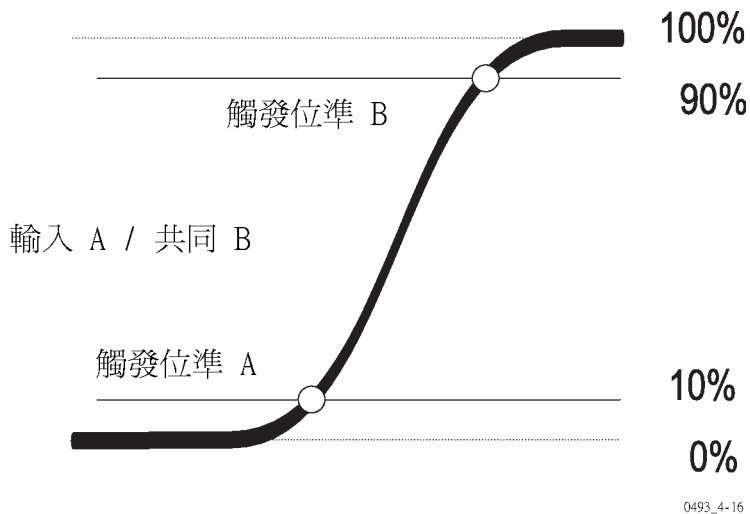
使用「Input A/B > Slope」(輸入 A/B > 斜率) 按鈕 (以正斜率邊緣或負斜率邊緣符號標示) 來設定您要開始或停止測量的訊號邊緣。

- 時間間隔 A 至 B：儀器會測量輸入 A 上開始條件和輸入 B 上停止條件間的時間。
- 時間間隔 B 至 A：儀器會測量輸入 B 上開始條件和輸入 A 上停止條件間的時間。
- 時間間隔 A 至 A 和 B 至 B：當相同 (一樣) 的訊號來源將同時供應開始和停止觸發事件時，請將訊號連往輸入 A 或輸入 B。

上升/下降時間 A/B

功能表路徑：「Meas > Time > Rise Time」(測量 > 時間 > 上升時間)，「Meas > Time > Fall Time」(測量 > 時間 > 下降時間)。

依慣例，上升/下降時間的測量，會在訊號通過其 10% 的振幅至通過其 90% 的振幅時進行。



儀器會計算並設定觸發位準。輸入 A 和輸入 B 上皆可測量上升和下降時間。

其他也可測量的參數為迴轉率 (V/s)、 $V_{\max}$ 和 $V_{\min}$ 。

針對 ECL 電路，其參考位準為 20% (開始) 和 80% (停止)。在此情況中，您可使用兩種方法的其中一種，來設定參考值：

1. 選取以上所述的一般時間間隔功能，並在自絕對峰值中計算觸發位準後，以手動方式設定觸發位準。然後，您就可以利用輔助參數 $V_{\max}$ 和 $V_{\min}$ 。針對在輸入 A 上進行的測量，請使用下列設定：

上升時間：

$$\text{觸發位準 A} = V_{\min} + 0.2 (V_{\max} - V_{\min})$$

$$\text{觸發位準 B} = V_{\min} + 0.8 (V_{\max} - V_{\min})$$

下降時間：

$$\text{觸發位準 A} = V_{\min} + 0.8 (V_{\max} - V_{\min})$$

$$\text{觸發位準 B} = V_{\min} + 0.2 (V_{\max} - V_{\min})$$

2. 選取專用上升/下降時間測量中的其中一個，然後以手動方式在「自動觸發」為啓用時，調整相對的觸發位準 (以 %)。就算只有一個波道為作用中的訊號輸入波道，也能同時使用兩個輸入波道功能表來輸入觸發位準。

過激或振盪也會影響您的測量。(請參閱頁47，*自動觸發*)

時間間隔錯誤 (TIE) (僅限 FCA3100 系列)

功能表路徑：「Meas > Time > TIE」(測量 > 時間 > 時間間隔錯誤)。

TIE 測量使用連續性的時間註記，在延長的時間週期裡，觀察額定穩定訊號中的緩慢相位轉移 (游離)。在同步資料傳輸系統中監控分散的 PLL 時脈，屬於常見的應用方法。

TIE 測量僅適用於時脈訊號，而非資料訊號。

您可以手動或自動設定要檢查的訊號頻率。「自動」會從前兩個樣本中偵測頻率。接著數值會被取捨至四位數字，例如 2.048 MHz，並會在傳送查詢時，在匯流排上輸出。其也會在數值模式中當作輔助測量值顯示。

TIE 的測量，是輸入訊號和內部或外部時基時脈間的時間間隔。這些訊號並非為相位鎖定，因此不論測量開始時的即時間隔值為何， $t = 0$ 時的結果在數學上為零。分析模式中的圖形呈現從座標原點開始。

脈波寬度 A/B

功能表路徑：「Meas > Pulse > Width Positive」(測量 > 脈波 > 正寬度)，
「Meas > Pulse > Width Negative」(測量 > 脈波 > 負寬度)。

您可以使用「輸入 A」或「輸入 B」進行測量，也可以選取正寬度和負寬度。

- 正脈波寬度表示上升邊緣和下一個下降邊緣間的時間。
- 負脈波寬度表示下降邊緣和下一個上升邊緣間的時間。

所選的觸發斜率是開始觸發斜率。儀器會自動選取相反極性作為停止斜率。

工作係數 A/B

功能表路徑：「Meas > Pulse > Duty Factor Positive」(測量 > 脈波 > 正工作係數)，
「Meas > Pulse > Duty Factor Negative」(測量 > 脈波 > 負工作係數)。

工作係數 (或工作週期) 是脈波寬度和週期時間之間的比率：

$$\text{Duty factor} = \frac{\text{Pulse width}}{\text{Period}}$$

儀器會透過進行三筆時間註記測量 (兩筆連續正觸發 A，和一筆負觸發 A，若所選的測量功能在輸入 A 上為正工作係數) 在訊號通過時判定此比率。

使用「輸入 A」或「輸入 B」來測量取得正負工作係數。儀器也會顯示週期和脈波寬度的測量值。

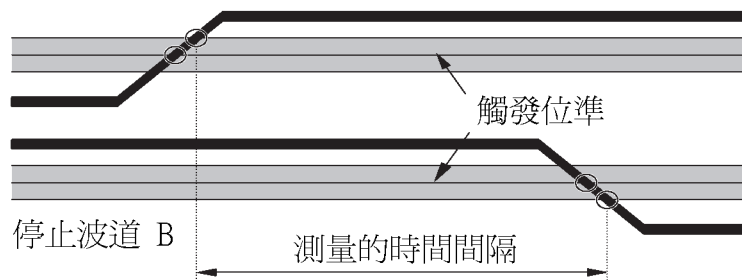
注意。 和單一測量比較起來，總測量時間為三倍，因為測量需要三個測量步驟。

時間測量錯誤

磁滯

觸發磁滯可導致時間測量錯誤。當輸入訊號與整個磁滯寬度交叉時，就會觸發時序測量，而非在輸入訊號與振幅 50% 的交叉處時，如下圖所示：

開始波道 A



0493_4-18

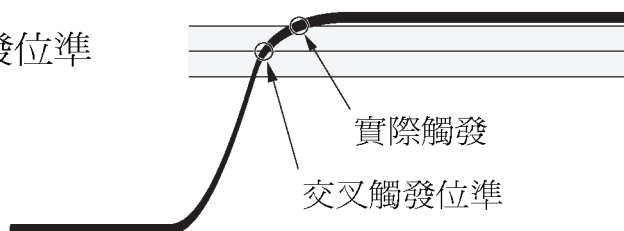
磁滯寬度在 1x 衰減時約為 20 mV，在 10x 衰減時約為 200 mV。

為使磁滯觸發錯誤維持在低水平，請盡可能將衰減器設定為 1x。請只在輸入訊號具有過大振幅，或當您需要設定高於 5 V 的觸發位準時，才使用 10x 衰減器。

過激和脈波圓弧效應

其他的時序錯誤會由不足的訊號過激觸發造成。當觸發的位置太靠近脈波的最大電壓時，有兩個現象可能會影響您的測量不確定性：過激和圓弧效應。

觸發位準



0493_4-17

過激：當輸入訊號僅具有微小過激並穿過磁滯寬度時，觸發需要的時間會比平常多出 100 ps。在特定的最壞狀況 500 ps 的系統觸發錯誤就包括此錯誤。若要避免此錯誤，請確定輸入訊號或觸發位準具有適當的過激。

脈波圓弧效應：脈波圓弧效應、過激或其他偏差可能會造成非常快的脈波。脈波圓弧效應可導致重大的觸發錯誤，尤其是在測量快速電路時。

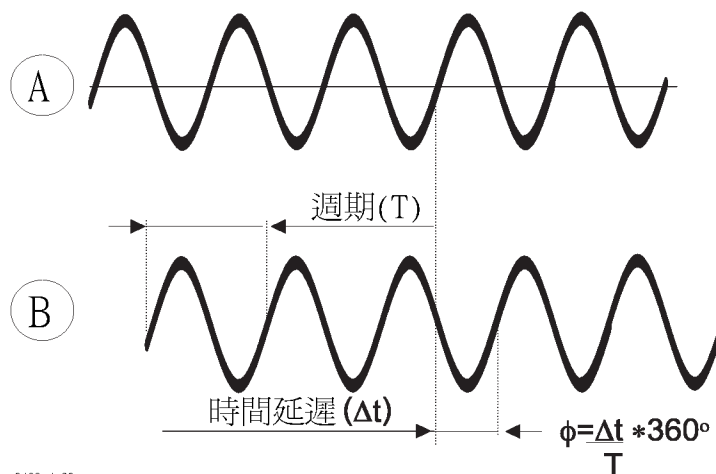
自動觸發

自動觸發在測量未知訊號時非常有效。然而，過激和振盪會造成自動觸發選擇具有些許錯誤的最小和最大訊號位準。這並不會影響測量，如頻率，但轉換時間測量可能會受到影響。因此，在處理已知訊號時，如邏輯電路，請手動設定觸發位準。

以下情況請務必使用手動觸發位準：若訊號重複率低於 100 Hz (預設)；若訊號重複率低於頻率下限 (透過在自動觸發低頻率功能表「**Settings > Misc > Auto Trig Low Freq**」(設定 > 其他 > 自動觸發低頻率) 中輸入介於 1 Hz 和 50 kHz 之間的數值所設定)。

相位測量

相位是相同頻率兩個訊號間的時間差異，並以角度表示。



傳統以計時器/儀器來測量相位延遲的方法，是一個包括兩個連續測量的雙步驟處理流程；進行一筆週期測量後馬上接著進行一筆時間間隔測量。接著就會以數學方法計算相位延遲，如下：

$$\frac{360^\circ \times (\text{Time Interval A} - \text{B})}{\text{Period}}$$

換句話說，也就是：

$$\text{Phase A} - \text{B} = 360^\circ \times \text{Time Delay} \times \text{Freq}$$

FCA3000、FCA3100 和 MCA3000 系列儀器使用更精密的方法來判定相位。兩筆測量都在同一次訊號通過時與測量時間註記同時進行。來自「輸入 A」與「輸入 B」觸發事件的兩個連續時間註記已足以計算相位差異，包括訊號的相位關係。

解析度

您可針對高達 160 MHz 的訊號進行相位測量。測量解析度取決於頻率。針對低於 100 kHz 的頻率，解析度為 0.001°；針對高於 10 MHz 的頻率，解析度為 1°。您可透過使用內建的統計功能來平均測量值，而使相位測量解析度進一步改善。

可能的錯誤

您可針對高達 160 MHz 的輸入訊號頻率測量相位。然而，在這些非常高的頻率裡，相位解析度會減少至：

$$100 \text{ ps} \times 360^\circ \times \text{FREQ}$$

誤差 相位 A-B 測量的誤差取決於多個外部參數：

- 輸入訊號頻率
- 輸入訊號 A 和 B 的波峰振幅與迴轉率
- 輸入訊號的 S/N 比率

一些內部儀器參數也很重要：

- 輸入 A 和 B 訊號路徑間的內部時間延遲
- 輸入 A 和 B 間磁滯窗中的變異

相位測量誤差錯誤有兩種：隨機錯誤和系統錯誤。隨機錯誤包括解析度（量化）和雜訊觸發錯誤。系統錯誤包括「內波道延遲差異」和「觸發位準時序」錯誤。對於特定一組的輸入訊號，系統錯誤是持續不斷的，一般而言，您可在進行校正測量後，於控制器 (GPIB 系統) 中加以補償，或於本機使用「Math/Limit」（數學/極限）功能表（手動操作）來補償。（請參閱頁52，*補償方法*）

相位測量中的隨機錯誤： 相位量化錯誤演算法為：

$$100 \text{ ps} \times 360^\circ \times \text{FREQ}$$

例如，1 MHz 輸入訊號的量化錯誤為：

$$100 \text{ ps} \times 360^\circ \times (1 \times 10^6) \sim 0.04^\circ$$

觸發雜訊錯誤包含應加入的開始和停止觸發錯誤。針對正弦波輸入訊號，每個錯誤為：

$$\frac{360^\circ}{2\pi \times s/n \text{ ratio}}$$

使用以上範例並加入一些雜訊，使 S/N 比率成為 40 dB。這符合於 100 倍的振幅比率（和 10000 倍的功率比）。接著觸發雜訊會以下列數值影響隨機錯誤：

$$\frac{360^\circ}{2\pi \times 100} \approx 0.6^\circ$$

隨機錯誤的總數不應以線性方式增加，而應以「RMS 方式」增加，這是因為其隨機的性質而然。針對上述範例進行此動作：

隨機錯誤

$$\text{Random error} = \sqrt{\text{quant. err.}^2 + \text{start trg.err}^2 + \text{stop trg.err}^2}$$

總隨機錯誤因此為：

$$\sqrt{0.04^2 + 0.6^2 + 0.6^2} \approx 0.85^\circ \text{ (single shot)}$$

那麼由內部放大器雜訊所造成的隨機錯誤呢？內部雜訊的影響通常是可以忽略的。由訊號中的雜訊所造成的相位錯誤，不論是內部還是外部，都是：

$$\frac{360^\circ}{2\pi \times s/n \text{ ratio}}$$

250 mV_{rms} 的輸入訊號和 250 μ V_{rms} 的一般內部雜訊數值，會造成至少 60 dB (1000 倍) 的 S/N 比率。這會提供最壞狀況 0.06° 錯誤值。將輸入訊號增加至 1.5 V_{rms}，就會將錯誤減少至 0.01°。

另一個減少隨機錯誤的方式，就是使用儀器的統計功能，並自多個樣本中計算平均值。

相位測量中的系統錯誤：系統錯誤包括下列元素：

- 內波道傳輸延遲差異。
- 觸發位準時序錯誤 (開始和停止)；起因於觸發位準不確定性。

在兩個輸入波道上的相同觸發情況下，內波道傳輸延遲差異通常在為 500 ps。因此，相應的相位差異為：

$$<0.5 \text{ ns} \times 360^\circ \times \text{FREQ}$$

下列表格列出因內波道傳輸延遲差異而造成的相位差異，並依頻率列出：

頻率	相位錯誤 (度數)
160 MHz	28.8°
100 MHz	18.0°
10 MHz	1.8°
1 MHz	0.18°
100 kHz	0.018°
10 kHz 和以下	0.002°

觸發位準時序錯誤取決於下列因素：

- 由於觸發位準 DAC 的不確定性和比較器偏移錯誤，因此實際的觸發點並非確切為零。
- 兩個訊號在零交叉時具有不同的迴轉率。

每台儀器都有輸入磁滯。這在避免雜訊造成錯誤的輸入觸發上是必要的。磁滯寬度的寬度決定儀器的最大敏感度。其大約為 30 mV，因此當您將觸發位準設為 0 V 時，實際的觸發點通常會為 +15 mV，且還原點為 -15 mV。這種時序錯誤可在使用磁滯補償時抵銷。

磁滯補償代表微電腦可偏移觸發位準，以讓實際觸發 (偏移後) 等於設定的觸發位準 (偏移前)。此一般的磁滯補償在相位、時間間隔和上升/下降時間測量中為啟用。一些 mV 具有某些殘餘的不確定性，而觸發點也有某些溫度漂移的情況。

名義上的觸發點為 0 V，而不確定性為 $\pm 10 \text{ mV}$ 。

正弦波的表現方式為：

$$V(t) = V_p \times \sin(2\pi ft)$$

具有靠近零交叉的 $V_p \times 2\pi f$ 迴轉率 $\frac{\Delta V}{\Delta t}$ 。這會在穿過 10 mV 時，而非穿過 0 mV 時，提供系統時間錯誤。

$$\frac{10 \text{ mV}}{(V_p \times 2\pi \times \text{FREQ})}$$

下表列出相應的相位錯誤，依度數排序：

頻率	相位錯誤 (度數)
160 MHz	28.8°
100 MHz	18.0°
10 MHz	1.8°
1 MHz	0.18°
100 kHz	0.018°
10 kHz 和以下	0.002°

$$\frac{10 \text{ mV} \times 360^\circ \times \text{FREQ}}{V_p \times 2\pi \times \text{FREQ}}$$

其可減少至：

$$\frac{0.6}{V_p} \text{ (in}^\circ\text{)}$$

由於兩個輸入都會發生此類錯誤，因此最壞狀況的系統錯誤為：

$$\frac{0.6}{V_p(A)} + \frac{0.6}{V_p(B)} \text{ (in}^\circ\text{)}$$

補償方法： 以上計算顯示在構成總系統相位錯誤的組成要素中之典型不確定性。針對一組特定的輸入訊號，您可透過進行校正測量，將此錯誤多多少少完全補償。視可接受的殘餘錯誤而定，您可使用以下說明的方法之一。第一個方法非常簡單，但不會考量內波道傳輸延遲差異。第二個方法會包括所有系統錯誤 (若其執行的非常仔細，但這通常不實用)。

校正測量方法 1:

1. 將測試訊號連接「輸入 A」與「輸入 B」。
2. 選取「**相位 A 相對 A**」功能，以尋找初始錯誤。
3. 使用「**Math/Limit**」(數學/極限) 功能表，透過按下 X_0 ，將此數值輸入為公式 $K \cdot X + L$ 中的常數 L ，並變更正負號。
4. 目前的測量結果 (X_0) 會自未來的相位測量中減去 (此相位測量是透過選取「**Phase A rel B**」(相位 A 相對 B) 進行)。相當大部份的系統相位錯誤會被因此抵銷。請注意，若頻率或振幅有所變更，就必須重覆此校正動作。

校正測量方法 2:

1. 視來源阻抗而定，使用 50 Ω 的功率分配器或 BNC T 型零件，將要測量的其中一個訊號同時連接「輸入 A」與「輸入 B」。請確認功率分配器 / T 型零件和儀器輸入間的電纜長度相等。
2. 選取「Phase A rel B」(相位 A 相對 B) 功能，並讀取結果。
3. 以和上述方法 1 相同的方式，將此數值輸入為校正係數。
4. 若要最小化錯誤，請使輸入訊號振幅保持不變，以最小化校正和測量間的偏差。
5. 此方法適用與方法 1 相同的頻率與振幅限制；您應在其中一個訊號頻率或振幅變更時，重新進行校正。

訊號輸入的常見設定為：

斜率	正或負
耦合	交流
阻抗	1 M Ω 或 50 Ω ，視來源和頻率而定
觸發	手動
觸發位準	0 V
濾波器	關閉

殘餘系統錯誤：透過數學方式(於測試台上或在控制器中)根據以上提及的方法之一套用校正，就可減少系統錯誤，但不會完全消除。殘餘時間延遲錯誤絕大部分都可能可以忽略，但觸發位準錯誤在某種程度上會永遠存留，尤其是如果溫度狀況不固定)。

總計 (僅限 FCA3100 系列)

功能表路徑：「Meas > Totalize」(測量 > 總計)。

「總計」功能可加總在兩個儀器輸入(A 和 B)上的觸發事件數量。儀器共提供五個可用的總計功能。

除了透過切換「Hold/Run」(保持/執行)(手動總計功能)以手動方式控制閘門，您也可使用「Settings」(設定)下的預觸功能來開啓和關閉閘門。不同的功能說明如下。

當閘門為開啓時，顯示器將持續更新。事件會在連續的開啓期間累積，直到您進行「Restart」(重新啓動)為止。

注意。 手動的「總計」功能無法與「統計」功能或參數(如阻斷和定速)一同使用。

使用「總計」功能時，自動觸發不會正常的運作。「自動一次」的動作會在總計測量開始前進行，以計算並設定一次合適的觸發位準。

總計 A 此測量可讓您總計 (計數) 在「輸入 A」上的觸發事件數。輔助的計算參數為 A-B 和 A/B。開始/停止是透過切換「Hold/Run」(保持/執行) 按鈕以手動方式控制，而計數登錄是透過按下「Restart」(重新啟動) 來重設。

總計 B 此測量可讓您總計 (計數) 在「輸入 B」上的觸發事件數。輔助的計算參數為 A-B 和 A/B。開始/停止是透過切換「Hold/Run」(保持/執行) 按鈕以手動方式控制，而計數登錄是透過按下「Restart」(重新啟動) 來重設。

總計 A+B 此測量可讓您計算在「輸入 A」與「輸入 B」上的觸發事件總數。輔助參數為 A 和 B。開始/停止是透過切換「Hold/Run」(保持/執行) 按鈕以手動方式控制，而計數登錄是透過按下「Restart」(重新啟動) 來重設。

總計 A-B 此測量可讓您計算在「輸入 A」與「輸入 B」上觸發事件的差異。輔助參數為 A 和 B。開始/停止是透過切換「Hold/Run」(保持/執行) 按鈕以手動方式控制，而計數登錄是透過按下「Restart」(重新啟動) 來重設。

例如，「TOT A - B MAN」(總計 A - B 手動) 可讓您在控制系統中進行差動流程測量。

範例：停車場中的車輛數等於通過入口 (A) 閘門的車輛數，減去通過出口 (B) 閘門的車輛數。

總計 A/B 此測量可讓您計算在「輸入 A」與「輸入 B」上的觸發事件比率。輔助參數為 A 和 B。開始/停止是透過切換「Hold/Run」(保持/執行) 按鈕以手動方式控制，而計數登錄是透過按下「Restart」(重新啟動) 來重設。

總計與預觸 透過一同使用「Arming」(預觸) 和「Totalize」(總計)，您可開啓並關閉閘門，且將外部訊號套用至 A、B 或 E 其中一個波道。這樣一來，您就可以透過選取開始/停止的波道、斜率和延遲時間，來存取像是「TOT A Start/Stop by B」(總計 A，由 B 開始/停止)、「TOT A-B Gated by E」(總計 A-B，由 E 控制閘門) 和「TOT B Timed by A」(總計 B，由 A 計時) 的功能。

和手動「總計」功能不同的是，預觸的總計功能可允許阻斷和定步控制。因此您可使用所有的「統計」功能。新結果將在每個停止條件後顯示。

注意。 如果您設定開始預觸，也就必須在輸入 A、輸入 B 和輸入 E 上設定停止預觸的條件或時間。

範例：預觸參數位於功能表「Settings > Arm」(設定 > 預觸) 中。

若要設定上述的「總計」功能，請進行下列步驟：

總計 A，由 B 開始/停止：

1. 從「Meas」(測量)功能表中選取「Totalize」(總計)，然後選取「A」。
2. 將要測量的訊號連接至「Input A」(輸入 A)。
3. 以手動方式將輸入 A 的觸發位準設定為適當的數值。
4. 將控制訊號連接至「Input B」(輸入 B)。
5. 以手動方式將輸入 B 的觸發位準設定為適當的數值。
6. 按下「Settings > Arm」(設定 > 預觸)，並設定下列參數：
 - 樣本/區塊預觸：決定是否應要預觸每個事件或每個事件區塊 (分析模式)。
 - 開始波道：選取 B。
 - 開始斜率：選取正斜率 (以上升邊緣符號標示)。
 - 開始延遲：決定您是否需要在控制訊號和閘門實際開啓間插入延遲 (10 ns - 2 s)。
 - 停止延遲：決定您是否需要在閘門不回應停止波道上的控制訊號期間插入延遲 (10 ns - 2 s)。主要的應用是要避免繼電器觸點振動導致提早關閉閘門。
 - 停止波道：選取 B。
 - 停止斜率：選取正斜率 (以上升邊緣符號標示)。

總計 A-B，由 E 控制閘門：

1. 按下「Meas > Totalize > A-B」(測量 > 總計 > A-B)。
2. 將要測量的訊號連接至「輸入 A」與「輸入 B」。
3. 以手動方式將輸入 A 與輸入 B 的觸發位準設定為適當的數值。
4. 將控制訊號 (TTL 位準) 連接至「輸入 E」。
5. 按下「Settings > Arm」(設定 > 預觸)，並設定下列參數：
 - 樣本/區塊預觸：決定是否應要預觸每個事件或每個事件區塊 (統計模式)。
 - 開始波道：選取 E。
 - 開始斜率：選取正斜率 (以上升邊緣符號標示)。
 - 開始延遲：決定您是否需要在控制訊號和閘門實際開啓間插入延遲 (10 ns - 2 s)。
 - 停止延遲：決定您是否需要在閘門不回應停止波道上的控制訊號期間插入延遲 (10 ns - 2 s)。主要的應用是要避免繼電器觸點振動導致提早關閉閘門。

- 停止波道：選取 E。
- 停止斜率：選取負斜率 (以下降邊緣符號標示)。

總計 B，由 A 計時： 透過此功能，您可將實際開門時間的開始，與外部事件同步化。

1. 按下「**Meas > Totalize > B**」(測量 > 總計 > B)。
2. 將要測量的訊號連接至「Input B」(輸入 B)。
3. 以手動方式將輸入 B 的觸發位準設定為適當的數值。
4. 將控制訊號連接至「Input A」(輸入 A)。
5. 以手動方式將輸入 A 的觸發位準設定為適當的數值。
6. 按下「**Settings > Arm**」(設定 > 預觸)，並設定下列參數：
 - 樣本/區塊預觸：決定是否應要預觸每個事件或每個事件區塊 (統計模式)。
 - 開始波道：選取 A。
 - 開始斜率：選取正斜率 (以上升邊緣符號標示)。
 - 開始延遲：決定您是否需要在控制訊號和開門實際開啓間插入延遲 (10 ns - 2 s)。
 - 停止延遲：將測量時間設定於 10 ns 和 2 s 之間。
 - 停止波道：選取「**Time**」(時間)。

電壓測量

V_{MAX} 、 V_{MIN} 和 V_{PP}

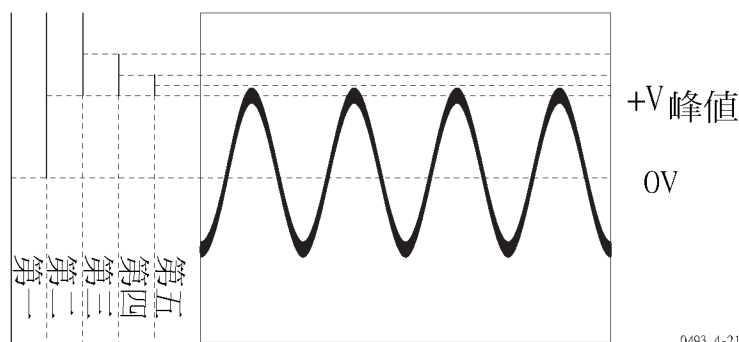
儀器可測量在直流輸入電壓 (自 - 50 V 至 +50 V，於兩個自動選取的範圍中) 和在 1 Hz 至 300 MHz 間之重複訊號上的輸入電壓位準 V_{MAX} 、 V_{MIN} 和 V_{PP} 。測量準確度約為讀數的 1%。

按下「**Meas > Volt**」(測量 > 電壓) 以開啓電壓測量功能表。

預設的頻率下限為 20 Hz，但可使用「**Settings > Misc**」(設定 > 其他) 功能表將極限變更為介於 1 Hz 和 50 kHz 之間的數值。越高的頻率下限，表示測量的速度越快。

選取一電壓測量，儀器將以大數字和完整的解析度顯示該測量值。其他的測量值將在顯示畫面下方以較小的字元顯示。

電壓測量是透過取得一系列的觸發位準設定和感應儀器觸發時間來判定。



0493_4-21

V_{RMS}

當輸入訊號的波形 (正弦波、三角波、方波) 為已知時，其波峰因數，定義為峰波 (V_p) 和 RMS (V_{rms}) 數值的商數 (Q_{CF})，可以用於設定數學函數 $K*X+L$ 中的常數 K 。顯示器會顯示輸入訊號的實際 V_{rms} 數值 (假設 V_{pp} 為主要參數)。

$$V_{rms} = \frac{1}{2Q_{cf}} V_{pp}$$

例如，正弦波的波峰因數為 1.414 ($\sqrt{2}$)，因此上述公式中的常數將為 0.354。若要加以設定：

1. 按下「**Math/Limit > Math > Math(Off) > K*X+L**」(數學/極限 > 數學 > 數學 (關閉) > $K*X+L$)。
2. 按下「**K**」並輸入 0.354。

3. 檢查 L 常數是設定為其預設值 0 (零)。
4. 以顯示器下方的功能表螢幕鍵盤確認您的選擇，並退出功能表。

如果輸入為交流耦合，且選取了 V_{pp} ，顯示器將顯示任何正弦波輸入的 RMS 數值。

如果正弦波重疊在直流電壓上，RMS 數值將會是：

$$0.354 * V_{pp} + V_{DC}$$

如果 V_{DC} 為未知，您可透過下列方式取得：

$$V_{rms} = \frac{V_{MAX} - V_{MIN}}{2}$$

若要顯示重疊在直流電壓上的正弦波 rms 數值，請依照上述範例，但將 L 設定為 V_{DC} 。

數學與統計測量

儀器提供「平均」、「數學」和「統計」等後置處理功能。您可個別或一同使用這些功能。

平均

「**頻率**」和「**Period 週期平均**」測量針對其平均的測量結果，使用以硬體為基礎的平均 (在多個完整輸入訊號週期期間計算時脈脈波)。其他所有測量，皆使用以軟體為基礎的平均值平均方法，來計算測量平均。儀器使用統計數字模式，來顯示除「頻率」和「週期平均」外的測量平均結果。

請使用「**Settings > Meas Time**」(設定 > 測量時間) 來設定測量時間 (範圍是 20 ns 至 1000 s，解析度為 20 ns，以及預設值為 200 ms)。增加測量時間將顯示更多數字 (更高的解析度)，但每秒的測量會較少。「測量時間」僅適用於「**頻率**」和「**週期平均**」的測量。

預設的「Meas Time」(測量時間) 設定會顯示 11 位數字，並提供每秒四至五個測量。

注意。 若要快速選取最低的測量時間 (20 ns)，請輸入 0。儀器將會自動選取 20 ns。

數學

儀器具有五個預先定義的數學運算式，以在將數值顯示在螢幕上前處理測量結果。可用的數學運算式為：

- $K * X + L$
- $K / X + L$
- $(K * X + L) / M$
- $(K / X + L) / M$
- $X / M - 1$

這些運算式皆位於「**Math/Limit > Math**」(數學/極限 > 數學) 子功能表中。

X 是測量結果的替代符號。儀器會選擇 K、L 和 M 等預設值，這樣測量結果才不會在啟用「**Math**」(數學) 後被直接影響。叫出原廠預設設定也可還原這些數值。

例如，若要計算特定初始頻率的偏差 (而非測量頻率本身)，請進行下列步驟：

1. 透過按下「**User Opt > Save/Recall > Recall Setup > Default**」(使用者選項 > 儲存/叫出 > 叫出設定 > 預設值) 來叫出預設值。
2. 將要測量的訊號連接至「**Input A**」(輸入 A)。
3. 按下「**Auto Set**」(自動設定)，讓儀器自行尋找最佳的觸發條件。
4. 按下「**Math/Limit > Math > L**」(數學/極限 > 數學 > L)。
5. 您可使用以下兩個方式之一，來設定 L 值：
 - 如果目前的測量值適合您的使用目的，請按下 **X₀** 將該值移轉至常數 L。您可重複按下 **X₀**，直到設定想要的數值為止。
 - 透過使用鍵盤以手動方式輸入數值。
6. 按下「**Save/Exit**」(儲存/結束) 以確認並儲存數值。
7. 按下「**Math**」(數學)，並選取運算式 **K*X+L**。顯示器將顯示您輸入數值的偏差。

使用常數 **K** 來依比例調整測量結果的大小。

若您想要結果是相對偏差值，則請使用運算式 **X/M-1**。

統計

統計資料可以套用至所有測量值中，也可套用至數學處理的結果。您可透過按下「**Analyze**」(分析) 按鈕進行切換，來存取統計讀數。

可用的統計讀數為：

- 最大：顯示在 N 個 (取樣母體) x_i 值內的最大數值。
- 最小：顯示在 N 個 (取樣母體) x_i 值內的最小數值。
- P-P：顯示在 N 個 (取樣母體) x_i 值內的峰對峰偏差。
- 平均值 (作為主要測量讀數的一部分)：顯示 N 個 (取樣母體) x_i 值的算術平均值 ($\bar{x}$)，其計算方式為：

$$\bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i$$

- Std：顯示 N 個 (取樣母體) 數值的標準差，其計算方式如下。其定義是變異數的平方根。

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{N - 1}}$$

- Adev：顯示 N 個 (取樣母體) 數值的 Allan 偏差 (σ)，其計算方式如下。其定義是 Allan 變異數的平方根。

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N-1} (X_{i+1} - X_i)^2}{2(N-1)}}$$

數字 N 在統計運算式中是樣本數，也是介於 2 和 2×10^9 之間的整數。

Allan 偏差相對於標準差

Allan 偏差是一種統計方式，其透過在短的時間間隔中取得樣本 (測量值)，來描繪短期不穩定性的特性 (其一般是由抖動和顫動造成)。其旨在透過相鄰樣本的連續性比較，來消除因老化、溫度或游離所造成的長期漂移影響。

標準差，這很可能是令人比較熟悉的統計方法，該方法會考量所有偏差類型的影響；其中取樣母體中的所有樣本都會與總平均值比較。

Allan 偏差和標準差都是以相同的單位表示作為主要測量，如 Hertz 或秒。

設定取樣參數

1. 按下「Settings > Stat」(設定 > 統計)。
2. 按下「No. of samples」(樣本數) 並使用數字按鈕或上/下箭頭按鈕輸入數值。按下「Save/Exit」(儲存/結束) 以儲存數值。
3. 針對長條圖顯示，請按下「No. of Bins」(Bin 數) 並輸入數值。按下「Save/Exit」(儲存/結束) 以儲存數值。
4. 按下「Pacing time」(定步時間) 並輸入數值 (範圍是 $2 \mu\text{s}$ - 500 s，預設值為 20 ms)。定步參數會設定取樣間隔。
5. 透過按下「Pacing Off」(定步關閉) 將其變更為「Pacing On」(定步開啓)，來啓用設定的定步時間。「Pacing Off」(定步關閉) 狀態表示指定的樣本數是在最短的延遲時間內取得。
6. 按下「Hold/Run」(保持/執行) 以停止測量流程。
7. 按下「Restart」(重新啓動) 以初始一筆資料擷取。
8. 切換「Analyze」(分析) 以在每個不同的統計呈現模式中檢視測量結果。

注意。 儀器會以中間結果更新螢幕，直到完成完整的資料擷取為止。

統計與測量速度

在使用統計功能時，您必須留意測量不會花太長的時間執行。若一測量具有 1000 筆樣本，則在這 1000 筆測量都完成前，儀器不會提供完整的統計結果。若儀器設定不是最佳設定，則顯示統計測量會花上很長的時間。

以下為一些加速統計測量流程的秘訣：

- 請勿使用自動觸發。在自動觸發模式中，儀器會在每項測量前計算觸發位準。請判定良好的觸發位準，並以手動方式加以設定。
- 請勿使用過長的測量時間來取得所需的解析度。
- 若您的應用不需要長時間來收集資料，則請記得使用短的定位時間 (測量間隔)。

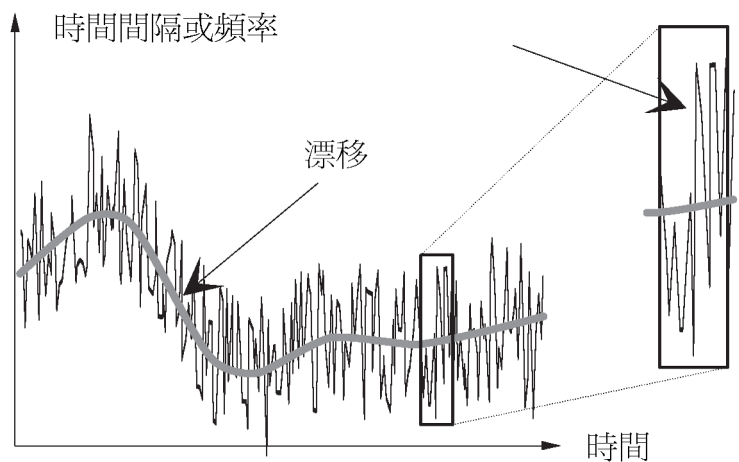
注意。 儀器會在測量流程中顯示中間結果。

判定長短時間的不穩定性

進行統計測量時，您必須選取符合測量目標的測量時間。例如，抖動或極短時間 (週期對週期) 的變異，就需要對樣本進行單一的測量。

若使用平均 (僅限頻率或週期平均)，則用於統計計算的樣本就已經經過平均處理，除非設定的測量時間短於輸入訊號 (最高為 160 MHz) 的週期時間。高於此頻率的訊號，則將以二為單位進行預先調整，進而獲得某種程度的平均。當您測量中等或長時間的不穩定性時，這是一大優勢。在此，平均是作為一種平緩的功能，其可消除抖動的效果。

下圖中的訊號含有緩慢的訊號變異和抖動現象。在測量抖動時，您應使用有限數量樣本，這樣緩慢的變異才不會嚴重影響測量。您也可針對此種測量，使用 Allan 偏差的統計測量。



0493_6-1

若要測量更緩慢的變異，請計算長系列中平均樣本的最大值、最小值或平均數值。平均功能可去除每個樣本中的抖動，而長測量時間和大樣本數，則表示測量可以記錄非常緩慢的變異。最長的位置時間為 500 s；每個樣本的最長測量時間為 1000 s；樣本的最大數量為 2×10^9 。

統計和數學

儀器可讓您在將計算的數值呈現於畫面或匯流排上前，執行數學操作。您可針對特定的測量設定，測量任何系統測量的不確定性，而所需的修正常數，也可輸入至適當的數學操作中。接著則會套用統計值至修正的測量值。

信賴極限 您可使用標準差結果，來計算測量的信賴極限。

$$\text{信賴極限} = \pm ks_x$$

其中：

s_x = 標準差

$k = 1$ ，信賴水準為 68.3% (1σ - 極限)

$k = 2$ ，信賴水準為 95.5% (2σ - 極限)

$k = 3$ ，信賴水準為 99.7% (3σ - 極限)

計算信賴極限的範例： 下列範例將計算 $100\ \mu\text{s}$ 時間間隔測量的信賴極限。使用數字統計模式來讀取時間間隔的平均值和標準差。取得足夠樣本，以獲得穩定讀數。假設開始和停止的觸發轉換相當快速，且不會造成測量的不確定性。

儀器顯示 Mean value (平均值) = $100.020\ \mu\text{s}$ 和 Std Dev (標準差) = $50\ \text{ns}$ 。

因此，95.5% 的信賴極限 = $\pm 2s_x$ ($= \pm 2 * 50\ \text{ns}$) = $\pm 100\ \text{ns}$ 。

3σ 的極限便會是 $\pm 3 * 50\ \text{ns} = \pm 150\ \text{ns}$

抖動測量 統計提供判定脈波訊號短期時序不穩定性 (抖動) 的簡易方法。抖動通常是以其 rms 值指派；根據單一測量，該 rms 等於標準差。儀器可以直接測量並顯示 rms 抖動。

除此之外，也可測量平均值的標準差。rms 值是量化抖動的好方法，但其不會提供關於測量值分佈的資訊。

若要改善設計，您可能需要分析分佈。請使用儀器的統計分析功能，進行趨勢分析測量。按下「**Analyze**」(分析) 按鈕以切換數字和圖形的統計呈現模式。

您可透過使用遠端控制器 (GPIB 或 USB) 和選用的 TimeView™ 調變網域分析軟體應用程式，取得更佳的分析多用性。

極限測試

極限模式使儀器呈為有效的警報條件監視器 (極限測試器)。您可即時監控測量結果，並設定超過極限條件時要採取的動作。按下「**Math/Limit > Limits**」(數學/極限 > 極限) 以開啓「Limits」(極限) 功能表。

使用「Lower Limit」(下限) 和「Upper Limit」(上限) 功能表項目以設定極限測試位準。

極限行為

按下「**Limit Behavior**」(極限行為)，設定儀器將如何回應極限交會。可用的極限回應行為有：

- **關閉**：不採取任何動作。不顯示 **LIM** (極限) 指示燈。
- **擷取**：擷取超過極限設定的測量，並使 **LIM** (極限) 指示燈閃爍。持續進行測量。只有符合測試準則的樣本，才可成為統計呈報總體的一部分。
- **警報**：閃爍 **LIM** (極限) 指示燈，並持續進行測量。所有樣本，包括超過極限的樣本，都是統計呈現總體的一部分。
- **Alarm_stop**：閃爍 **LIM** (極限) 指示燈，並停止進行測量 (使儀器處於保持狀態)。儀器將顯示使極限偵測器觸發的測量。只有在警報狀況發生前擷取的樣本，才可成為統計呈報總體的一部分。

您也可使用 GPIB 匯流排上的 SRQ 功能來偵測警報條件。請參閱《FCA3000、FCA3100 和 MCA3000 系列程式編寫手冊》。

極限測試模式

極限測試模式有三種：

- **高於**：高於設定下限的測量將可通過。螢幕上閃爍的 **LIM** 符號表示測量結果在測量開始後，至少低於下限一次。使用「**Restart**」(重新啟動) 將 **LIM** 符號重設回非閃爍的狀態。
- **低於**：低於設定上限的測量將可通過。螢幕上閃爍的 **LIM** 符號表示測量結果在測量開始後，至少高於上限一次。使用「**Restart**」(重新啟動) 將 **LIM** 符號重設回非閃爍的狀態。
- **範圍**：在指定極限間 (內) 的測量將通過。螢幕上閃爍的 **LIM** 符號表示測量結果在測量開始後，至少低於下限一次或高於上限一次。使用「**Restart**」(重新啟動) 將 **LIM** 符號重設回非閃爍的狀態。

如果選取了「**Range**」(範圍) 且呈現模式為**數值**，則目前測量值相對於極限的簡易圖形，將可同時以數值形式呈現。

上限 (UL) 和下限 (LL) 是主數字顯示器下的垂直線，其數字是以小型數字顯示，並靠近線條處。

此圖形類型類似經典的類比指標儀器，其中笑臉代表測量位於設定的極限中。苦臉符號則表示測量位於設定的極限外，但仍位於顯示區域中。位於顯示區域外的測量，則是由螢幕左側的 < 或螢幕右側的 > 表示。

極限指示燈線條的位置為固定，因此極限範圍佔螢幕區域的中央三分之一。這表示解析度和刻度長度是由指定的極限設定。

極限與分析模式

您可將極限測試套用至趨勢圖和長條圖 (分析模式)。在趨勢圖和長條圖中使用極限，則會禁用自動刻度設定，並間接設定圖表的刻度長度和解析度。

預觸

「Arming」(預觸)會在儀器偵測到指定的輸入訊號變更時，開始並/或停止測量擷取。可用的預觸類型為「預觸開始」和「預觸停止」(於「Settings > Arm」(設定 > 預觸)功能表中)。

預觸在較複雜頻率中進行頻率測量時相當有用，此類複雜頻率如：

- 單擊事件或非週期訊號
- 脈波寬度或脈波位置不穩定的脈波訊號
- 頻率變動與時間的訊號 (剖析)
- 複雜波形訊號的已選取部分

預觸會在儀器於預觸輸入 (輸入 A、輸入 B 或輸入 E) 上偵測到適當的訊號斜率時發生。您也將延遲期間從開始預觸偵測設定為實際進行測量的時間，並設定停止預觸條件 (斜率和延遲時間) 以延長測量時間。

指引

- 所有測量皆可使用「預觸開始」，除了**頻率脈衝**、**比率**和**電壓**外。若您使用開始預觸並配合平均測量，其僅會控制第一個樣本的開始。
- 所有測量皆可使用「預觸停止」，除了**頻率脈衝**、**比率**、**電壓**和**上升/下降時間**外。
- 預觸會停用一般的自由執行模式，在儀器偵測到有效的開始預觸訊號條件前，不會進行任何測量。
- 您可將開始或停止觸發來源連接至「Input A」(輸入 A)、「Input B」(輸入 B) 和「Input E」(輸入 E) (位於後方面板)。「輸入 A」與「輸入 B」的頻率範圍是 160 MHz。「輸入 E」的頻率範圍是 80 MHz (TTL 位準)。
- 使用「輸入 A」或「輸入 B」作為預觸訊號的預觸測量限制為 160 MHz 的訊號，除非訊號中的預觸條件發生在低於 160 MHz 的頻率上。

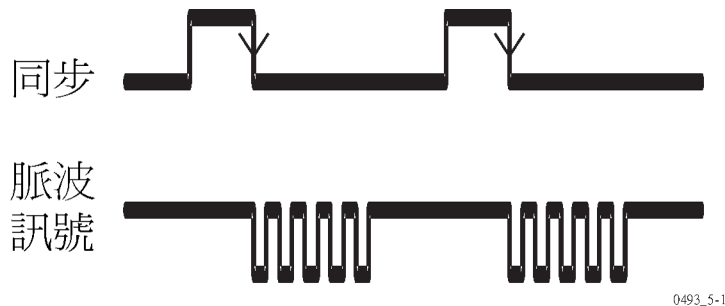
開始和停止預觸

預觸開始

「預觸開始」的作用類似示波器的外部觸發。其會將實際測量的開始與訊號事件同步。您也可以搭配「預觸開始」功能使用延遲，以延遲與預觸脈波相關的測量開始。「預觸開始」可單獨用來進行測量，或是與「預觸停止」結合來進行更長的測量。

可用的「預觸開始」參數為「波道」、「斜率」和「延遲」。

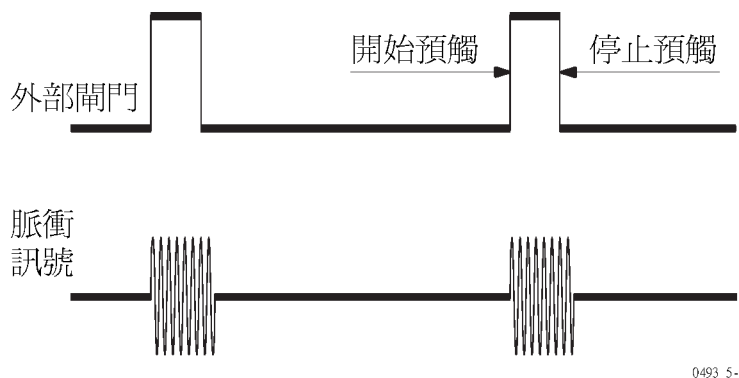
產生複雜波形的訊號來源，如脈波 RF、脈波脈衝、電視線路訊號或掃描訊號，通常會產生與掃描開始、RF 脈衝長度或電視線路開始重疊的同步訊號。您可使用此同步訊號來預觸儀器。



您可延遲與預觸訊號相關的開始預觸點。請在外部預觸訊號未與您有興趣訊號的部分重疊時，使用此功能。時間延遲範圍是 20 ns 至 2 s，設定解析度為 10 ns。

預觸停止

「預觸停止」會在儀器在預觸輸入訊號上，偵測到具有特定斜率的位準偏移時停止測量。結合「預觸開始」和「預觸停止」，便可取得設定測量總時間長的測量閘門功能。例如，您可使用「預觸開始/停止」的組合來測量脈波 RF 的頻率，其中開始/停止條件的位置位於脈衝中。



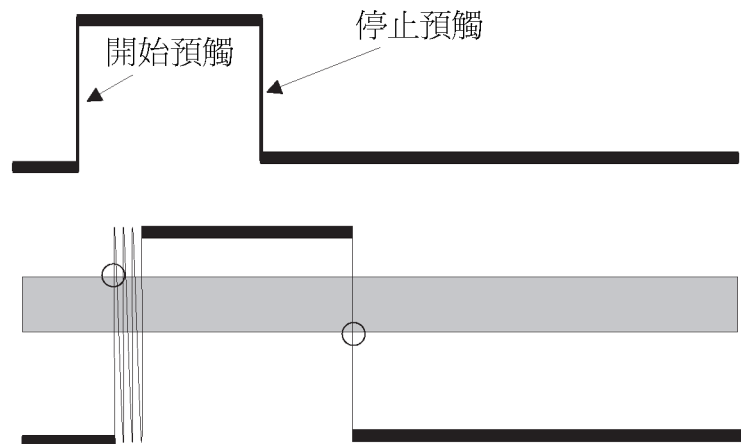
可用的「預觸停止」參數為「波道」、「斜率」和「延遲」。

注意。「Arm > Stop Delay」(預觸 > 停止延遲)時間僅可在 FCA3100 系列儀器中與「總計」功能一同使用。

預觸開始/停止與脈衝測量

透過使用「預觸開始/停止」條件進行的脈衝測量，是使用標準的**頻率**測量模式。然而，不是使用預觸條件進行的脈衝測量，是在自行同步的**頻率脈衝**模式中進行，其中儀器會盡力同步脈波脈衝。

在時間間隔測量中，您可將停止預觸訊號作為一種「外部觸發延滯訊號」使用。您可於外部期間在此阻斷停止觸發。



0493_5-3

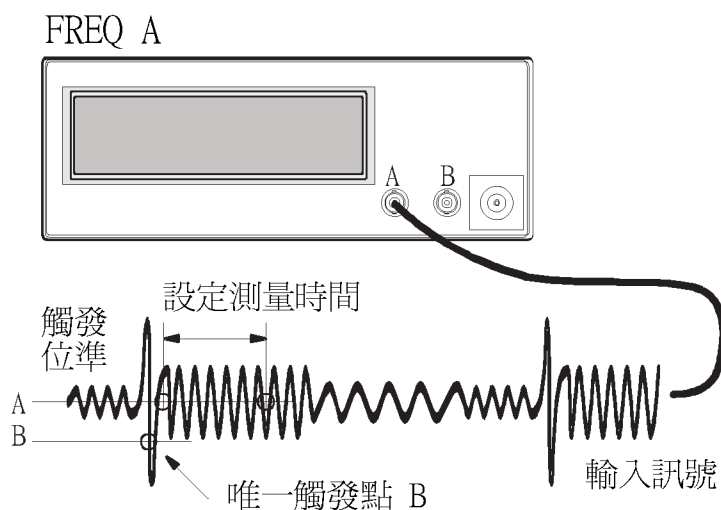
預觸輸入訊號

輸入 E (位於後方面板) 是一般的預觸輸入。其適合具有 TTL 位準的預觸 (同步) 訊號。觸發位準固定於 1.4 V，且無法變更。觸發斜率可以設為正或負。

您也可使用「輸入 A」或「輸入 B」作為所有單一和雙波道測量 (其中預觸訊號為測量訊號之一) 的預觸輸入。這些輸入在您的預觸訊號不具有 TTL 位準時較為合適。所有的「輸入 A」與「輸入 B」控制項 (如交流/直流、觸發位準和 50 Ω / 1 M Ω 等) 都可用於調整預觸訊號。

使用測量訊號作為預觸訊號

在具有獨特觸發點的複雜訊號上執行時間或頻率測量時，您可使用「輸入 B」預觸，使測量訊號來「自動預觸」儀器。下列範例將設定儀器在訊號達到指定的電壓位準後，進行訊號頻率的測量。

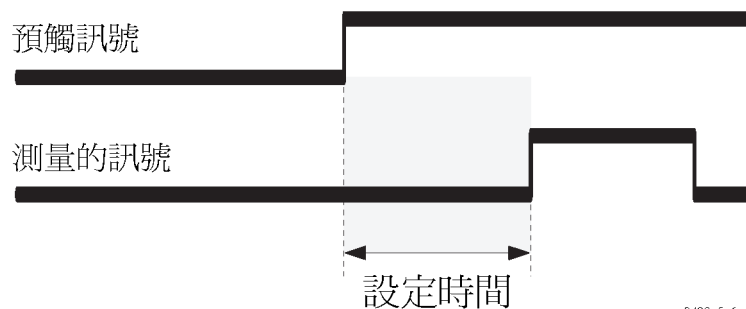


0493_5-4

1. 使用功率分配器將訊號連接至「Input A」(輸入 A) 和「Input B」(輸入 B)。
2. 按下「Input A」(輸入 A)，並調整設定，以測量有興趣部份的波形。
3. 按下「Input B」(輸入 B)，並調整設定，以偵測獨特的觸發點。使用直流耦合和手動觸發來設定特定位準。
4. 按下「Settings > Arm」(設定 > 預觸) 以啓用預觸，並設定「Start Slope」(開始斜率) 以進行偵測。如有需要，請使用「開始延遲」。
5. 設定適合您有興趣之訊號區域的測量時間。

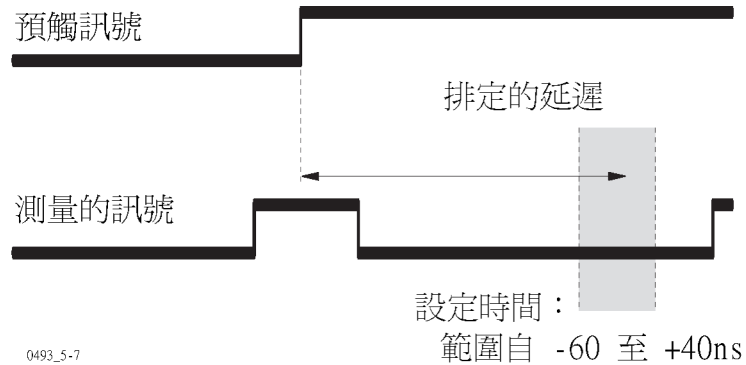
預觸與設定時間

儀器在其可偵測預觸訊號變更前，具有 5 毫微秒的設定時間。



0493_5-6

使用預觸延遲時設定時間並不相同。下圖顯示自到期時間延遲至預觸測量 (-60 至 $+40$ ns，總計 100 ns 的延遲解析度) 間的時間。圖示顯示儀器可能會偵測到開始觸發訊號，就算該訊號是在排定時間延遲到期前的 60 毫微秒出現。開始觸發訊號必須在排定時間延遲到期後的 40 毫微秒後出現，以保證能正確開始測量。



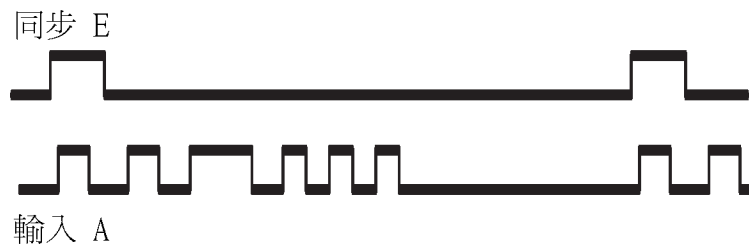
預觸範例

本節包括如何測量各種脈衝訊號的範例。前兩個範例將測量脈衝中所選正脈波寬度的範例。第三個範例將測量脈衝中脈波間的時間。您也可透過選取適當的測量，來測量脈衝訊號的週期、上升時間或工作係數，或是透過變更觸發斜率，來測量負脈波。

如果您不知道要測量訊號的基本參數，請使用示波器來判定訊號參數。使用這些參數來設定儀器觸發斜率、預觸斜率和預觸延遲。

預觸範例：測量脈衝中的第一個脈波

本範例顯示如何在重複的脈波脈衝中，測量第一個脈波的寬度。在此範例中，也可使用具 TTL 位準的同步訊號 (同步)。首先說明的簡易快速方法並未使用預觸，而是著眼於儀器傾向自行同步化其內部流程與輸入訊號的事實。



這項工作是要將測量的開始 (開始觸發) 與第一個脈波的前緣同步化。取決於訊號時序，此工作可能為簡單、困難或非常困難。

自動同步化，而不含預觸：您可以在不使用預觸功能的情況下，測量脈衝中的脈波。儀器通常可自動同步化測量開始與第一個脈波觸發。成功的條件為：

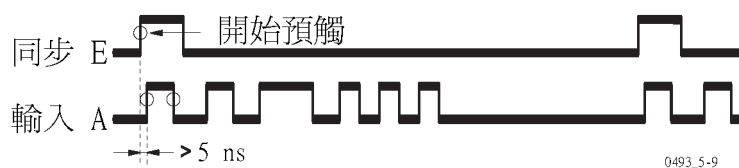
- PRF 不過高，最好是低於 50 Hz，且一定不能高於 150 Hz。
- 脈波脈衝的週期 (第一個和最後一個脈波之間) 應遠小於至下個脈衝的距離。
- 脈衝間的脈波數應大於 100，以避免偶發的計數錯誤。

進行下列動作以在不預觸的情況下執行自動同步化：

1. 將脈衝訊號連接至「Input A」(輸入 A)。
2. 設定手動敏感度和觸發位準，直到脈衝訊號正確觸發儀器為止。
3. 按下「Meas > Pulse > Width Positive > A」(測量 > 脈波 > 正寬度 > A)。
4. 按下「Settings > Stat > Pacing」(設定 > 統計 > 定步) 將「Pacing」(定步) 設定為「On」(開啟)。
5. 按下「Settings > Stat > Pacing Time」(設定 > 統計 > 定步時間)，並輸入接近脈衝間時間的數值。

使用此方法不保證可達到絕對同步化，但自動同步化很有可能成功。然而，偶爾會顯示錯誤數值。若要達到保證同步化，請使用「開始預觸」功能。

使用開始預觸的脈衝脈波同步化：您可使用外部同步訊號來預觸儀器。這需要同步訊號的前緣在脈衝中第一個脈波前緣至少 5 毫微秒以前發生 (請參閱圖9)



圖表 9: 使用開始預觸的同步化

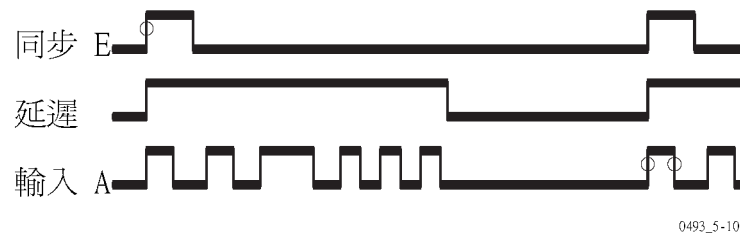
進行下列動作以在使用開始預觸的情況下執行自動同步化：

1. 將外部同步訊號連接至「Input E」(輸入 E) (位於後方面板)。
2. 將脈衝訊號連接至「Input A」(輸入 A)。
3. 調整觸發位準，以觸發脈衝訊號。
4. 按下「Settings > Arm > Arm On > Sample」(設定 > 預觸 > 預觸開啓 > 樣本)。
5. 按下「Start Chan > E」(開始波道 > E)。
6. 按下「Start Delay」(開始延遲)，並確認或設定數值為零。

7. 重複按下「Save | Exit」(儲存 | 結束) 以返回主畫面。
8. 按下「Meas > Pulse > Width Positive > A」(測量 > 脈波 > 正寬度 > A)。

如果在脈波脈衝中的預觸訊號和第一個脈波間沒有時間差異，或時間差異過小，則必須將預觸與延遲結合，如下一範例所示。

使用開始預觸搭配時間延遲的脈衝脈波同步化： 如果脈波脈衝具有穩定的重複頻率，您可使用「開始預觸」搭配「時間延遲」來進行測量。此方法使用屬於先前脈衝的同步脈波，來同步化測量的開始。將時間延遲設定為長於脈波脈衝週期且短於脈波脈衝重複時間的時間，如下圖所示。



圖表 10: 使用開始預觸搭配時間延遲的同步化。

進行下列動作以在使用開始預觸搭配時間延遲的情況下執行自動同步化：

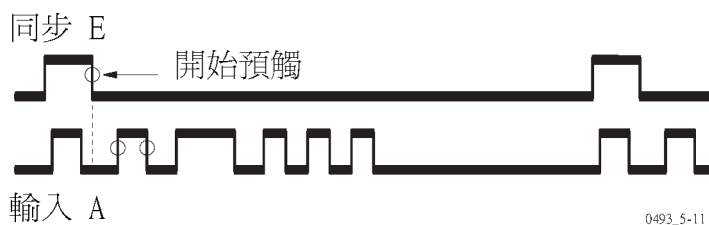
1. 將外部同步訊號連接至「Input E」(輸入 E) (位於後方面板)。
2. 將脈衝訊號連接至「Input A」(輸入 A)。
3. 調整觸發位準，以觸發脈衝訊號。
4. 按下「Settings > Arm > Arm On > Sample」(設定 > 預觸 > 預觸開啓 > 樣本)。
5. 按下「Start Chan > E」(開始波道 > E)。
6. 按下「Start Delay」(開始延遲)，並輸入合適的延遲數值 (長於脈波脈衝週期，但短於脈波脈衝的重複時間)。
7. 重複按下「Save | Exit」(儲存 | 結束) 以返回主畫面。
8. 按下「Meas > Pulse > Width Positive > A」(測量 > 脈波 > 正寬度 > A)。

預觸範例：測量脈衝中的第二個脈波

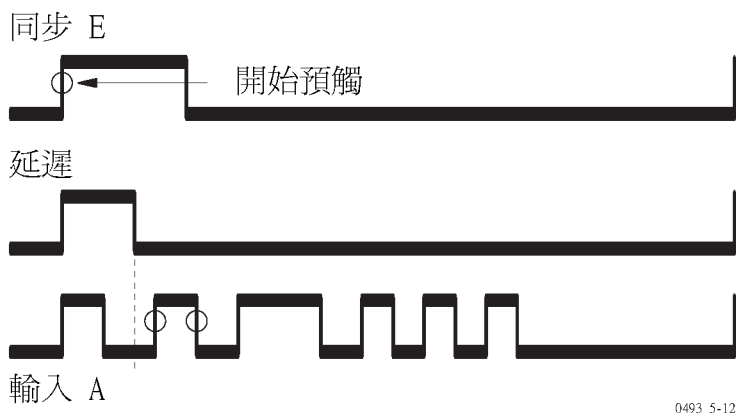
本範例顯示如何在脈波系列中，測量第二個脈波的寬度。問題是要如何將測量的開始與第二個脈波的開始同步化。在此情況中，自動同步化 (未使用預觸功能) 無法作用；自動同步化只會同步化脈衝中的第一個觸發事件。這表示此測量需要使用「預觸」功能。

視同步訊號相對於脈衝的位置和同步訊號的週期而定，測量可以在使用或不使用預觸延遲的情況下進行。若同步訊號的後緣是在第一個脈波的前緣後、脈波脈衝的第二個脈波前發生，那麼便可使用不含延遲的一般開始預觸。

選取「Input A」(輸入 A) 上的正斜率和「Input E」(輸入 E) 上的負斜率。作用中預觸波道的斜率是在「**Settings > Arm > Start Slope**」(設定 > 預觸 > 開始斜率) 功能表中設定。下圖顯示同步訊號的後緣出現在第二個脈波前的情況。



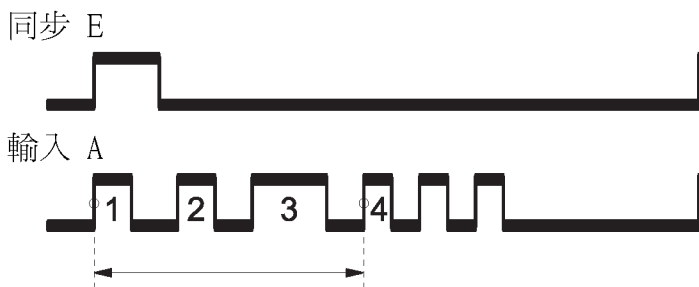
如果同步脈波時序不適合上述的測量範例，像是當同步訊號的後緣太晚時，那麼請結合預觸與時間延遲；如下圖所示。



使用前述範例中的相同步驟，但請設定合適的「**Start Arm Delay**」(開始預觸延遲)，以讓延遲在第一個和第二個脈波間的間隔中到期。

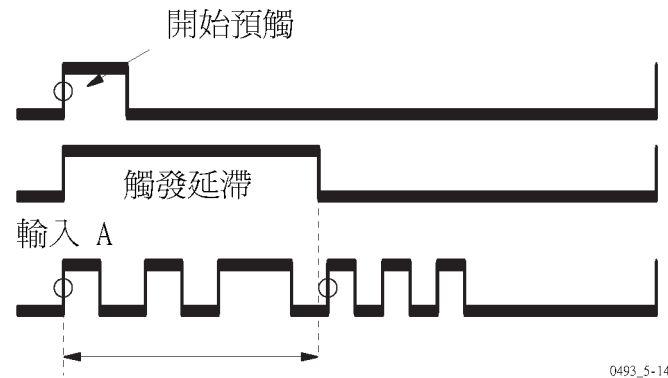
預觸範例：測量脈衝中脈波間的時間

在先前的範例中，同步化作業識別了測量的開始，並執行了單擊時間間隔測量。下列範例將測量脈衝中第一和第四個脈波上升邊緣間的時間，如下圖所示。這需要設定開始和停止時間以進行測量。



這種測量使用「時間間隔 A 至 A」功能以及「Input B」(輸入 B) 上的訊號，以控制停止條件。作業會預觸此測量的開始和停止。第一個預觸範例中已說明開始觸發(同步化測量開始與第一個脈波的前緣)。困難之處在於要同步化測量的停止(預觸停止)。這可透過下列方法之一完成：

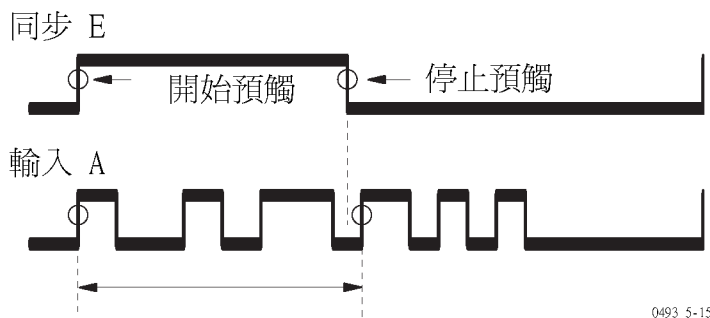
使用觸發延滯，將停止延遲某一段時間：「觸發延滯」是用來在預設的時間裡禁止停止觸發。「延滯」週期會與開始觸發事件同時開始。「延滯」時間應設在第三個和第四個脈波之間到期。



請使用和前述範例相同的測試設定。然後依下列步驟進行：

- 按下「Meas」(測量) 按鈕，並選取「Time Interval A to A」(時間間隔 A 至 A)。
- 按下「Input B」(輸入 B)，並選取正斜率和適當的觸發位準。
- 按下「Settings > Trigger Hold Off (On)」(設定 > 觸發延滯(開啓))，並輸入適當的「延滯」時間。
- 確認保有範例 #1 的開始預觸條件，並且不是預觸延遲。
- 測量訊號。

使用停止預觸(外部延滯)來延遲停止：目前為止，在這些範例中，同步訊號被專門用為開始預觸訊號，也就是說，測量觸發是著重在同步訊號的前緣，而不是其週期。然而，同步訊號也可透過使用同步訊號後緣的「停止預觸」，用作為「外部觸發延滯」。如果同步脈波的週期外部可為不同，請選取會在第三和第四個脈波間間隔裡到期的週期，如下圖所示。



請使用和前述範例相同的測試設定。然後依下列步驟進行：

1. 按下「**Settings > Arm > Stop Chan > E**」(設定 > 預觸 > 停止波道 > E)。
2. 按下「**Stop Slope > Falling**」(停止斜率 > 下降)。
3. 測量訊號。

預觸和剖析

剖析的意思是測量一段時間的頻率。其範例包括：測量數小時中訊號來源裡的暖機漂移；測量數秒中頻率掃描的線性；測量數毫秒中 VCO 的切換特性，或是測量微秒期間頻率在動態頻移雷達脈波中的變更。

這些儀器可處理許多剖析測量的情況，但有一些限制。理論上剖析可以手動進行，也就是說，透過讀取個別的測量結果，並以圖形繪出。然而，最佳的方式是使用儀器，做為快速的高解析度取樣前端，並在其內建記憶體中儲存結果，接著將測量移轉至軟體應用程式，以用於分析和圖形呈現。TimeView™ 軟體應用程式大大簡化了剖析作業。

剖析測量有兩種：自由執行和重複取樣。

自由執行測量

自由執行測量是在較長的週期中執行。典型的自由執行測量包括判定在 24 小時期間的示波器穩定性、測量在 30 分鐘暖機時間內產生器的初始漂移，或是測量設備的短期穩定性。在這些情況中，測量是以使用者選取的間隔進行，範圍是 2 μ s 至 1000 s。

設定測量間隔有許多方法：

- 使用定步時間 (「**Settings > Stat**」(設定 > 統計)) 來設定測量間隔。測量會持續到取得設定的樣本數為止。使用「**Hold/Run**」(保持/執行) 和「**Restart**」(重新啟動)，在一個完整週期後停止測量。當測量正在進行時，在統計顯示 (趨勢圖或長條圖) 上檢視趨勢或試算表。
- 在遠端控制器中使用計時器。這可允許與外部事件的同步化，例如，在檢查一系列元件時變更 DUT。

- 使用外部預觸訊號。例如，使用 10 Hz 的預觸訊號脈波以 100 ms 的間隔進行測量。
- 以自由執行模式進行測量。當儀器處於自由執行 (連續測量) 模式時，測量間的最短延遲約為 $4\ \mu\text{s}$ (內部校準關閉) 或 $8\ \mu\text{s}$ (內部校準開啓)，加上設定的測量時間。例如，以 0.1 ms 的測量時間來看，每個樣本間的時間約為 $104 - 108\ \mu\text{s}$ 。

重複取樣剖析測量

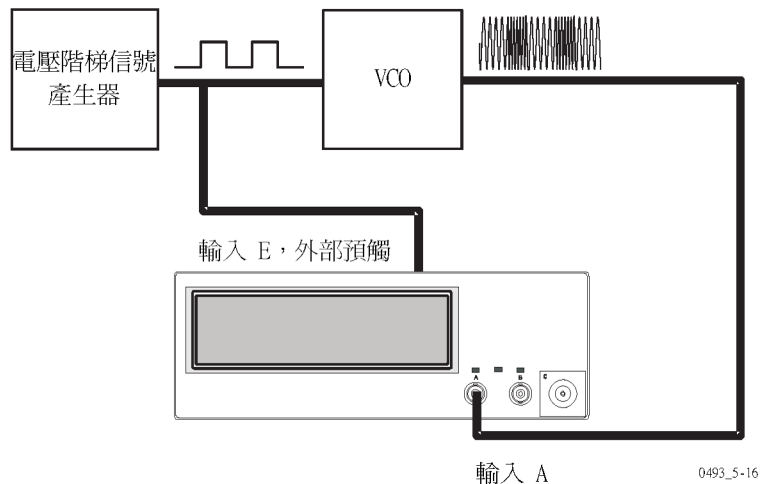
自由執行測量在樣本間的剖析需求小於 $4\ \mu\text{s}$ 間隔時無法作用。例如，您要如何在 10 ms 的時間裡，剖析具有 100 個樣本的 VCO 步間回應？

此測量情況需要重複的輸入步間訊號。您需要將測量重複 100 次，並於每一週期取得一個新的樣本，然後將每個新樣本相對於先前樣本延遲 $100\ \mu\text{s}$ 。

最簡單的進行方式，就是透過控制器，例如一台載有 TimeView 軟體的個人電腦；雖然您還是可以 (但會令人厭煩) 手動設定並執行全部的 100 筆測量。

以下為設定重複取樣剖析測量的必要事項：

- 重複的輸入訊號 (如 VCO 的頻率輸出)。
- 外部同步訊號 (如步間電壓輸入至 VCO)。
- 使用由預設時間延遲的預觸 ($100\ \mu\text{s}$ 、 $200\ \mu\text{s}$ 、 $300\ \mu\text{s}$)。



圖表 11: VCO 暫態剖析的設定。



0493_5-17

圖表 12: 暫態剖析測量的結果。

使用所有 100 筆測量的結果，來繪製相對於時間的頻率。請注意，時間刻度的絕對準確性，取決於輸入訊號本身。雖然測量是以 $100 \mu\text{s} \pm 100 \text{ ns}$ 的間隔預觸，測量的實際開始總是會與預觸後的第一個輸入訊號觸發事件同步。

附錄 A: 預設儀器設定

下表列出原廠預設的儀器設定。按下「User Opt > Save/Recall > Setup > Recall setup > Default」(使用者選項 > 儲存/叫出 > 設定 > 叫出設定 > 預設值)，將儀器設為這些設定。

參數	預設值
輸入 A & B	
觸發位準	自動
觸發斜率	上升 (正)
阻抗	1 M Ω
衰減器	1x
耦合	交流
濾波器	關閉
預觸	
啟動	關閉
開始斜率	上升 (正)
開始預觸延遲	0
停止	關閉
停止斜率	上升 (正)
延滯	
延滯狀態	關閉
延滯時間	200 μ s
逾時	
逾時狀態	關閉
逾時時間	100 ms
統計	
統計	關閉
樣本數	100
Bin 數	20
定步狀態	關閉
定步時間	20 ms
數學	
數學	關閉
數學常數	K=1, L=0, M=1
極限	
極限狀態	關閉
極限模式	範圍
下限	0

上限	0
脈衝	
同步延遲	400 μ s
開始延遲	0
測量時間	200 μ s
頻率 極限	400 MHz
其他	
功能	頻率 A
智慧型頻率	自動
智慧型時間間隔	關閉
測量時間	200 ms
自動觸發低頻率	100 Hz
時基參考	自動
空白數字	0

附錄 B: 控制測量時間

測量流程

由於這些儀器使用倒數技術技巧，因此其總是會將實際測量週期的開始與停止，和輸入訊號觸發事件同步。新的測量會在上個測量完成時自動開始 (除非「Hold」(保持) 為開啓)。這非常適合連續波形訊號。

測量的開始會在符合下列情況時進行 (依序)：

- 儀器已完整處理上筆測量。
- 已完成新測量的所有準備。
- 輸入訊號觸發儀器的測量輸入。

測量會在輸入訊號符合停止觸發條件時結束。這會在下列事件後直接發生：

- 設定的測量時間已到期 (僅適用於**頻率**和**週期平均**測量)。
- 輸入訊號符合停止觸發條件，通常會在其第二次通過觸發視窗時。

解析度作為測量時間的功能

儀器解析度主要是由量化錯誤和螢幕上的位數定義 (顯示最小有效位數)。如倒數計算 (請參閱頁27) 所解釋，計算出的頻率 f 是：

$$f = \frac{n}{t_g}$$

相對 rms 量化錯誤 $E_q = \pm 100 \text{ ps}/t_g$ 。

儀器會捨去不相關的位數，使 rms 量化解析度不能變更超過 ± 5 單位的 LSD (最小有效位數)。這會在顯示數值為 99999999 時發生，而量化錯誤是最壞狀況。最佳情況是當顯示數值為 10000000。接著量化解析度便對應於 ± 0.5 個 LSD 單位。

注意。 99999999 (=1E8) 中的 ± 1 個單位，代表比 10000000 (=1E7) 中的 ± 1 單位多 10 倍的相對解析度，儘管位數相同。

測量時間的逐漸增加，會減少 LSD 中因量化不確定性所造成的不穩定性。在特定的測量時間設定中，儀器有正當理由顯示超過一位數。該多出的一位數，突然間提供了多十倍的顯示解析度，但量化不確定性並未少十倍。因此，提供只多一位顯示位數的測量時間，會在最後一位顯示更多視覺上的不確定性。

若要有穩定的 LSD 讀數，選取的最高測量時間應為仍提供所需位數的時間。此類測量時間的最佳化，可使總解析度等於量化解析度。

測量時間與比率

設定的測量時間會決定測量長度 (若選取「Frequency」(頻率) 或「Period Average」(週期平均))。當您想要進行快速測量時，像是當您使用統計功能，或是當您在 GPIB 匯流排上收集資料時，知道這一點是很重要的。

區塊測量中 (通常稱為停工時間)，一筆測量的停止和下一筆測量的開始間的時間，可以低於 $2\ \mu\text{s}$ 。

區塊是連續測量的集合，其結果是儲存在本機記憶體中作為統計或繪圖用途 (分析模式)，或是於日後透過 GPIB 或 USB 資料通訊連結移轉至控制器。

其他的測量控制項

測量開始和停止的其他控制項：儀器測量可以變得更加複雜。除了輸入訊號觸發外，您可使用下列功能，來控制測量的開始。

- 如果儀器位於**保持**模式，則使用手動**重新啟動**。
- 如果選用匯流排觸發，則使用 GPIB 觸發 (<GET> 或 *TRG)。GPIB 觸發已於程式編寫手冊中說明。
- 如果**開始預觸**為啟用，則使用外部預觸訊號。
- 如果**預觸延遲**為啟用，則使用開始預觸延遲到期。

如果**停止預觸**為啟用，則除到期測量時間和停止訊號觸發外，測量的停止還可進一步透過外部預觸訊號觸發來控制。

索引

ENGLISH TERMS

Adev, 60
Alarm_stop (極限測試), 64
Allan 偏差, 60, 61
AM 訊號, 39
AM 調變頻率測量, 40
CW 測量, 39
Enter 按鈕, 11
Esc 按鈕, 10
Esc 按鈕與遠端操作, 6
GPIO
 位址, 17
 匯流排速度, vii
 模式 (原生或相容), 17
K (數學公式常數), 16
L (數學公式常數), 16
LL (極限測試), 64
M (數學公式常數), 16
P-P, 60
P-P 頻率偏差, 38
RF 訊號測量理論, 30
Std, 60
TIE, 15, 45
UL (極限測試), 64
Vpp, 57
Vrms, 57
V最大值, 57
V最小值, 57
X (數學公式), 16

—

上升/下降時間測量, 44
上箭頭按鈕, 11
上限, 16
下箭頭按鈕, 11
下限, 16
不確定性計算, 62

⊥

交流輸入耦合, 19

人

介面, 17
介面子功能表
 GPIO 位址, 17
 GPIO 模式, 17
 匯流排類型, 17
低於 (極限測試), 64
低調變頻率, 38
低通濾波器, 數位, 21
低通濾波器, 輸入, 20
低通濾波器, 類比, 20
低頻訊號, 29
使用者選項功能表, 17
 介面, 17
 儲存/叫出, 17
 數字空白, 18
 校正, 17
 測試, 18
 關於, 18
使用者選項按鈕, 12, 17
保持/執行按鈕, 12
信賴極限, 測量, 63
修改標籤, 17
倒數計數, 27
停止測量 (保持), 12
儀器設定, 預設, 79
儀器資訊, 18
儲存, 17
儲存/叫出, 17
儲存/叫出子功能表
 全部重設, 17
 設定, 17
 資料集, 17
儲存/結束按鈕, 10
儲存目前的設定, 17

入

內插器校正, 15
全部重設, 17

八

其他, 15

其他功能表

 TIE, 15
 內插器校正, 15
 自動觸發低頻率, 15
 輸入 C 擷取, 15
 逾時, 15
其他的測量控制項, 82

刀

分析按鈕, 10
分析模式, 7
剖析, 67, 76

力

功能, v
功能表
 使用者選項, 17
 數學/極限, 16
 設定, 13
 輸入 A、輸入 B, 13
功能表模式, 7
加速統計測量, 61

匚

匯流排類型 (介面), 17

厂

原廠儀器設定, 79

口

叫出 (儀器設定), 17
叫出 (資料集), 17
可能的錯誤 (相位), 49
右箭頭按鈕, 11
同步延遲, 36
同步延遲如何作用, 36
單一測量, 12
單一週期測量, 40
單擊事件, 67

一

安全摘要, iii
安裝的選項資訊, 18

寸

將自動觸發位準轉換為手動, 23

工

工作係數測量, 46
左箭頭按鈕, 11

干

干擾, 23
平均值, 60
平均與單一週期測量, 28
平均週期測量, 40, 41

彳

微波測量理論, 30

心

快速 GPIB 匯流排, vii

手

手動觸發, 22, 26
手動觸發位準, 23
抖動和漂移, 62

按鈕

Enter, 11
Esc, 10
Esc 按鈕與遠端操作, 6
上箭頭, 11
下箭頭, 11
使用者選項, 12, 17
保持/執行, 12
儲存/結束, 10
分析, 10
右箭頭, 11
左箭頭, 11
數值, 9
數學/極限, 12, 16
測量, 9
瀏覽, 11
箭頭, 11
自動設定, 10
設定, 12, 13
輸入 A、輸入 B, 11, 13
重新啟動, 12
鍵盤, 11

擷取 (極限測試), 64

支

數位低通濾波器，輸入, 21
數值按鈕, 9
數字空白, 18
數字統計測量, 7
數學, 16
數學/極限功能表, 16
數學/極限按鈕, 12, 16
數學子功能表
 K, 16
 L, 16
 M, 16
 X, 16
 數學, 16
數學運算式, 59, 60

日

時基, 14
時間延遲 (預觸開始), 68
時間測量觸發, 43
時間測量錯誤, 47
時間間隔, 44

時間間隔錯誤 (TIE), 45
智慧型測量, 15

日

更快的測量, 22
最低頻率, 38
最大, 60
最小, 60
最高頻率, 38

木

校正, 17
校準日期, 18
極限, 64
極限子功能表
 上限, 16
 下限, 16
 極限模式, 16
 極限行為, 16
極限模式, 16
極限測試, 64
 Alarm_stop 設定, 64
 LL (下限), 64
 UL (上限), 64
 低於設定, 64
 擷取設定, 64
 極限行為設定, 64
 範圍設定, 64
 警報設定, 64
 高於設定, 64
極限與分析模式, 65
極限行為, 16
標準差, 60, 61
樣本保持, 27

水

清除 (資料集項目), 17
減少干擾, 23
減少雜訊, 23
測試, 18
測試子功能表
 測試模式, 18
 開始測試, 18
測試模式, 18
測量
 Adev (Allan 偏差), 60

AM 訊號, 39
 AM 載波, 39
 FM, 36
 P-P, 60
 P-P 頻率偏差, 38
 Std (標準差), 60
 TIE, 45
 Vpp, 57
 Vrms, 57
 V最大值, 57
 V最小值, 57
 上升/下降時間, 44
 不確定性計算, 63
 低調變頻率, 38
 使用數學運算式, 59
 信賴極限, 計算, 63
 其他的控制項, 82
 加速統計測量, 61
 可能的相位錯誤, 49
 同步延遲如何作用, 36
 單一週期, 40
 工作係數, 46
 平均, 60
 平均週期, 40, 41
 抖動和漂移, 62
 振幅調變頻率, 40
 數學, 60
 數學運算式, 59
 時間和比率, 81, 82
 時間測量觸發, 43
 時間測量錯誤, 47
 時間間隔, 44
 時間間隔錯誤 (TIE), 45
 最低頻率, 38
 最大, 60
 最小, 60
 最高頻率, 38
 極限測試, 64
 極限測試模式, 64
 極限測試與分析模式, 65
 極限行為設定, 64
 測量指定頻率的偏差, 59, 61
 測量時間, 62

測量時間頻展區, 59
 測量流程, 81
 測量脈衝中的第一個脈波
 寬度, 71
 測量脈衝中的第二個脈波
 寬度, 73
 測量脈衝中脈波間的時
 間, 74
 測量速度與統計, 61
 漂移和抖動, 62
 相位, 49
 相位測量解析度, 49
 相位測量錯誤, 49
 相位誤差, 50
 相位錯誤, 依頻率; 表
 格, 51
 相位錯誤補償, 52
 系統錯誤, 相位測量, 51
 統計測量, 60
 總計, 53
 總計與預觸, 54
 背對背週期, 41
 背對背頻率, 41
 脈波圓弧效應和過激, 47
 脈波寬度, 46
 脈衝測量與預觸, 68
 脈衝訊號, 33
 自由執行, 76
 補償相位錯誤, 52
 設定取樣參數, 61
 設定時間, 預觸, 70
 調變頻率高於 1 kHz, 37
 警報 (極限測試), 64
 載波頻率, 37
 輸入訊號與預觸, 69
 週期, 40
 週期, 平均, 41
 週期, 背對背, 41
 過激和脈波圓弧效應, 47
 重複取樣剖析, 77
 隨機錯誤, 相位測量, 50
 電壓, 57
 預觸 (脈衝測量), 68

預觸停止, 68
 預觸和剖析, 76
 預觸概觀, 67
 預觸範例, 71
 預觸與測量訊號, 69
 預觸與輸入訊號, 69
 預觸設定時間, 70
 預觸輸入訊號, 69
 預觸開始, 67
 頻率, 背對背, 41
 測量值
 測量理論, 27
 頻率 (輸入 A、B), 32
 頻率 (輸入 C), 33
 頻率比率, 33
 測量按鈕, 9
 測量時間, 13, 59
 測量理論, 27
 RF 訊號, 30
 低頻訊號, 29
 平均與單一週期測量, 28
 微波, 30
 樣本保持, 27
 測量速度, 28
 逾時, 28
 降頻轉換器, 30
 預先調整器, 30
 預先調整器與最短測量時
 間, 28
 測量速度, 28
 漂移和抖動, 62
 瀏覽按鈕, 11

目

直流輸入耦合, 19
 相位, 49
 相位錯誤, 依頻率; 表格, 51
 相位錯誤補償, 52

竹

箭頭按鈕, 11

範例

- 使用數學運算式, 59
- 數學運算式, 59, 61
- 測量指定頻率的偏差, 59
- 測量脈衝中的第一個脈波寬度 (預觸), 71
- 測量脈衝中的第二個脈波寬度 (預觸), 73
- 測量脈衝中脈波間的時間 (預觸), 74
- 總計 A-B, 由 E 控制閘門, 55
- 總計 A, 由 B 開始/停止, 55
- 總計 B, 由 A 計時, 56
- 總計與預觸, 54
- 計算信賴極限, 63

範圍 (極限測試), 64

系

- 系統錯誤, 相位測量, 51
- 統計, 14, 60
- 統計和數學, 62
- 統計測量, 7
- 統計與測量速度, 61
- 總計, 53
- 總計與預觸, 54

未

耦合, 輸入, 19

肉

- 背對背週期測量, 41
- 背對背頻率測量, 41
- 脈波圓弧效應和過激, 47
- 脈波寬度時間測量, 46
- 脈波訊號, 67
- 脈衝, 14
 - 測量, 33
 - 測量與預觸, 68
 - 測量錯誤, 36
 - 觸發, 34
 - 選取脈衝測量時間, 36

自

自動觸發, 22, 25

- 自動觸發低頻率, 15, 22
- 自動設定按鈕, 10
- 自由執行測量, 76

衣

- 衰減, 輸入, 19
- 補償相位錯誤, 52

角

- 解析度, 81
- 解析度 (相位), 49
- 觸發
 - 位準設定, 25
 - 將自動觸發位準轉換為手動, 23
- 延滯, 14
- 手動觸發, 26
- 時間測量, 43
- 更快的測量, 22
- 磁滯, 24
- 窄磁滯寬度, 26
- 自動 (寬) 磁滯, 25
- 設定手動觸發值, 23
- 設定觸發模式, 22
- 諧波失真, 26

言

- 計算測量信賴極限, 63
- 設定, 17
- 設定保護, 17
- 設定功能表, 13
 - 其他, 15
 - 時基, 14
 - 測量時間, 13
 - 統計, 14
 - 脈衝, 14
 - 觸發延滯, 14
 - 預觸, 14
- 設定取樣參數, 61
- 設定子功能表
 - 修改標籤, 17
 - 儲存目前的設定, 17
 - 叫出設定, 17
 - 設定保護, 17
- 設定手動觸發值, 23
- 設定按鈕, 12, 13

- 設定時間, 預觸, 70
- 誤差 (相位), 50
- 調變頻率高於 1 kHz, 37
- 諧波失真, 26
- 警報 (極限測試), 64

貝

- 資料集 (儲存/叫出), 17
- 資料集子功能表
 - 儲存, 17
 - 叫出, 17
 - 清除, 17

走

趨勢圖顯示, 8

車

- 載波頻率, 37
 - 載波頻率測量, 39
 - 輸入
 - A 與 B (預觸), 69
 - 低通濾波器, 20
 - 使用輸入訊號預觸, 69
 - 數位低通濾波器, 20
 - 耦合, 19
 - 衰減, 19
 - 輸入 E (預觸), 69
 - 阻抗, 19
 - 預觸觸發訊號, 69
 - 類比低通濾波器, 20
 - 輸入 A 按鈕, 13
 - 輸入 A、輸入 B 功能表, 13
 - 輸入 A、輸入 B 按鈕, 11
 - 輸入 B 按鈕, 13
 - 輸入 C 擷取, 15
 - 輸入控制項, 19
- 走**
- 週期測量, 40
 - 進行單一測量, 12
 - 逾時, 15, 28
 - 過激和脈波圓弧效應, 47
 - 遠端操作
 - Esc 按鈕, 6
 - 狀態, 6

選取脈衝測量時間, 36

里

重新啓動按鈕, 12

重複取樣剖析測量, 77

金

鍵盤按鈕, 11

長

長條圖顯示, 8

門

開始測試, 18

關於 (儀器), 18

阜

阻抗, 輸入, 19

降頻轉換器 (微波測量), 30

隨機錯誤, 相位測量, 50

佳

雜訊波, 23

雨

電壓測量, 57

非

非週期訊號, 67

頁

預先調整器與最短測量時間, 28

預觸, 14

使用輸入訊號預觸, 69

來自測量訊號的預觸訊號, 69

剖析, 67, 76

同步訊號, 69

單擊事件, 67

時間延遲 (預觸開始), 68

概觀, 67

測量訊號作為預觸訊號, 69

範例, 71, 73, 74

脈波訊號, 67

脈衝測量, 68

觸發訊號, 69

設定時間, 70

輸入訊號, 69

非週期訊號, 67

預觸停止, 68

預觸開始, 67

預設儀器設定, 79

頻率 (fo), 37

頻率比率, 33

頻率測量, 32

頻率測量 (輸入 C), 33

頻率調變訊號, 36

類比低通濾波器, 輸入, 20

高

高於 (極限測試), 64