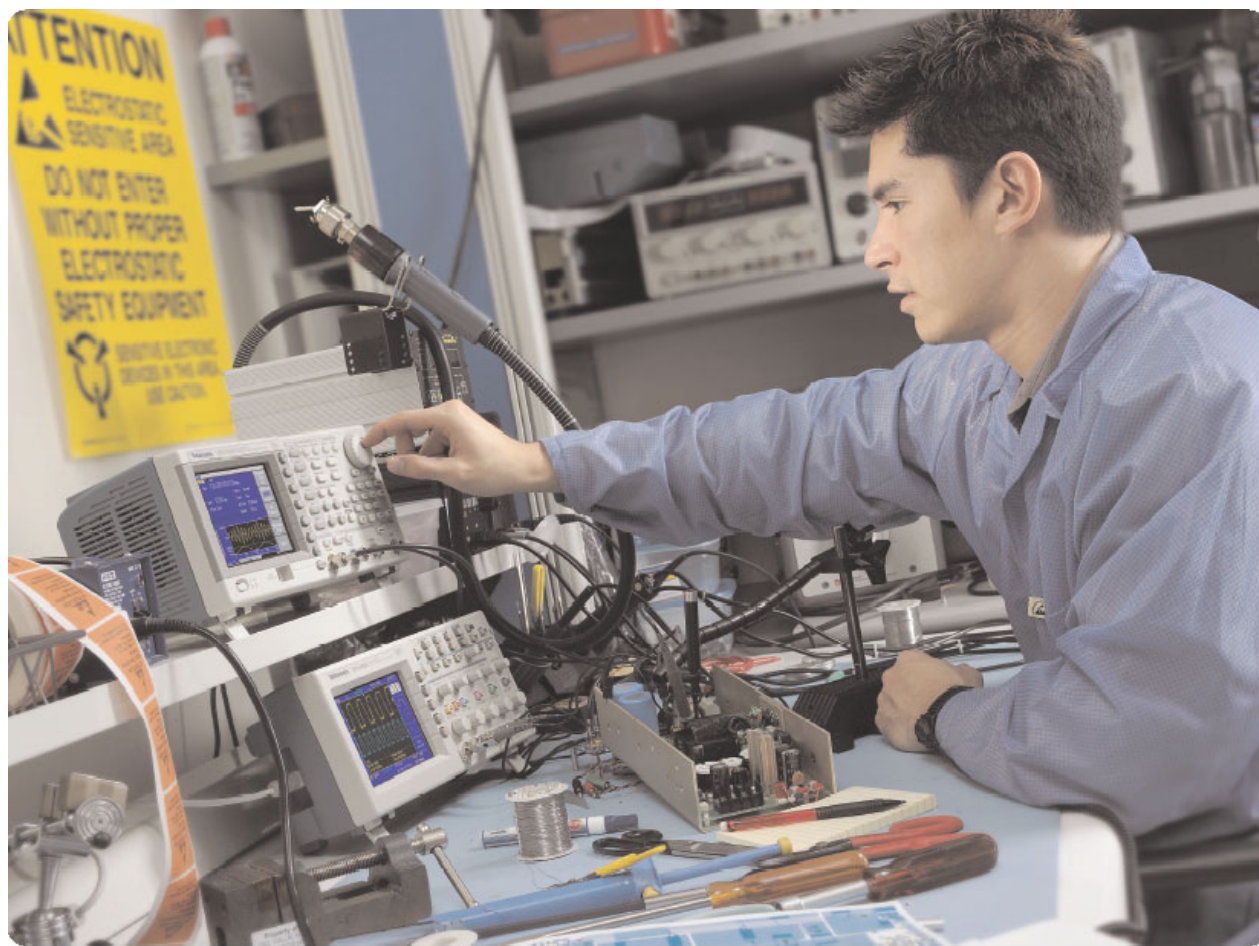


半導體特性依賴彈性激勵訊號源



半導體無所不在，它已成為現在通訊與計算系統的基本元件，也是消費電子產品與航太科技之基石。它支援工業系統、環境控制及其他應用。在本應用摘要中，我們將說明如何使用一系列訊號源測試儀器來協助您正確評估一些基本半導體元件的行為。本文乃針對研發半導體元件的設計者與工程師，將這些元件迅速地從設計驗證、順利量產上市。

半導體之特性為何？

經過一連串精心繁複的線路佈局與模型建立製程之後，新半導體元件的「原型矽晶」於焉誕生。但是它的性能可如預期嗎？內部累積公差與電路元件之間未知的相互作用可能減損了元件預期的性能，因此，必須測試該元件，以便確認符合基本設計規格的標準，這個程序稱為設計認證或設計驗證，也就是證明設計可以使產品發揮功能運作。

其次，更廣泛的特性測試確定了元件的「最大餘量 (Headroom)」與操作餘量 (Margins)。本文的主題是特性測試：量測元件的實際性能限制。一旦確定滿足這些限制，即能夠規範出製造公差，並訂定良率目標，同時編製產品規格型錄。相反地，可以依據不良特性結果，將該元件送回設計部門，重新改進。因此，特性測試在半導體設計過程中扮演著一個重要的角色。

每種新興的半導體設計，從簡單的類比運算放大器至高速數位電信通訊開關或中央處理器，都必須經過特性測試量測。全部量測制度包括類比與數位參數，例如最大頻率、臨界電壓、敏感度、放大增益、迴轉率、類比端設定穩定時間 (settling time)、設定/保持時間、容差偏差，以及在數位領域中的抖動與偏移。

第三階段量測為眾所周知的壓力測試，可能包含在特性常規或個別步驟。元件需要的壓力測試項目包括：訊號偏差、時序衝突、振幅誤差、熱變化，及其他異常狀況之挑戰。其目的乃偵測預期發生的問題，例如，輸入緩衝符合規格，但遇到暫態振幅峰值時，又不符規格。這些狀況如果能夠事先知道，則能採取對策解決，否則出貨後才發現問題，可得付出昂貴的代價。

元件複雜性與運算頻率的提高是半導體技術演進的定則，整合更多功能及速度的提升為終端使用者帶來極大的好處，但對設計者或測試工程師而言，試圖了解新元件的特性，則為一項挑戰。

最重要的是，對元件複雜性及速度不斷要求的結果，驅使工程師尋找最能滿足待測元件的需要又能符合成本效益的量測解決方案。

本文件著重於半導體量測訊號源之應用，並概述示波器在測試領域扮演的角色。如果想瞭解示波器應用的詳細資訊，請至 www.tektronix.com 網站，在產品資訊功能表，點選「示波器」，然後在主標題下，按一下「依應用搜尋」。

訊號源：特性之基石

訊號源是什麼？為何需要它？

「訊號源」一詞包括函數產生器、脈衝產生器、RF 訊號源、任意波形產生器等等。訊號源通常使用於各種測試應用，通常訊號源為提供一個已知控制變因的控制訊號，在元件整合到實務的應用設計前、訊號源常作為元件輸入端電路的代替品。而「激勵」訊號的反應，則意指量測電路的效能。

為了半導體特性測試，訊號源必須能夠產生各種波形，包括類比與數位波形。因此，函數產生器成為特性實驗室的主要設備，這些經濟實惠的儀器能選取廣泛的函數 (視數學運算的波形而定)，包含正弦波、方形波、脈衝波、三角形波，及其他波形等。

像「arb」或 AWG 這類為人所知的任意波形產生器甚至更具彈性，這種多功能工具能夠複製任何想得到的波形，甚至模擬示波器擷取的訊號。因此，數位取樣可說是任意波形產生器的基本架構。

第三種訊號源架構可做為函數產生器與任意波形產生器平台間的溝通橋樑，這種任意/函數產生器 (AFG) 顧名思義就是具備任意波形功能的函數產生器。任意/函數產生器在半導體特性測試中提供了必要的功能並滿足各種需求，任意/函數產生器的成本及效能都比任意波形產生器低，只靠取樣技術與直接數位合成 (DDS，參閱側邊工具列) 不斷產生各種波形、暫態訊號，以及有意的失真訊號。

選取訊號源

每位工程師都瞭解訊號源「首要」規格的重要性，例如頻寬、精確性、振幅解析度，以及記憶體深度。

但是「次要」功能也很重要。您的待測元件需要對脈波邊緣變異反應的更廣泛特性嗎？如果需要，選擇可單獨執行上升/下降時間編輯的儀器是明智之舉。您是否正在測試通訊元件？內建調變器可以加速需要 AM、FM、PM、FSK 或 PWM 的量測，同樣地，整合訊號雜訊產生器適用於許多測試，包括訊號對雜訊、頻率響應等等。

使用者介面也是必須考慮的項目。新一代的任意/函數產生器提供了大型的彩色顯示螢幕，可有效地整合目前的所有設定，甚至顯示已產生的波形。結合這個所見即所得的顯示螢幕，您就可透過系統快速鍵與高階選單，簡化並加速儀器的操作，讓新手能夠迅速學會儀器的操作，而讓經驗豐富的測試工程師能更迅速地完成更多的工作。

波形軟體開發工具能夠加速完成複雜的工作，協助文件與製程控制。具 PC 連線能力的桌上型儀器變得愈來愈普及，相形之下能產生穩定波形的套裝軟體變得不可或缺。

應用範例

附註：在下列應用範例中，Tektronix AFG3000 系列儀器將提供所有必要的激勵訊號，我們將以「AFG」縮寫表示 AFG3000 系列的適用機型。

比較器效能的特性測試

類比較器為類比及數位作業環境間的重要門戶。當它在「+」(非反相) 輸入偵測到一個類比電壓大於在「-」(反相) 輸入的臨界電壓時，比較器的輸出會轉換為預定的二位元數值。比較器的簡易性使它成為當今電子系統中最普遍的元件之一。

許多因素影響比較器的效能：

- 它能精確偵測臨界值並且正確反應嗎？
- 當輸入電壓接近交換臨界值時，它如何反應？
- 它如何處理工作週期變化、緩慢上升時間，以及其他訊號瑕疵？

這些都是特性量測必須回答的問題。下列將說明如何使用任意/函數產生器 Tektronix TDS5000 系列的示波器，以及 10X 示波器探棒來進行量測。

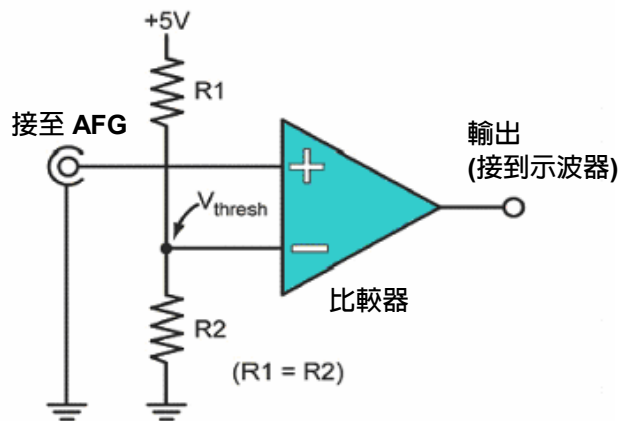
待測元件

本範例之待測元件 (DUT) 為一般較小頻寬的「非專利的」類比較器，但是此處測試均適用於任何類似元件，與其頻寬無關。圖 1 顯示元件測試夾具的簡圖。

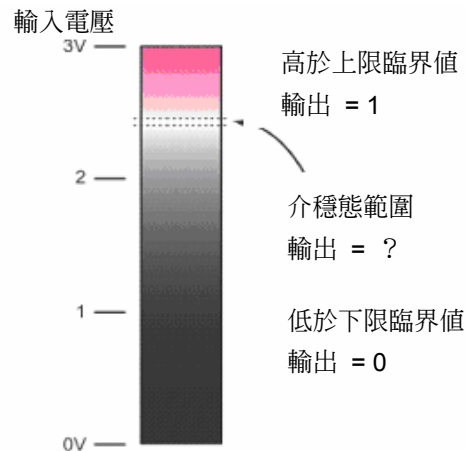
介穩態 (metastability) 與臨界特性測試

第一項特性測試將動態改變激勵訊號，以確定元件輸出交換訊號時的電壓位準。比較器的非反相輸入尋找大於電壓臨界值的一個電壓，該臨界值係由 $R1$ 和 $R2$ 組成的分壓器來設定。由於圖 1 中的兩個電阻器 $R1$ 和 $R2$ 為相同的值且其電源供應器均為 $+5V$ ，在這種情況下其臨界電壓為 $+2.5V$ ，因此，當輸入電壓超出臨界電壓值而在規定的公差之內時，比較器輸出應該切換。通常使用可變的直流電源，以量測這些初始參數，然而在使用交流電源的情況下，則會產生截然不同的結果。因此，特性化的作業程序乃在確認比較器的動態切換性能並確定它的公差。

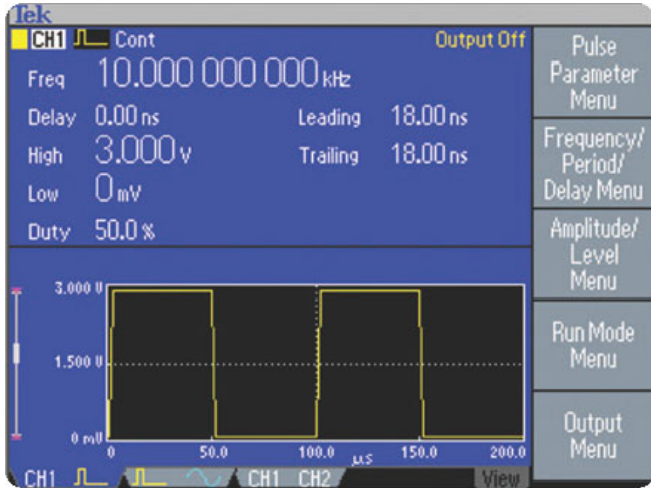
該項測試包括提供 10 kHz 脈波至比較器的非反相輸入，然後改變振幅直到輸出變成介穩態狀態。介穩態係指臨界值的「不確定」狀況，此時，其輸出為不可預測的，也就是說，可在一個週期的 2.48 V 進行輸出切換，但在下個週期的相同位準時卻無法切換，而製訂護衛帶 (Guardband) 規格的目的是在協助設計者充分瞭解介穩態範圍。圖 2 顯示輸入電壓與介穩態範圍的關係。



► 圖 1 比較器測試連接圖。



► 圖 2 介穩態範圍為一個狹長的電壓帶，該範圍比較器的輸出可能無法預測。

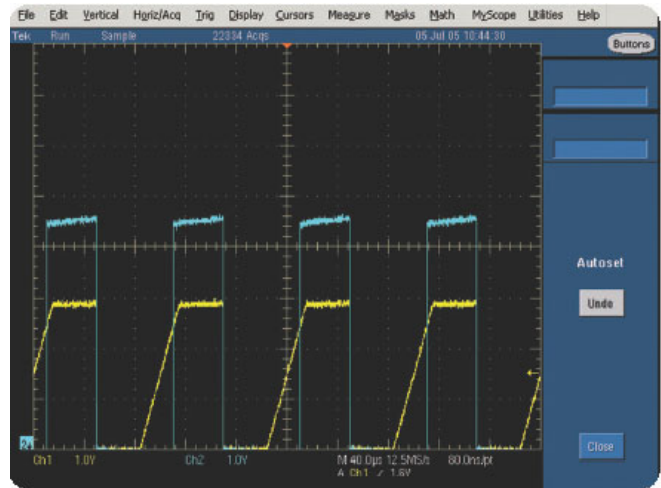


► 圖 3 設定 AFG 以進行比較器臨界值的精確度量測。

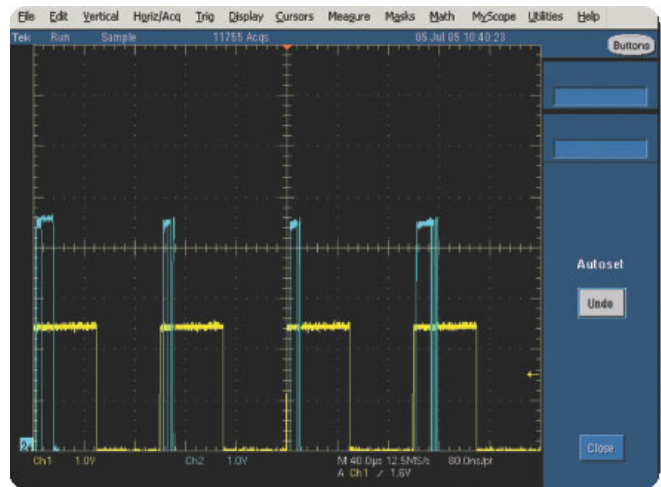
圖 3 為顯示臨界值特性的波形設定螢幕，訊號源則來自 Tektronix AFG3000 系列任意/函數產生器。儀器的大型彩色螢幕，可透過顯示所有相關數值設定，以及波形顯示與其振幅層級來簡化設定程序。脈波頻率週期為 10 kHz，當每個正脈波邊緣越過臨界值 2.5 V 時，比較器將邏輯值切換為「1」，此時負脈波邊緣應在相同的臨界值電壓使輸出的邏輯值切換為「0」。

圖 4a 驗證這個基本功能。此處，示波器的 2 個通道分別監控比較器的輸入與輸出。輸入軌跡為黃色，而輸出軌跡則為藍色。比較器的輸出與其輸入訊號需保持同步。

如要確定介穩態值時，只要減少輸入訊號的振幅，直到比較器輸出開始不穩定地切換，如圖 4b 所示。



► 圖 4a 藍色輸出軌跡確認比較器正如預期同步切換成輸入 (黃色軌跡)。



► 圖 4b 輸入的振幅 (黃色軌跡) 已經縮小，由此可判斷輸出的起始點在切換時不穩定。

工作週期變異

輸入訊號的工作週期通常是比較器在臨界值區域介穩態的影響因素，這種現象可以很容易地使用 AFG 的「工作週期/脈波寬度」功能進行特性分析。使用上述步驟時，一旦確認基本臨界值，需將臨界值設定至該位準，並減小工作週期直到再出現介穩態。問題可能等到工作週期達 99%後才能解決，此時，提高輸入電壓直到輸出穩定為止，然後量測該示波器的電壓，這才是真正的臨界值。

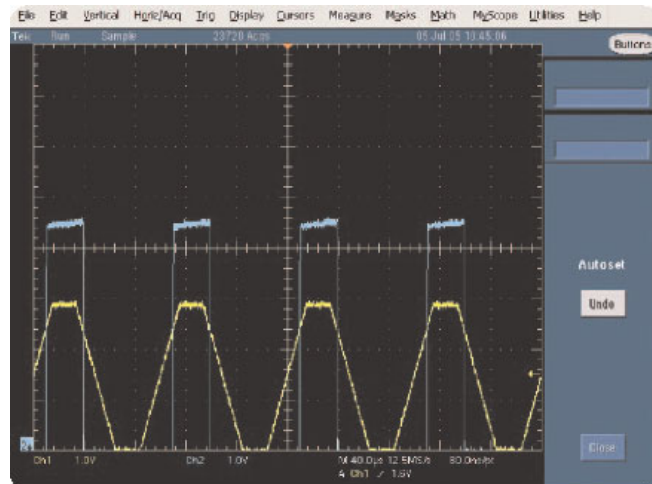
邊緣轉態時間變化

調整輸入訊號的斜率(上升與下降時間)，能提供進一步洞悉比較器的臨界值行為。AFG 的脈波模式容許單獨設定上升與下降時間，可將工作週期調回 50%，並提高邊緣轉態時間至 25 微秒。但請注意比較器在輸出時的脈波寬度，會比圖 5 所示的脈波寬度為窄。

放大器或濾波器寬度效能的特性測試

每個新半導體放大器和濾波器設計必須量測它的帶通 (bandpass) 特性，以確保產品符合設計目的。大部分放大器針對應用的適當頻率範圍 (不論應用是否為次音速或 RF)，提供線性反應。同理，濾波器設計係容許頻率預定頻寬，同時縮小或排斥其他頻寬。

這兩種元件都有線性頻率範圍，相對較為「平坦」，如頻率對應振幅之關係圖所示。這個範圍之任一端，均穩定減少振



► 圖 5 提高輸入轉態時間，將會改變比較器輸出。

幅響應。放大器或濾波器的響應值為 -3 dB，從峰對峰值下降，定義頻寬界線。當決定頻率範圍時，大部分設計者使用「掃描」正弦波訊號，做為激勵訊號源。檢視示波器時，當輸入訊號掃描線通過元件通帶時，放大器或濾波器的輸出訊號包絡會顯示最大的輸出，而在其他頻率時則會減少。

本應用範例中，我們將檢查濾波器，在輸出振幅為峰對峰值之 70.71%時，量測其頻率上限。本程序亦適用於放大器量測，但需要一部 AFG 與一台含探棒的示波器。因為無須監控輸入訊號至待測元件，所以僅需使用一個示波器通道。

透過頻帶掃描

按下 AFG 的掃描模式按鈕，將在螢幕上出現所有必要的波形設定圖示，包含波形本身的結果。圖 6 說明該螢幕，如同以前，可配合使用功能鍵、面板數字鍵與飛梭旋鈕來設定各種參數。

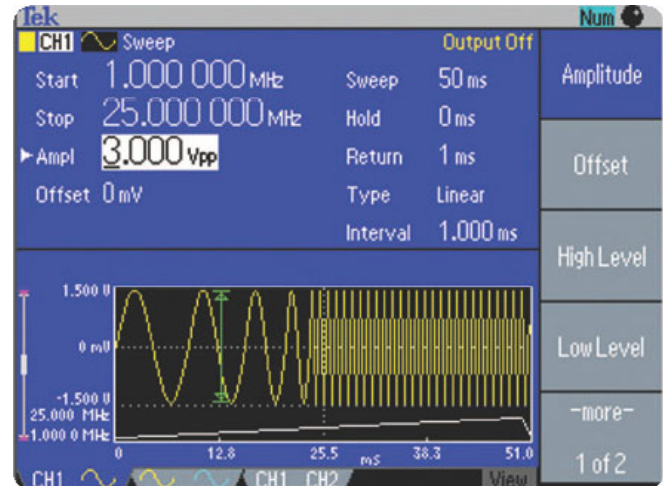
請仔細觀看靠近螢幕底部的波形圖框，它涵蓋了所有與產生訊號有關的全部顯著細節：包括振幅、頻率起訖點、穩定提高頻率之「斜率」，以及總掃描長度（時間）。注意掃描結束返回時間（1 ms），也就是訊號重新設定至其開始的頻率，然後開始重新掃描。

經由待測元件饋入訊號的產出結果如圖 7 所示，可以看到示波器觸發點的正確位置在網格左邊邊緣，其水平範圍設定為顯示全部掃描。當波形顯示時，濾波器過濾掃描範圍內的最低頻率，但是繼續掃描時，其反應迅速上升，接著範圍大的平坦波形，當掃描頻率超過某一臨界值之後，開始衰減，這個衰減響應區域是關注的焦點，因為沿著下降趨勢於某些位置點，它越過 -3 dB 點。

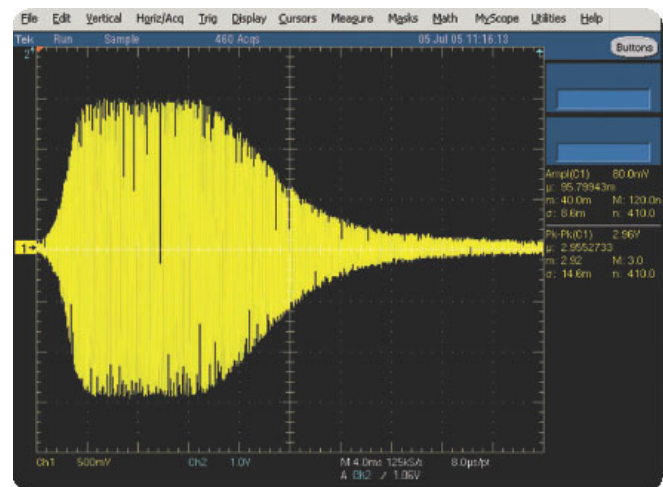
自動導向 -3 dB 點

訊號源搭配示波器的某些自動量測功能，將有助於我們搜尋 -3 dB 點：

首先進行量測，確認最大峰對峰輸入電壓值為正確已知。現代大部分示波器都擁有自動化峰對峰量測模式，能將波形顯示在螢幕畫面上，使用本模式，可調整 AFG 的訊號振幅，直到濾波器輸出量測的振幅，正確達到希望的理想值，此時，峰對峰電壓值為 3.00 v。



► 圖 6 濾波器/放大器特性設定。請注意在波形視窗進行的頻率「掃描」。



► 圖 7 頻率掃描造成待測元件的輸出訊號振幅改變，並且顯示頻率響應特性包絡。

► 應用摘要

- 正弦訊號 -3 dB 點等於 70.71% 或 2.12 v 峰對峰值。
- 提高 AFG 掃描啟動頻率，直到量測振幅為 2.12 v，此時，頻率顯示結果為 -3 dB 點。

這三個步驟能使所有類比放大器或濾波器產生最重要特性之一的結果。使用這些基本參數定義，就能夠進一步觀察到待測元件的頻率響應細節。使用 AFG 的連續模式 (其輸出為單一頻率的波形)，您可以於已知的 -3 dB 點設定基本頻率，然後手動微量增加頻率，同時觀察示波器的效應 (必須加速示波器的時基設定，以便檢視待測元件輸出波形的一個或兩個波形週期)。

本範例中，AFG 的使用者介面與架構優點，扮演著有效完成工作的重要角色。掃描設定程序使得容易定義需要的激勵訊號。顯示螢幕確認瞬間波形特性，而在相同螢幕上的數值參數可產生迅速、精確的振幅、頻率、以及其他項目的結果。此外，捲動旋鈕可以加速搜尋 -3 dB 頻率值。

運算放大器迴轉率效能特性

高速運算放大器是現今最常用的類比元件，例如電視機、機上盒、視訊廣播設備、無線通訊基地台、光纖產品、全球定位系統、雷達系統、衛星接收器、終端銷售點、讀卡機、條碼掃描機，以及其他許多領域。

在特定應用時，選擇正確的運算放大器應該考慮頻寬、雜訊與失真特性、功率損耗、增益放大變異、輸出功率、設定時間，以及迴轉率效能。為了決定這些參數，半導體製造廠商應該徹底量測與分析元件特性。

時序特性對於許多應用是相當重要的，而保全迴轉率在運算放大器時序行為扮演著重要的角色。機上盒與安全視訊應用的運算放大器，需要高速迴轉率搭配超低失真。迴轉率與暫態響應同樣也成為運算放大器的問題，驅動壓電元件 (piezoelectric devices) 以及超精密運動應用，例如商用噴墨印表機、超音波清洗機，以及其他工業與醫療產品元件。

當訊號迅速變動時，設定時間乃與資料擷取電路有關，例如，當多工器切換頻道時。如果運算放大器做為多工器與類比/數位轉換器之間的緩衝時，則運算放大器在類比/數位轉換器能夠訊號取樣之前，必須迅速設定運算放大器的輸出。

運算放大器的暫態響應或迴轉率效能受到一些因素影響，包括運算放大器本身配置、電路板寄生元件 (parasitics)，以及內部電流限制與節點電容量。迴轉率效能可能也受制於供應電壓，因為較高電壓意味著內部電容量充電更多。

在某些情況下，運算放大器輸入訊號在上升與下降邊緣的暫態響應，有所不同。兩個邊緣的內部電容量充電所需時間不同，這就是所謂的迴轉率效能的不對稱失真，這個特性有時影響運算放大器是否能夠使用於反相或非反相配置。

為了最佳化使用運算放大器的電路，您應該徹底瞭解元件的迴轉率效能，以瞭解物理限制範圍、飽和點、過激，以及設定時間特性，使能最佳化增益、回授電阻器、降低輸入訊號迴轉率，或採取其他量測措施，以達到期望的電路行為。

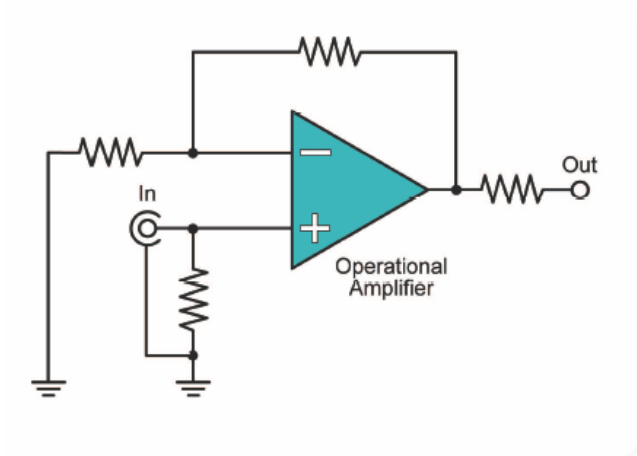
如果要分析運算放大器的迴轉率效能特性，則必須使用示波器，透過脈波訊號，以不同的上升時間、下降時間與振幅，進行量測暫態響應輸出。使用的訊號源必須對於這些參數提供完全與獨立的控制。Tektronix AFG3000 系列能提供彈性、大量頻寬與精密的訊號源，以確保得到正確的結果。

運算放大器的激勵與特性

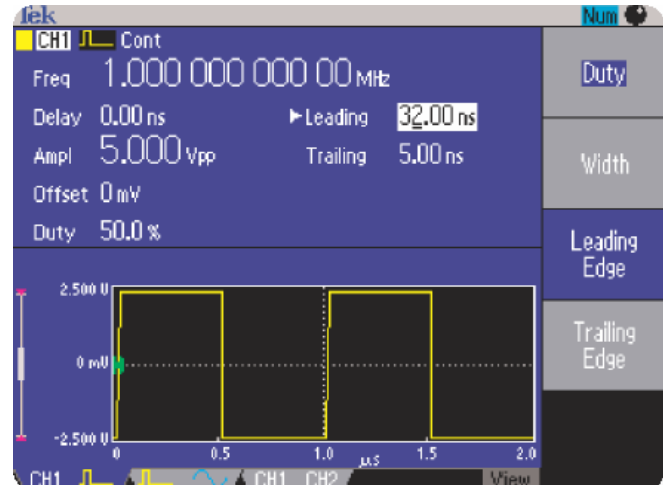
下列步驟說明量測運算放大器迴轉率特性。圖 8 顯示評估運算放大器的簡圖，此為適用於視訊掃描線驅動器應用的 220 MHz 高速運算放大器。

脈波訊號驅動運算放大器

AFG 驅動運算放大器的非反相輸入脈波 (以「+」字元符號簡略表示)。您可以一個示波器連結至運算放大器輸出來量測暫態反應，當選擇 AFG 脈波功能時，其畫面顯示訊號頻率、振幅、脈波工作週期，以及上升與下降邊緣時間 (如圖 9 所示)。在畫面上的脈波波形圖示說明可確認您所選的設定是否正確。

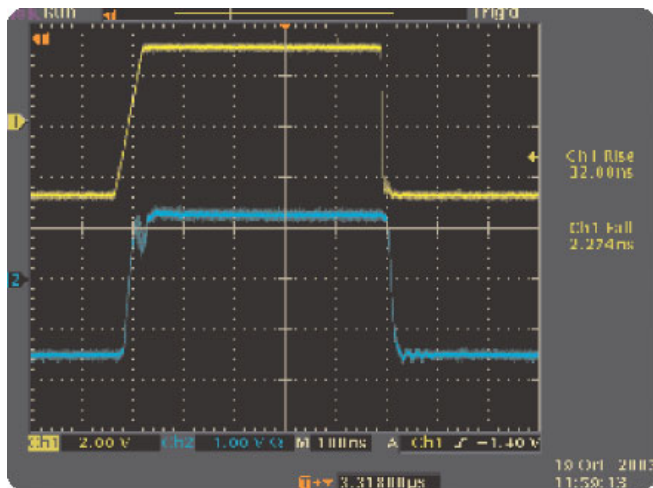


► 圖 8 運算放大器迴轉率特性夾具。



► 圖 9 任意功能產生器的迴轉率量測設定。

► 應用摘要



► 圖 10 當輸入訊號 (黃色) 上升時間增加，運算放大器輸出的上升邊緣開始振盪。

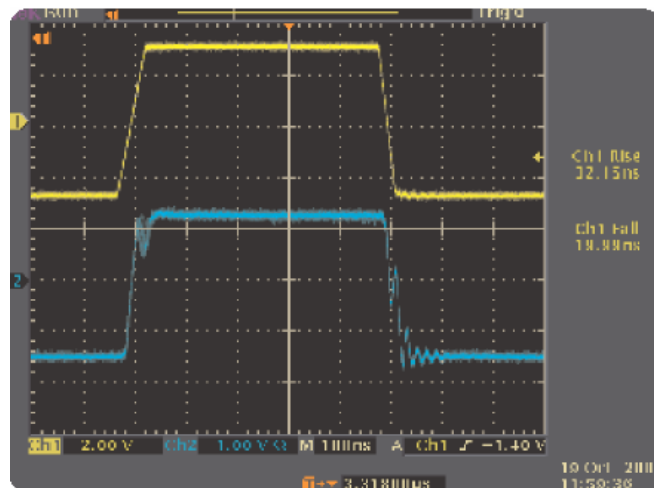
為了分析運算放大器的迴轉效能特性，需設定不同的上升與下降邊緣時間，並同時觀察示波器螢幕上的運算放大器輸出訊號 (圖 10)。AFG3000 可以獨立操控上升與下降邊緣，如圖 10 所示，運算放大器的輸入訊號以黃色表示，而輸出軌跡則為藍色。

我們可以 2.5 ns 固定的下降邊緣時間啟動，當上升邊緣轉態時間逐漸增加，而上升時間達到 32 ns 時，運算放大器的輸出開始振盪。

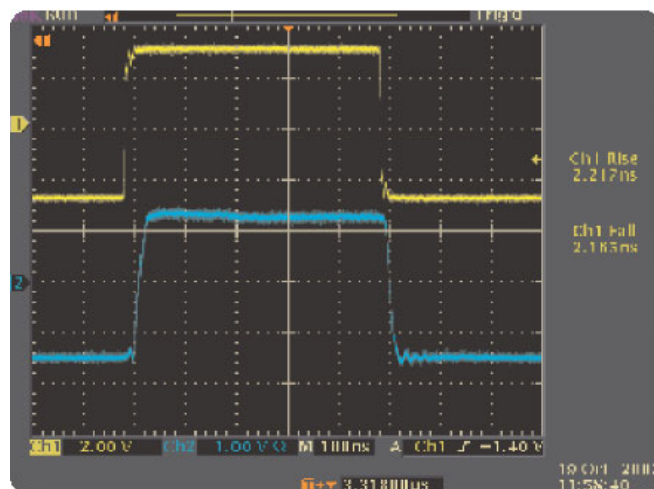
當上升邊緣時間維持在 32 ns，然後緩慢增加下降邊緣時間 (如圖 11 所示)，在下降邊緣轉態時間達到約 20 ns 時，運算放大器的輸出開始振盪。

顯然地，運算放大器具有不對稱失真的特性。如果您只假設兩個邊緣具有相同反應，則有可能因不同的上升與下降響應，誤判為合格而出貨，出貨後卻可能在終端使用的應用中出現問題。

現在同時減少上升與下降時間，但是保持觀察波形，此時，隨著轉態時間漸漸縮短，輸出訊號則逐漸「清楚」 (如圖 12 所示)，而在上升與下降邊緣時間都設定為 2.5 ns 時，暫態反應最清楚，這是 AFG3000 能夠產生的最短上升時間。



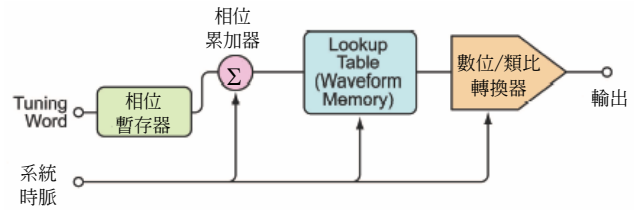
► 圖 11 持續增加的下落時間。運算放大器輸出的下降邊緣開始在某些點時振盪。



► 圖 12 在上升與下降邊緣時間都設定為 2.5 ns 時，輸出轉態時間最穩定、清楚。

本特性量測獲得結論為運算放大器的輸入訊號，其上升時間必須低於 32 ns，而下降時間必須低於 20 ns。如果設計系統輸入至運算放大器的值超過這些數字時，則必須選擇不同的元件。這兒有一種運算放大器能夠完全配合您的訊號測試環境需求。

本範例說明在處理上升與下降邊緣訊號時，瞭解運算放大器不同的迴轉率行為是很重要的，反過來說，這也顯示了訊號源能夠獨立改變其邊緣時間的重要事實。



► 圖 SB 直接數位合成訊號產生簡圖。

仔細觀察直接數位合成

直接數位合成為最新世代的技術，以成本經濟方式產生高性能的訊號源。直接數位合成為真正數位技術，是設計用來產生類比波形。它非常「靈敏」，可從某一輸出頻率迅速轉換至另一頻率，而且可提供優越的頻率解析度，相較於傳統任意波形產生器其成本較低。

直接數位合成元件架構簡單，它是由一個相位累加器、一套查詢表格（記憶體），以及一個數位/類比轉換器（DAC）加上一些輔助功能組成。圖 SB 是典型直接數位合成的簡易方塊圖架構。

直接數位合成輸出訊號係由進入系統時脈（固定頻率）、位元值儲存於外部頻率暫存器，以及波形記憶體內容組成。

頻率暫存器提供一個位元值，也就是大部分業界參照使用的「微調字元」。微調字元透過本機緩衝區（也就是相位暫存器）存入相位累加器。如果想要產生訊號，在每個時脈週期，頻率暫存器會將固定相位增加的數值加到相位累加器。顧名思義，這個元件繼續累積輸入值，使用目前數值做為查詢表格的指標。

查詢表格性質是本儀器整體能力的關鍵。簡易函數產生器會以固定方式選擇波形種類。任意波形/函數產生器（AFG）提

供使用者可編程的記憶空間，此外，也提供儲存與重建客製化的波形。

一旦從查詢表格讀取適當的取樣後，數位/類比轉換器會將位元值轉換為類比電壓。

雖然具有真正任意能力的任意波形產生器與以直接數位合成為基礎的任意函數產生器都依靠取樣記憶體，但它們在決定其輸出頻率時則截然不同。任意波形產生器經常透過記憶體線性讀取，僅加速時脈產生較高的輸出頻率。

反之，任意函數產生器則維持使用固定系統的時脈頻率，其 360 度波形週期能跨越波形記憶體的全部容量（有些儀器最多有 131,072 個取樣位置）。如果相位增量較大時，則任意函數產生器迅速向前越過 360 度週期，每次讀取第 n 個取樣點，同時傳輸高頻訊號。如果相位增量較小時，則相位累加器將採取更多的步驟，甚至重複個別取樣完成 360 度，產生低頻輸出波形。

直接數位合成架構提供許多重要的效能利益，它結合了精確數位控制頻率與相位微調能力，以及卓越的頻率靈活度及相位一致性。持續微調的解決方案可確保於廣泛頻率範圍產生可預測輸出訊號特性。利用這些優點，直接數位合成訊號產生工具正在邁向混合量測應用，包含半導體特性。

結論

訊號源是現在半導體特性製程的核心工具。為了反應新興的 IC 設計特性，首先必須有激勵訊號源。訊號源使用訊號驅動待測元件，這有助於定義效能的邊界。

全新系列的直接數位合成訊號源比以前所有訊號源具備更高效能、更高生產力 (容易使用)，且更符合經濟效益。有些功能 (例如獨立調整上升與下降時間) 能在製程早期即提供工程師偵測出一些設計上的瑕疵，以便改版時可以節省成本。振幅與頻率的正確性不但可確保重複得到這些結果。新一代的訊號源，更可將測試的輸出訊號設定儲存在 USB 隨身碟中，所有的特性化測試步驟皆可透過儲存/呼叫步驟來使特性化測試的產能迅速提昇。

本文件內所引用的應用範例說明只是這些功能的一小部份。現在直接數位合成訊號源除可使儀器效能達到無懈可擊外，優異的性能/價格比，更是電路設計者人手一機的最佳選擇。

請聯絡 Tektronix：

東南亞國協/大洋洲/巴基斯坦 (65) 6356 3900
奧地利 +41 52 675 3777
巴爾幹半島、以色列、南非及其他 ISE 國家 +41 52 675 3777
比利時 07 81 60166
巴西與南美洲 55 (11) 3741-8360
加拿大 1 (800) 661-5625
中東歐、烏克蘭及波羅的海諸國 +41 52 675 3777
中歐與希臘 +41 52 675 3777
丹麥 +45 80 88 1401
芬蘭 +41 52 675 3777
法國與北非 +33 (0) 1 69 86 81 81
德國 +49 (221) 94 77 400
香港 (852) 2585-6688
印度 (91) 80-22275577
義大利 +39 (02) 25086 1
日本 81 (3) 6714-3010
盧森堡 +44 (0) 1344 392400
墨西哥、中美洲與加勒比海諸國 52 (55) 56666-333
中東、亞洲及北非 +41 52 675 3777
荷蘭 090 02 021797
挪威 800 16098
中華人民共和國 86 (10) 6235 1230
波蘭 +41 52 675 3777
葡萄牙 80 08 12370
大韓民國 82 (2) 528-5299
俄羅斯與獨立國協 7 095 775 1064
南非 +27 11 254 8360
西班牙 (+34) 901 988 054
瑞典 020 08 80371
瑞士 +41 52 675 3777
台灣 886 (2) 2722-9622
英國與愛爾蘭共和國 +44 (0) 1344 392400
美國 1 (800) 426-2200
其他地區請以下列電話連絡 Tektronix 公司：1 (503) 627-7111
2005 年 6 月 15 日修訂

您可造訪我們 www.tektronix.com 網站以獲得最新的產品資訊



Copyright © 2005 Tektronix, Inc 版權所有。Tektronix 產品受美國和外國專利權的保護、聲明與審查。本出版品中的資訊可取代之前任何出版品中的資訊。本公司保留變更規格與價格的權利。TEKTRONIX 和 TEK 為 Tektronix, Inc 的註冊商標。其他商標名稱則是該相關公司的使用標記、商標或註冊商標。

11/05 FLGWOW

76W-18660-0

Tektronix
Enabling Innovation