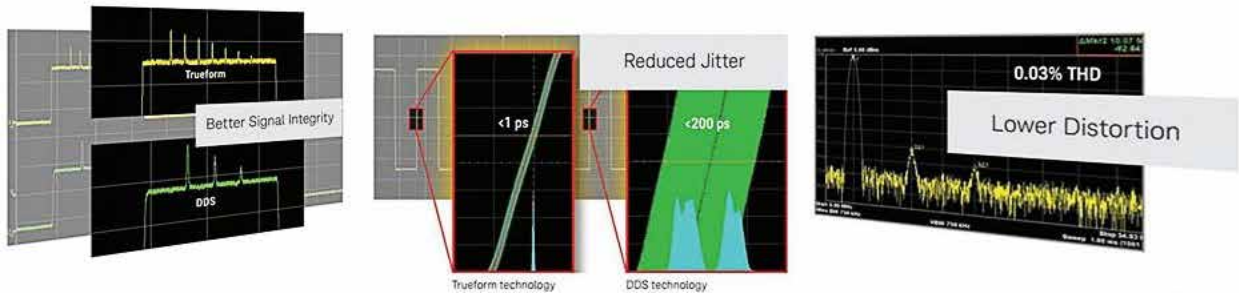


Keysight Technologies

直接數位合成 (DDS) 產生器與 Trueform 波形產生器大對決

技術總覽



簡介

大多數函數產生器均使用直接數位合成 (DDS) 技術。不幸的是，DDS 有很多問題，導致實驗室量測會出現非預期，而且多半無法解釋的問題。Trueform 技術具有低抖動，而且可真實重現波形，可消除這類問題。您不會再得到模稜兩可的結果！請閱讀本文，以進一步了解 DDS 和 Trueform 波形產生器之間的差異，以及這些差異對於測試會造成什麼樣的影響。

從概念上來說，想要產生波形，最簡單的方式是在記憶體中儲存各個波形點，然後逐一讀取這些點，並將它們記錄到 DAC。完成最後一點的讀取後，產生器會再次跳回第一點，並開始下一個週期。這就是所謂的「每個時脈一個點」(PPC) 的波形產生方法。

儘管此方法看起來是最直覺的波形產生方式，但它有兩個主要缺點。首先，要變更波形頻率或取樣率，必須變更時脈頻率，然而良好的低雜訊、可變頻時脈，會使得儀器的成本和複雜度升高。其次，大多數應用並不需要 DAC 的步進輸出功能，而需使用複雜的類比濾波技術來提供平順的步進輸出。考量到其複雜性和成本，此技術主要用於高階波形產生器。

DDS 使用固定頻率時脈和簡化的濾波機制，因此比 PPC 方法更經濟有效。DDS 的相位累加器在每一次時脈週期中逐步增加輸出，其輸出代表波形的相位。輸出頻率與所增加的量成正比，因此即使時脈頻率是固定的，也可輕鬆變更頻率。透過某些查詢表，累加器輸出將從相位資料轉換為振幅資料。

相位累加器設計使得 DDS 可以使用固定時脈，而且能夠以比時脈更快的取樣率執行波形。使用 DDS 時，波形記憶體的每一個點，並不會全都顯示在輸出結果波形中。相反的，DDS 輸出所提供的波形近似值，代表波形中某些小特性被部分或完全跳過。在最佳情況下，這類近似值可能導致抖動增加；而在最差情況下，則可能導致嚴重的失真。

是德科技的 Trueform 技術讓新一代波形產生技術突飛猛進，並且在兩個方面展現最佳效能。它可提供類似 PPC 技術的可預測低雜訊波形，而且無跳過的波形點。同時，它還提供媲美 DDS 技術的實惠價格。Trueform 產生器使用專利式虛擬可變時脈和先進的濾波技術，可有效追蹤波形的取樣率。後面段落將介紹 Trueform 更勝於 DDS 波形產生技術的優勢。

提高信號完整性

Trueform 勝過 DDS 的主要優點之一是，更出色的信號完整性。將其頻譜和時域與抖動量測進行比較，您可看出它在頻域方面的優勢。圖 1 顯示透過 Trueform 技術產生的 10-MHz 正弦波之頻域檢視圖。圖 2 顯示利用 DDS 技術產生的 10-MHz 正弦波之頻域檢視圖。

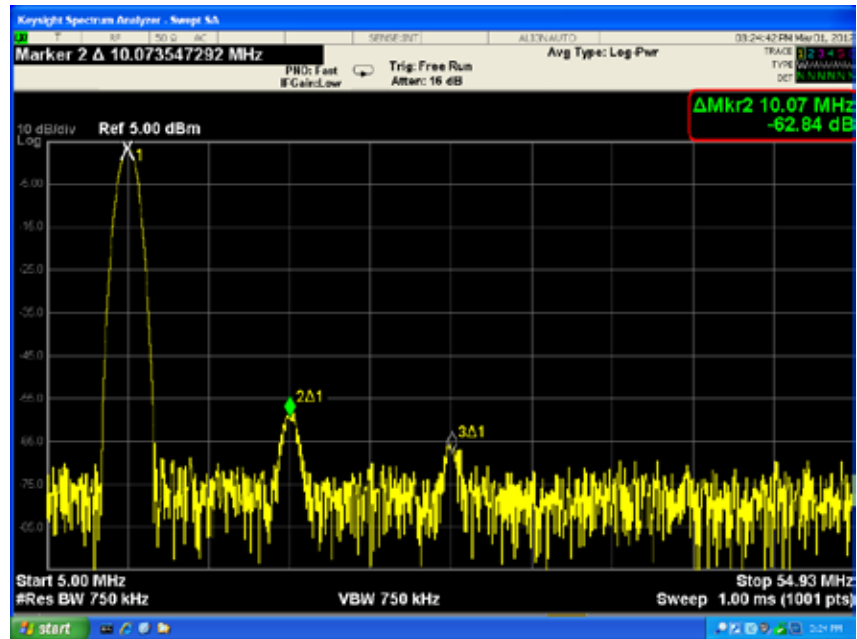


圖 1：Trueform 技術的譜波

理想的正弦波為無任何諧波的基本頻率。然而，在真實世界中，波形一定會存在某些諧波。諧波越少，代表波形越完美。您可從圖 1 和 2 紅圈看出基本頻率有多少 dB 的二次諧波。Trueform 的二次諧波 > 5 dB，比 DDS 的二次諧波低很多。圖 2 的藍圈顯示 DDS 技術從雜訊底線延伸出的四次和五次諧波。同時產生的還有兩個諧波之間的非諧波突波。如圖 1 所示，使用 Trueform 技術時，您可忽略不計這些諧波和突波。

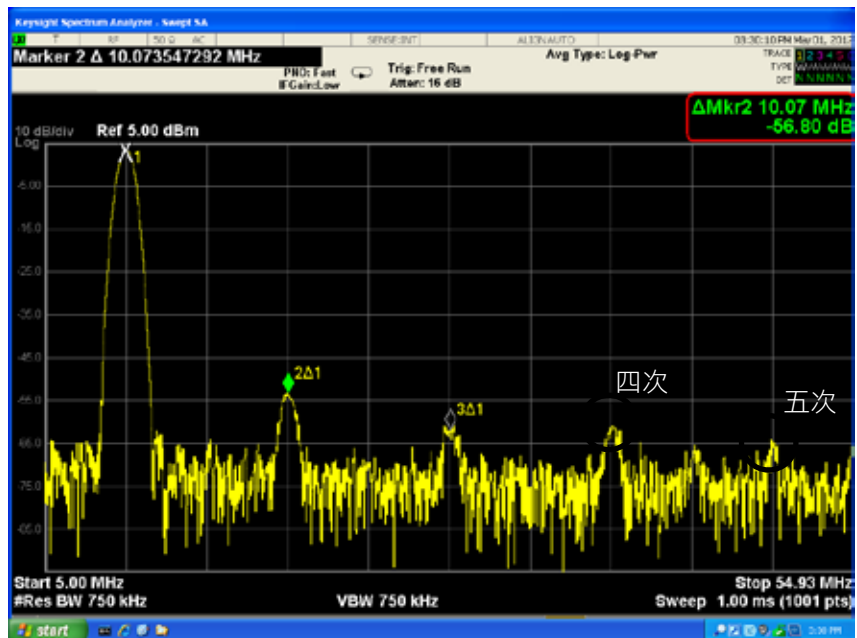


圖 2：DDS 技術的譜波

從抖動量測的角度比較兩種技術時，Trueform 的優點變得更明顯。圖 3 和 4 顯示透過高性能示波器，在 10-MHz 脈衝信號上完成的抖動量測。開啟示波器的持續時間設定後，您可放大檢視脈衝信號的上升信號緣。示波器的直方圖功能可用來量測信號的週期抖動。這兩次量測的示波器振幅和時間刻度設定是一樣的。圖 3 和圖 4 以紅圈圈出標準偏差量測，結果即為信號的 RMS 抖動。圖 3 顯示 Trueform 脈衝信號抖動量測，圖 4 則顯示 DDS 脈衝信號抖動量測。與 DDS 脈衝波形相比，Trueform 脈衝波形的抖動整整少 10 倍以上。

Trueform 的信號完整性比 DDS 更出色，代表其測試不確定性更少。在處理基於信號緣的時序應用時，例如產生時脈信號、觸發信號或通訊信號時，此特性尤為重要。

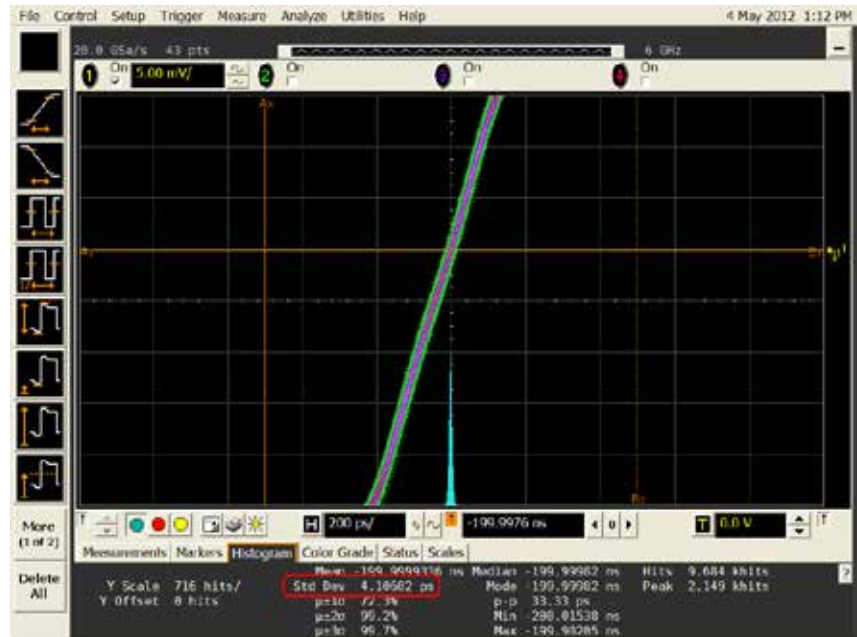


圖 3：Trueform 信號上的抖動量測結果

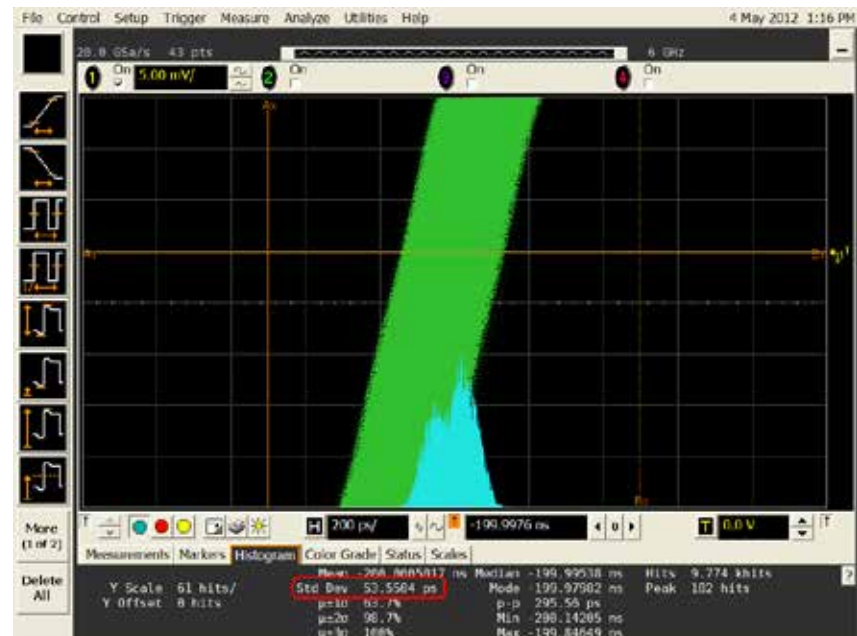


圖 4：DDS 信號上的抖動量測結果

您產生的波形就是您獲得的波形

如所述，DDS 使用固定時脈和相位累加器，因此無法保證可播放波形的每個點或特性。頻率越高，則輸出波形與理想波形就相差越大。相較之下，Trueform 可播放每個波形點，無論您設定了多少的頻率或取樣率。在處理波形的小細節時（對測試而言，這些細節非常重要），這是不可或缺的特性。例如，我們產生了一個任意波形，其中包含一個脈衝，上方有七個下降振幅突波。之後，我們將該波形載入 Trueform 波形產生器和 DDS 函數產生器，並以 50 kHz、100 kHz 和 200 kHz 這三種不同頻率來播放波形。圖 5、6 和 7 顯示，示波器擷取到的結果。黃色軌跡是 Trueform 波形，而綠色軌跡是 DDS 波形。

在圖 5 的 50 kHz 處，這兩種產生器都可重現脈衝頂部有 7 個突波的波形。您可看到 Trueform 的突波達到更高的振幅。

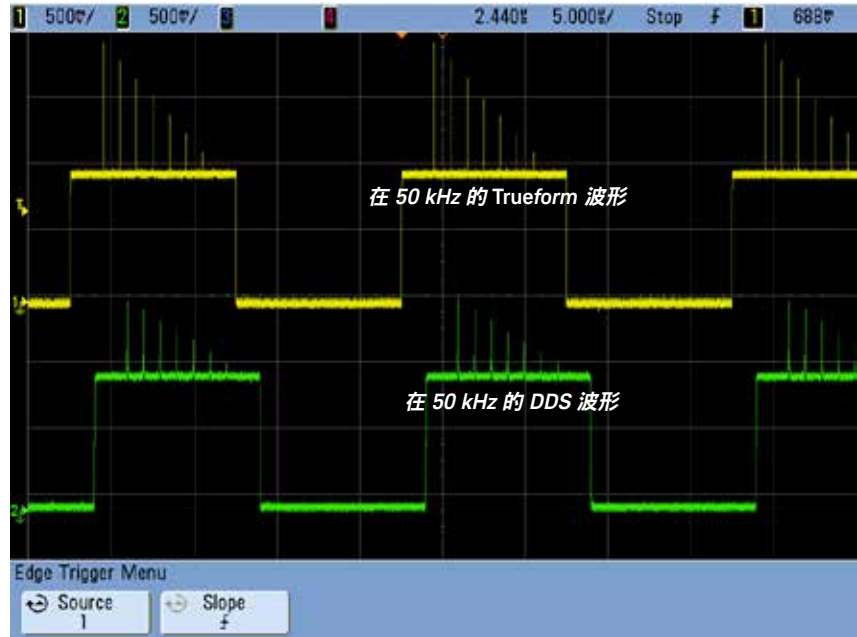


圖 5：在 50 kHz 上的任意波形比較結果

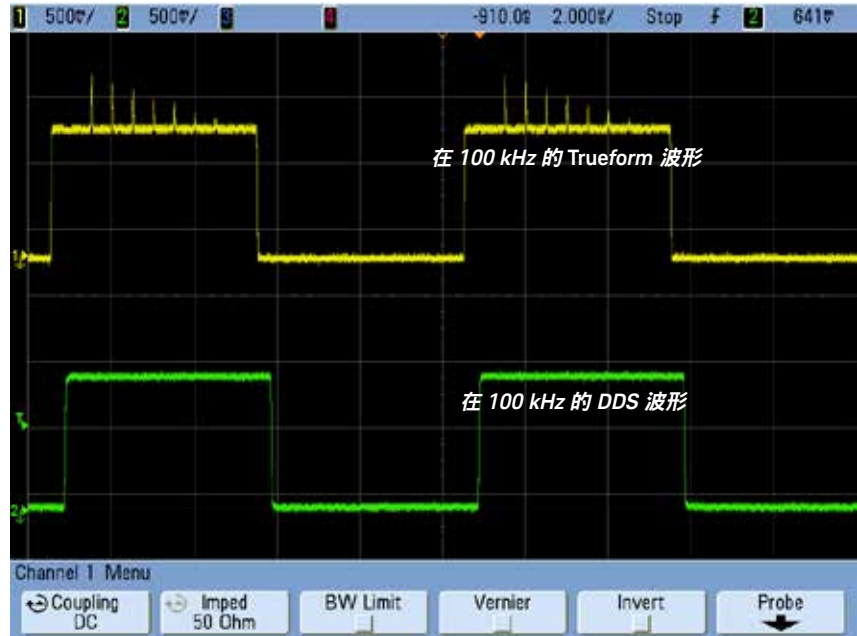


圖 6：在 100 kHz 上的任意波形比較結果

在圖 6 的 100 kHz 處，Trueform 波形產生器可播放所有 7 個突波，而 DDS 則不會播放其中任何一個突波。

在圖 7 的 200 kHz 處，Trueform 波形產生器再一次播放了波形中的所有 7 個突波，而 DDS 在 100 kHz 處未曾播放任何一個突波，在 200 kHz 處則播放了 3 個突波。請注意，DDS 在 200 kHz 處所播放的 3 個突波，跟實際波形點中 7 個突波的正确時間位置並不相同。此範例說明了透過 DDS 技術產生的波形，可能會掩蓋對設計完整性至關重要的細節。

結語

DDS 是過去幾十年來函數產生器普遍採用的技術，是進階 PPC 技術的低成本替代方案。然而，在上述範例中您可看到，DDS 在信號完整性方面有不少缺點，包括抖動、諧波雜訊、遺漏波形點等。這些缺點在在說明，採用 DDS 技術的函數產生器，無法一致地重現經過編程的波形。

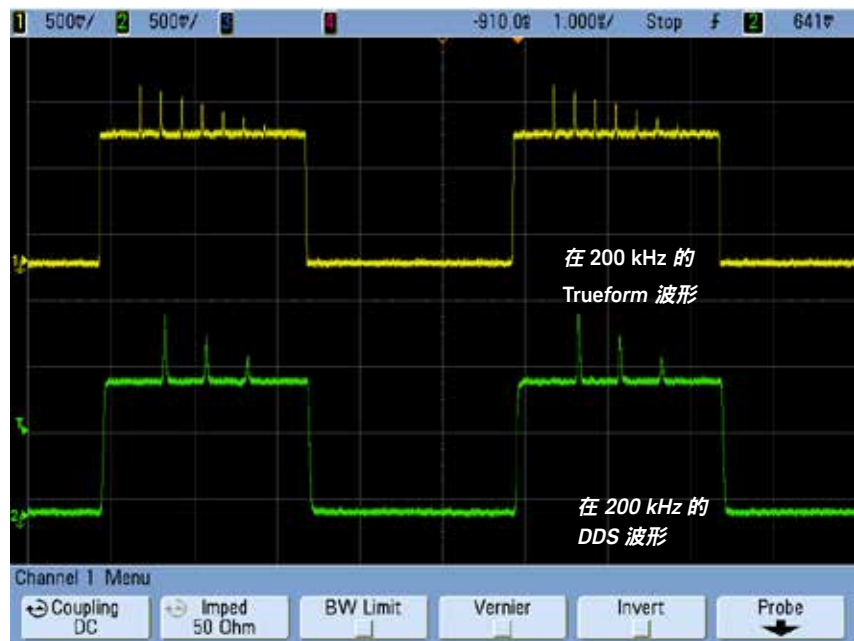


圖 7：200 kHz 上的任意波形比較結果

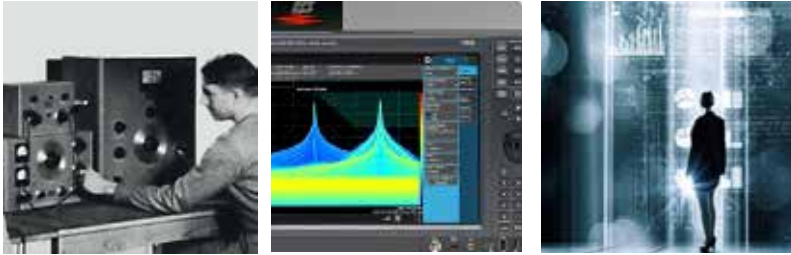
是德科技的 Trueform 專利技術提供結合 DDS 和 PPC 技術優點的替換方案，並透過獨家的數位取樣技術實現無可匹敵的效能。下表列出 Trueform 技術與 DDS 技術的逐項比較。

	DDS： 傳統 25 MHz 波形產生器	Trueform：Keysight 20 MHz 和 30 MHz 波形產生器	DDS： 傳統 100 MHz 波形產生器	Trueform： Keysight 80 MHz 和 120 MHz 波形產生器	增進特性
信號緣抖動	< 500 ps	< 40 ps	< 200 ps	< 1 ps	提升 12x 至 200x 倍
自訂波形複製	遺漏波形點	涵蓋 100% 的波形點	遺漏波形點	涵蓋 100% 的波形點	準確複製波形
總諧波失真	0.2%	0.04%	0.2%	0.03%	提高了 5x 倍
抗混疊濾波	必須從外部提供	不間斷的抗混疊	必須從外部提供	不間斷的抗混疊	無抗混疊偽像
將任意波形 排序	無法實現	標配	無法實現	標配	輕鬆產生複雜 波形序列

演進

是德科技獨一無二的硬體、軟體，支援及專家組合，可協助您拓展全新的局面。

讓我們是帶動前瞻技術不斷演進的推手。



薪火相傳 - 惠普將火炬傳給安捷倫，再由安捷倫交棒給是德科技

myKeysight

myKeysight

www.keysight.com/find/mykeysight

透過個人化頁面查看與您息息相關的資訊。

KEYSIGHT SERVICES

Accelerate Technology Adoption.
Lower costs.

是德科技服務

www.keysight.com/find/service

是德科技擁有領先業界且陣容堅強的專業人員、量測程序和測試工具，可提供一應俱全的設計、測試和量測服務。如此一來，我們協助您部署新技術，並改善量測程序，以便降低成本。



三年保固

是德科技的卓越產品與長達 3 年保固服務的完美結合，助您一臂之力達成業務目標：增強操作便利性，降低持有成本，增強量測信心。



是德科技保固保證方案

www.keysight.com/find/AssurancePlans

是德科技提供長達十年保固，以避免任何意外的維修費用，確保儀器能夠在規格範圍內運作，讓您能永遠信賴儀器提供的量測準確度。

是德科技銷售夥伴

www.keysight.com/find/channelpartners

兩全其美：是德科技專業的量測技術與齊備的產品，搭配是德科技銷售夥伴的服務與彈性價格。

有關是德科技電子量測產品、應用及服務的詳細資訊，可查詢我們的網站或來電洽詢

聯絡窗口查詢：

www.keysight.com.tw/find/contactus

台灣是德科技網站：

www.keysight.com.tw

台灣是德科技股份有限公司

免費客服專線：0800-047-866

104 台北市復興南路一段 2 號 7 樓

電話：(02) 8772-5888

324 桃園市平鎮區高雙路 20 號

電話：(03) 492-9666

802 高雄市四維三路 6 號 25 樓之 1

電話：(07) 535-5035



www.keysight.com/go/quality

是德科技 -

DEKRA Certified ISO 9001:2015

品質管理系統。

本文件中的產品規格及說明如有修改，恕不另行通知。

© Keysight Technologies, 2006-2014, 2018

Published in USA, April 16, 2018

中文版：5991-0852ZHA

www.keysight.com.tw