

利用示波器的 FFT 和觸發功能找出電源雜訊可能的來源

作者：Kenny Johnson/
Keysight Technologies

簡介：

由於半導體製程持續滿足摩爾定律，以及平價微控制器大量的出現，讓我們都能享受功能與效能不斷提升的各種電子產品。相較於以往的產品，這些功能強大的新一代產品在運作上需要品質更好的直流電源。這些產品的設計者會面臨許多艱難的工作，其中一項就是要為其產品中的元件和電路提供「乾淨的」電源。

研究直流電源從 DC/DC 轉換器的輸出一直到電路元件閘極的傳輸效能，就稱為電源完整性。即時示波器常用來量測漣波、雜訊、暫態負載響應以及其他許多電源完整性參數。本文將會說明：為何使用示波器的 FFT 和觸發功能，可以讓您深入洞察電源雜訊潛在的來源。

問題：

「乾淨」電源的重要性不斷在提升，並且與新一代產品設計的密度和速度成正比。直流電源的偏差可能是造成數位系統時脈與資料抖動的最大元兇，這就是所謂的電源引發抖動(PSIJ)。電源壓

降對數位元件來說，可能會透過該元件中的閘極降低傳播延遲，造成時序餘裕縮減，甚至發生位元錯誤。當數位元件的切換速度與電壓轉換率增加時，電源供應器的切換雜訊也會因而升高。其造成的雜訊會發生在切換電流的頻率上，而且可以輕易超過 1GHz。而提升能源效率或降低功耗則是設計者要面對的另一項任務。為了降低功率密度，並將功耗維持在可接受的大小，設計者降低了直流工作電壓並 / 或縮減直流電源的容差範圍。接下來他們所面臨的挑戰，就是要量測直流電源上面越來越小，而且越來越快的交流信號。

直流電源雜訊：

在理想的情況下，直流電源上面應該不會有任何雜訊。那麼雜訊是怎麼出現的？

電源上面會有單純的高斯雜訊，那是不可避免的熱雜訊(電子熱攪動所產生的電子雜訊)所造成的。但通常這並不是雜訊最大的來源。

在直流電源上，雜訊的主要

來源是電源本身的切換雜訊，以及電路元件的切換電流所引起的雜訊(此電路會引發暫態電流)。切換事件產生的雜訊可能會隨機出現；不過這類雜訊往往會與系統時脈密切相關。

您可以將直流電源上面的雜訊視為多種「信號」(例如電源切換雜訊和切換電流雜訊)的組合，然後疊加在直流電源上面，這樣就會讓量測和分析工作變得比較簡單。

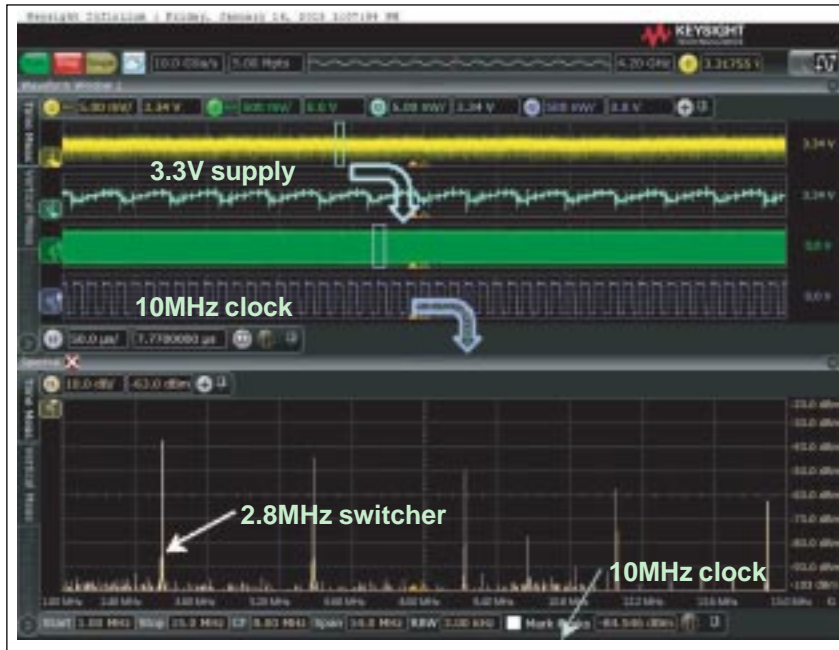
由於直流電源雜訊的頻寬相當寬，因此大部分的人在量測此種雜訊時，通常比較喜歡使用示波器，因為它具有寬廣的頻寬且簡單易用，同時也是隨手可得的儀器。

利用頻域進行分析：

利用示波器 FFT 功能在頻域中檢視信號有助於查明電源的雜訊來源。

在這個範例中，我們有一個切換式 DC/DC 轉換器可將 5V 電壓轉換成 3.3V，這正是我們要關注的電壓。切換電路工作在 2.8MHz。目標物上面有其他電路透過 5V 供

圖 1：3.3V 電源(最上面兩條軌跡)和 10MHz 時脈(下兩條軌跡)的時域圖，以及 3.3V 電源的頻域圖。



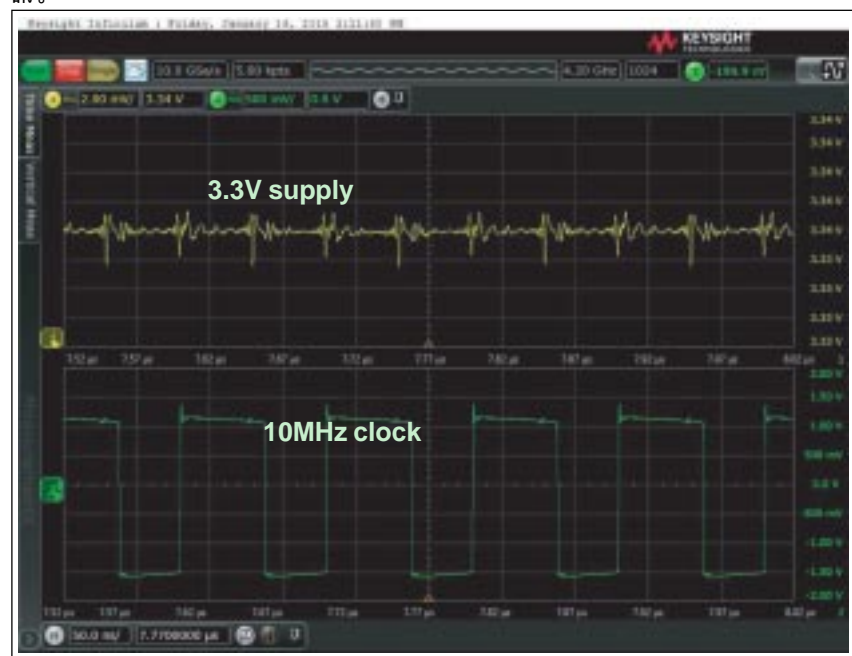
電，並以 10MHz 時脈運作。

我們使用Keysight N7020A 電源探棒和 S 系列示波器來量測 3.3V 電源，我們同時還量測了 10MHz 時脈(使用標準的被動式探棒)。圖 1 顯示 3.3V 電源和時脈在時域中的量測結果，同時還透過示波器的 FFT 功能顯示出 3.3V 電源的頻域圖。從 3.3V 電源的時域圖我們可以看到一個週期約為 360ns 的信號，此為 2.8MHz 切換電路的殘留信號。在比較 3.3V 電源的時域圖和 10MHz 時脈的時域圖之後，我們並無法明確判定數位電路是否造成了 3.3V 電源上面的雜訊。

再次觀察圖 1 並檢視頻域的部分，我們可以清楚看到與 2.8MHz 切換電路(及其諧波)相關的峰值，還有代表時脈相關雜訊的

10MHz 峰值。我們不僅在時域中檢視雜訊，也檢視了頻域的結果，這種方式讓我們能夠進一步

圖 2：針對 10MHz 時脈進行觸發並啟用平均模式時，可消除所有的隨機雜訊以及跟時脈不相關的信號。最後顯示出的結果就是 3.3V 電源上面與 10MHz 時脈有關的雜訊。



示波器 FFT 的相關考量

示波器的每次觸發會擷取一段有限的時間，這取決於記憶體大小和取樣率。當輸入信號的頻率低於示波器時間擷取區間的倒數時，FFT 就無法「看到」該頻率。FFT 可以分析的最低頻率是 $1/[1/(\text{取樣率}) \times (\text{記憶體深度})]$ 。若要用 FFT 查看可疑來源時，必須設定好記憶體深度以擷取足夠的取樣數。舉例來說，如果您的交換式電源運作在 33 kHz，就必須擷取 $1/(33 \text{ kHz})$ 或 30 ms 的信號活動，才能在 FFT 看到該信號。對於 20GSa/s 的取樣率來說就需要 600,000 點的記憶體。FFT 通常只能對螢幕上出現的資料進行運算。

洞察雜訊的來源。

利用觸發功能來檢視和量測電源雜訊中的信號成份：

透過示波器的 FFT 功能，我們就可以斷定 3.3V 電源上的部分雜訊，跟目標物上面的 10MHz 時脈及數位電路有關。有了這些資訊之後，設計者可能會採取的下一步，就是進一步瞭解有多少雜訊是 10MHz 時脈造成的。接著他們才能在重新設計時針對參數作出明智的決定，以便將此種雜訊降到最低。

觸發可以幫忙顯示和量測電

源雜訊的一些成份，這些成份是從系統中的其他元件(兩者會相位同調)耦合到電源中的。為了說明這一點，我們要同時量測 3.3V 電源和 10MHz 時脈。接著我們要設定好示波器，以針對 10MHz 時脈的上升信號緣進行觸發。最後我們要將示波器的擷取模式設為類比平均模式。平均模式會重複進行擷取(這個範例我們採用 1024 次擷取)，進而消除與時脈不相關的所有隨機雜訊以及其他信號成份。最終產生的結果會是電源雜訊中與 10 MHz 時脈有關的那一部分，量測結果如圖 2 所示。究竟是否值得進行重新設計以大幅降

低或消除範例中的雜訊，這是設計者要先衡量這些關於雜訊的新資訊以及他所面臨的其他限制，然後再作出的決定。

結語：

尋找直流電源雜訊可能的來源這項工作，對電源完整性工程師或技術人員來說是一個重要的步驟。一旦找到雜訊來源之後，我們就可以採取一些步驟來降低或消除相關效應。示波器 FFT 功能可用來幫忙篩選和找出可能的雜訊來源。接著我們就可以使用觸發和平均模式，來驗證這些可能的來源是否真的造成了電源雜訊。 CTA

是德科技 UXM 擴充 GSM 與 TD-SCDMA 多格式測試功能

是德科技(Keysight Technologies Inc.)日前宣佈 旗下的 Keysight E7515A UXM無線測試儀新增了GSM、GPRS、EGPRS 和 TD-SCDMA、 HSPA 等多格式測試功能。有了這些增強功能，用戶端裝置(UE)開發工程師可直接使用一台 UXM 測試儀，同時驗證支援多種行動標準的 LTE 裝置。

此外，新的 GSM 和 TD-SCDMA 測試應用軟體讓工程師能透過單一 UXM 和一個收發器硬體，快速切換測試 W-CDMA、 GSM 和 TD-SCDMA 等不同格式。這些新軟體包括功能強大的 GSM 和 TD-SCDMA X 系列量測應用軟體，以提供完整的射頻測試和一致、可重複的結果。利用 X 系列量測應用軟體，工程師可根據 3GPP 標準快速配置測試參數，或是使用所有 X 系列功能來獲得超出規格的性能。

台灣是德科技總經理張志銘表示：「我們很高興能在 UXM 網路模擬平台中加入 GSM 和 TD-SCDMA 技術支援。Keysight 8960 網路模擬平台和 X 系列信號分析儀具備世界一流的軟體，使得我們能為客戶提供簡單、一致的量測經驗，同時還可模擬複雜的行動情境，以便呈現真實世界的無線條件。」

隨著業界對射頻測試功能的需求不斷增加，加入 GSM 和 TD-SCDMA 格式後，是德科技可實現單機式 LTE 至 2G/3G 行動測試，包括 CSFB 和 SRVCC，並可使用基於 Wireshark 的協定記錄與分析軟體，執行時間對齊的多格式協定訊息分析。

更多關於 Keysight UXM 無線測試儀的資訊，請瀏覽：www.keysight.com/find/UXM。

