

利用先進設計系統的 SIPro 和 PIPro 解決方案

重新定義信號和電源完整性分析

■ 作者：Stephen Slater / Keysight Technologies

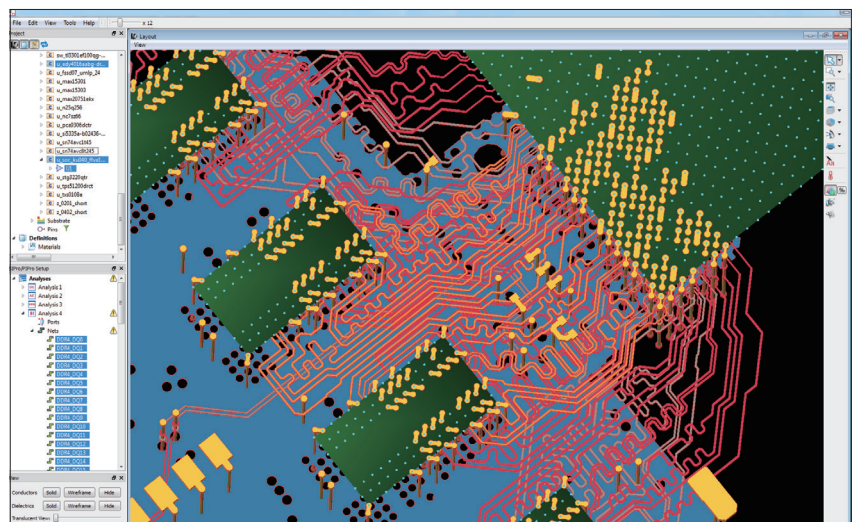
設計工程師常面臨各種艱鉅挑戰，要為高效能的消費性產品、網路基礎設施、以及今日常見的各種裝置，提供 Gb 級的資料速率。精明的消費者期待這些裝置和系統會正常運作。然而實現這樣的要求需有可靠的高速鏈路，這代表工程師必須進行大量信號完整性 (SI) 和電源完整性 (PI) 的模擬與分析，而這兩者常被當作兩種獨立的设计工作。是德科技在近期針對最新版的先進設計系統 (ADS) 電子設計自動化軟體 ADS 2016 推出了兩種創新技術，為兩種工作建立了一套整合式工作流程，可提供更高的準確度和更快速的分析結果，進而重新定義了 SI 和 PI 分析。

可靠度的挑戰

SI 和 PI 對裝置和系統的品質及可靠度有很大的幫助。工程師若無法準確模擬和分析其設計，可能就沒辦法早一點找出問題並解決問題，因而必須承受裝置或系統不能如預期般運作的風險。有時候花很多時間在工作桌面上排除間歇性的問題，並試著找出問題的根源，其實是可以透過模擬輕鬆解決的。串擾和截線共振是常見的問題點。

其中的挑戰在於，儘管 SI 和

圖 1：最新版的先進設計系統 (ADS) 包含 SIPro 和 PIPro，可透過單一環境提供一套整合式的工作流程。



PI 是密切相關的设计工作，也有相同的最終目標 (確保高速鏈路效能和系統層級的可靠度)，不過它們通常會被當作是各自獨立的设计工作，而且常常會利用兩種不同的通用型電磁 (EM) 设计工具來執行；甚是有可能來自不同的模擬軟體供應商。

這種方式的主要缺點，除了每種單一工具的絕對成本之外，還有就是设计工程師必須學習兩種不同的介面。這表示在设计過程中，工程師必須持續在各種工具間來回切換；這樣的過程不但耗費時間，而且很容易出錯。同時因為兩種分析可能會由不同工程師透過不同工具進行，團隊合

作就變得非常困難。

更麻煩的是，由於通用型電磁工具的容量和速度相當有限，因此工程師通常必須花時間以手動方式簡化或縮減其设计規模。實際作法常常是透過緩慢冗長的重複程序，以及刪除 layer 和 net 來達成。

更快更準確的分析

ADS 最新的 SIPro 和 PIPro 解決方案與現今的通用型電磁设计工具不同，其特別的设计可協助 SI 和 PI 工程師藉由印刷電路板 (PCB) 的设计來提升高速鏈路效能。SIPro 專門用來對大型、複雜的高速 PCB 進行高速鏈路的完

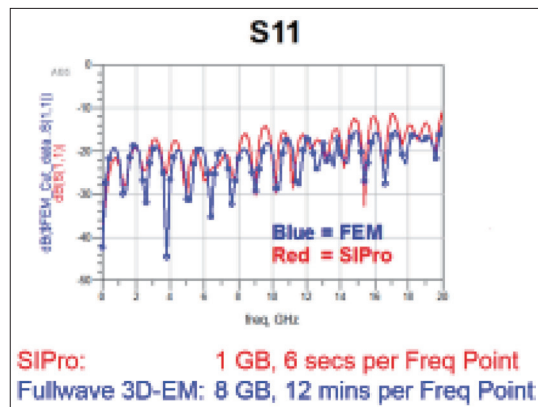
整電磁分析和模型萃取，而 PIPro 則可用來對配電網路 (PDN) 進行完整電磁分析，包括 DC IR drop 分析、AC PDN 阻抗分析以及電源層共振分析。這兩種解決方案皆在 ADS 環境中使用，可提供比通用型電磁工具更快速的分析結果，同時還能維持高準確度。

SIPro 運用綜合的電磁技術來確保其高頻準確度，並提供所需的容量來分析高密度先進 PCB 設計。使用此解決方案時，工程師可以透過模擬同時分析信號網、電源網、以及完整地網的損耗和耦合。還可分析導孔對導孔耦合和導孔移轉效應，並精準模擬接地回返路徑、斷路和接地層 / 電源層的鑽孔。萃取出來的電磁準確模型可以執行 ADS 暫態模擬和 ADS 通道模擬，進行完整的通道分析，整個流程相當流暢。

由於 SIPro 是以 net 導向的使用模式為基礎，專為 SI 和 PI 設計而成，因此相較於通用型電磁工具時，在設定上會快很多，使用上也更有效率。同時因為它充分利用了多種電磁技術，所以可提供接近產業標準 3D 電磁求解器的準確度，而且完成全波 3D 電磁模擬所需的時間可以大幅縮減 (圖 2)。事實上若相較於有限元素法 (FEM) 模擬 (業界的黃金標準法) 時，它可以呈現出很好的一致性，同時花費的時間和記憶體皆可大幅縮減，即便在高頻領域亦是如此。

如同 SIPro 一樣，PIPro 也是一種電磁式解決方案。它可以透過

圖 2：SIPro 可提供接近 3D 電磁求解器的準確度，但花費的時間可大幅縮減。



三種專用模擬引擎，提供準確而有效率 net 導向分析。DC IR drop 模擬器可針對 PDN 中的每個導孔、腳位、電流汲入和電壓調節模組，列出直流電壓與電流表。透過這些資訊，工程師就可以針對汲入電流的 IC 腳位估算其直流電壓。3D 視覺化功能可顯示電路設計中，電源和地網上的電壓、電流密度和功率消耗，讓工程師輕鬆找出 PCB 上面的問題點 (圖 3)。

AC PDN 阻抗模擬器可以利用適當的解耦電容 (decaps) 計算出 PDN 的頻率相依性。在調整解耦電容值之後，可以快速對 PDN

阻抗進行重新分析，不需要額外進行電磁模擬。產生的 PDN S 參數模型萃取可以反向註記到電路圖以及元件的電路模型，讓您進一步調整和最佳化。此外，模擬器可顯示 PDN 的 3D 場圖和電流密度圖，提供更高的可視度。

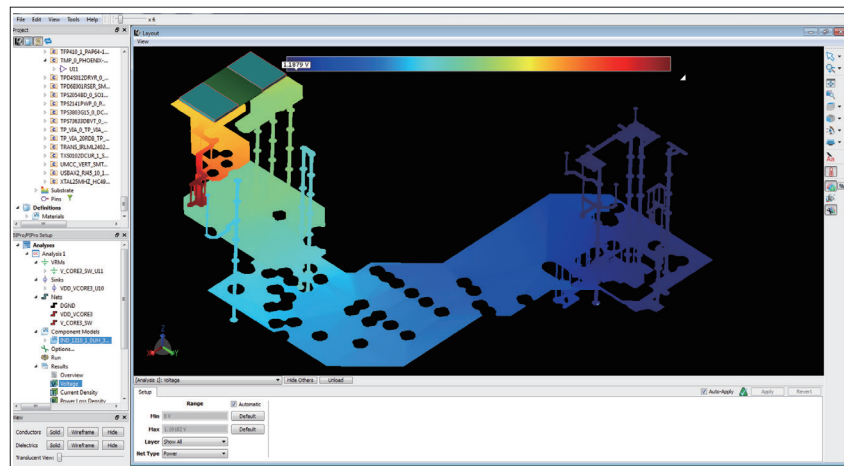
電源層共振模擬器可用來檢測出 PCB 佈線的自諧振頻率。它還可幫助

工程師視覺化 PCB 的電場和磁場，以便深入瞭解共振的來源。接著就可以進一步檢查具有最高場強的佈線區，以協助建構解耦電容的置放策略。

整合式工作流程

ADS 最新 SIPro 和 PIPro 解決方案的主要優點，就是可以共用相同的分析環境，包括共同的 GUI、工作流程、模型資料庫，並可透過原生的 3D 檢視器來查看視覺化結果。這樣不僅可以讓工程師在模擬前先目視檢查 net，檢視後處理的 3D 場圖，還能夠為 SI 和 PI

圖 3：PIPro 可將電源和地網上的電壓、電流密度和功率消耗進行 3D 視覺化。



設計工作建立一套整合式工作流程 (圖 4)。現在工程師可以使用單一操作介面進行 PI 和 SI 分析，無需在單一工具之間進行切換。電磁設定可以輕易由一個分析複製到另一個，反之亦然，而且模擬可以在相同環境中執行。

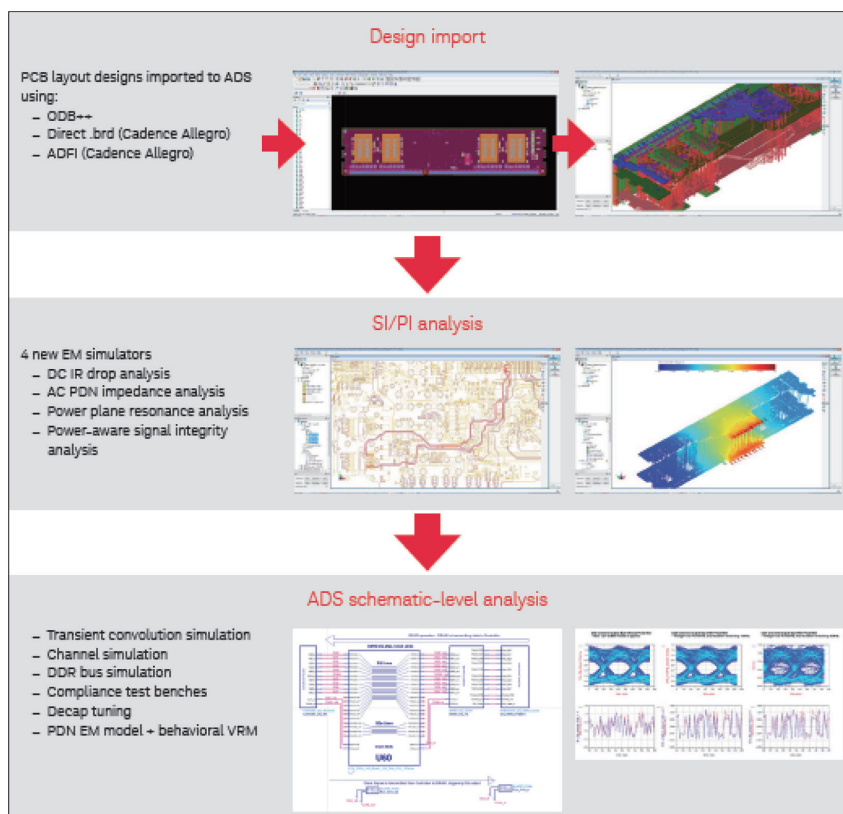
設定本身完全是 net 導向。如此可以讓工程師只選擇他們想要模擬的那些 net，不需要耗費時間或精神在模擬之前手動操作佈線物件。同時 SIPro 和 PIPro 具備高容量的電磁求解器，工程師可以一次處理更多 net。有了 ADS 最新的整合式工作流程，工程師只需進行不到 20 次的點擊，就可以從佈線頁面進到分析結果。

工作流程還會自動產生電路圖以備妥電磁模型，以便立即搭配 ADS 的通道、DDR 匯流排、和暫態模擬器一起使用。藉由這些模擬器，工程師可以進行 SI 分析 (例如 BER 輪廓量測) 並以特定標準的相符性測試平台完成其設計驗證工作。

結語

毫無疑問地，若要確保 PCB 具有最佳的高速鏈路效能，精準的信號和電源完整性分析就相當重要。儘管通用型電磁工具可用來完成這些工作，但是其流程需進行更多的手動操作，而且不利於進行團隊的工程合作。ADS 最新的 SIPro 和 PIPro 解決方案可透過強大的最新電磁技術，提供接近產業標準 3D 電磁求解器的

圖 4：傳統的作法會將 SI 和 PI 當作獨立的设计工作，並使用通用型電磁工具執行那些工作，而 ADS 最新的整合式工作流程去除了這些限制，因而重新定義了 SI 和 PI 分析。



準確度，而且能在更短的時間內取得分析結果，因此可以克服這些限制。其整合式工作流程可以流暢地將電磁特性模型回傳到電路圖，同時有助於進行更密切的團隊合作。這些功能的結合，提升了效能、準確度和效率的標準，能將 SI 及 PI 設計工作的模擬和分析做得更好。對於當今的設計工程師來說，這代表他們現在有了所需的功能，可以用最快的方式應付最棘手的設計挑戰。

如需更多信號和電源完整性分析的相關資訊，請瀏覽是德科技的資源網頁 www.keysight.com/find/eesof-ads-sipi-resources，

以連結到相關應用說明、技術專文、示範影片以及快速入門指南。

作者簡介

Stephen Slater 是 Keysight EEsof EDA 高速數位模擬解



決方案的產品經理，辦公室位於加州聖羅莎。在這個職務之前，Stephen 原為 Keysight EEsof EDA(英國)的 DSP 與通訊系統設計應用工程師。Stephen 畢業於澳洲格里菲斯大學，並且取得電子工程學士(一級)和資訊科技學士學位。CTA