

## 利用模擬工具真實了解溫度變化對電路的影響

作者：葉至忠 / 台灣思發科技(SILVACO)專案技術經理

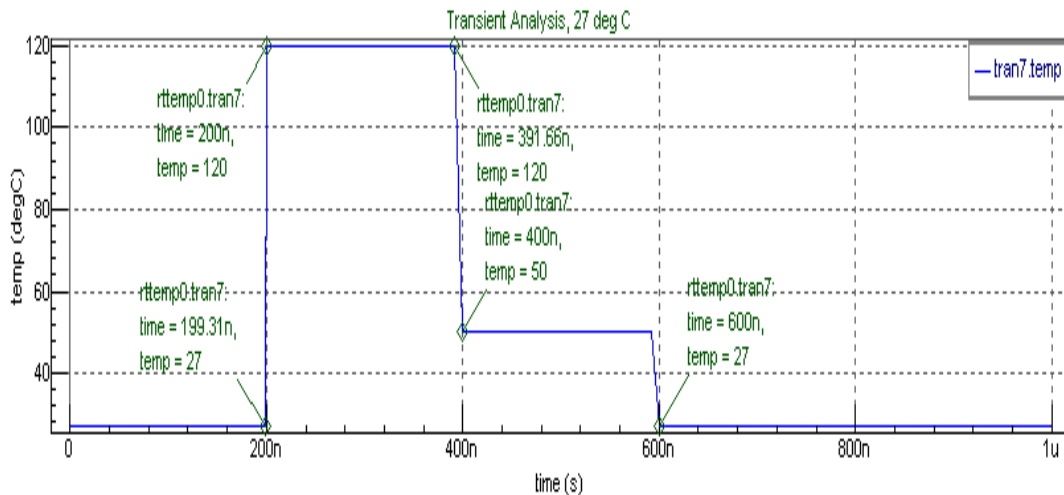
在積體電路設計流程(IC Design Flow)的各階段裡，執行電路模擬(Circuit Simulation)時，溫度變化對於電路之影響，已是相當重要的課題。如何考量溫度變化的因素並加速、縮短 SPICE 模擬時間，同時又該如何審慎面對正確性，在此階段我們可以使用最佳的模擬工具 SmartSpice 來完成設計者的工作。

作電路模擬時，如果要考量電路運作起始於常溫下(如 temp=27 度)，然後升溫至高溫(如 temp=120 度)，再降溫至指定溫度(如 temp=50 度)，最後再恢復到常溫(temp=27 度)。以前傳統的作法大致如下：必須電路運作在常溫 27 度時執行一次模擬，在高溫 120 度時執行一次模擬，在 50 度時執行一次模擬，可能重複三次以上或至少需要花費三倍以上的時間，來完成不同溫度變化對電路的影響與評估。

傳統的模擬過程需要對不同的溫度作個別的考量並完成模擬，往往花費了許多重複的時間且沒有效率(efficiency)，更不容易的是將每段溫度與時間的波形變化串起來分析，勢必會影響其準確性(accuracy)與可靠性(reliability)，簡單的說非常耗費工時以及可能得到非我們所預期的結果。

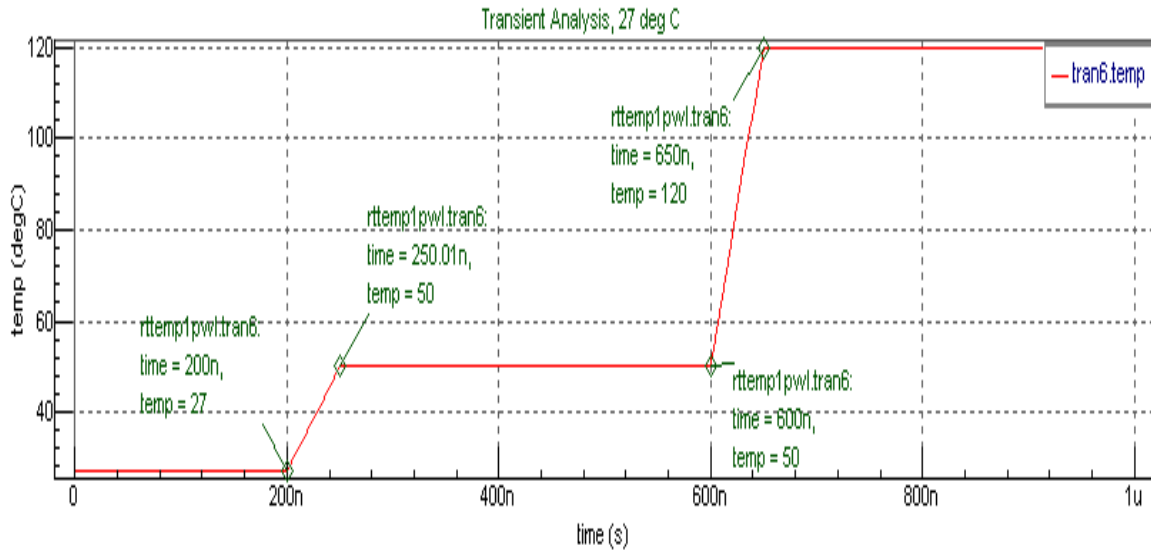
今天我們可以使用精確與省時的 SPICE 模擬工具 SmartSpice，來完成溫度變化隨時間改變的模擬技巧(Change temperature during transient simulation)，而且可以從常溫(default temperature)或任意指定的(specified)溫度開始做電路模擬。

SmartSpice 的基本運作原理是將溫度(temperature)與時間(time)同時考慮進去，所以，當此轉換條件成立時就可呈現出昇溫或降溫的模擬結果。此功能只需要簡單的溫度描述，再搭配 SmartSpice 內建語法就可以將此功能完成。如圖一為使用 SmartView (Waveform Viewer) 觀察模擬溫度劇烈變化的特殊情況。



圖一 溫度的變化情況

另外還有一種用法，我們稱為 PWL (Piecewise linear function parameter)。相對於前一個例子為步進式的昇溫或降溫，此 PWL 為一種緩慢式的升溫或降溫方式，而 SPICE 語法亦相當容易撰寫，只要在相關的語法裡面加入常用的 PWL 指令就可以達到此功能。如圖二為使用 SmartView 所做的觀察。



圖二 PWL 溫度的變化情況

#### 參考資料

- SmartSpice: The Gold Standard Analog Circuit Simulator  
SmartView: Waveform Viewer  
[http://www.silvaco.com/products/circuit\\_simulation/smartspace.html](http://www.silvaco.com/products/circuit_simulation/smartspace.html)