

革命性的照明數位控制器

作者：Jianwen Shao/ 意法半導體

LED 是在上個世紀 30 年代中期高壓鈉燈(高強度氣體放電燈)問世後近 80 年來最具顛覆性的照明技術，LED 引起廣泛關注的原因不只是能效高、壽命長、節能環保，還因為 LED 燈比白熾燈或氙燈更好控制。

傳統數位控制器

數位控制器已步入功率轉換時代的主流，在很多情況下，LED 驅動器採用微控制器控制供電時序以及追蹤、檢測、保護和通訊功能。但是，這並不是真正的數位控制器解決方案，而是數位式檢測和電源管理。只有以數位方法實現控制回路，才能稱為真正的數位控制器。圖 1 所示是傳統數位控制結構框圖^[1]。

這個傳統數位控制方法讓傳統類比過程實現數位化，確保轉換器穩壓精確，工作穩定，但是需要微控制器或數位訊號處理器執行複雜的計算，以適應類比轉換器的動態性能變化。通常情況下，數

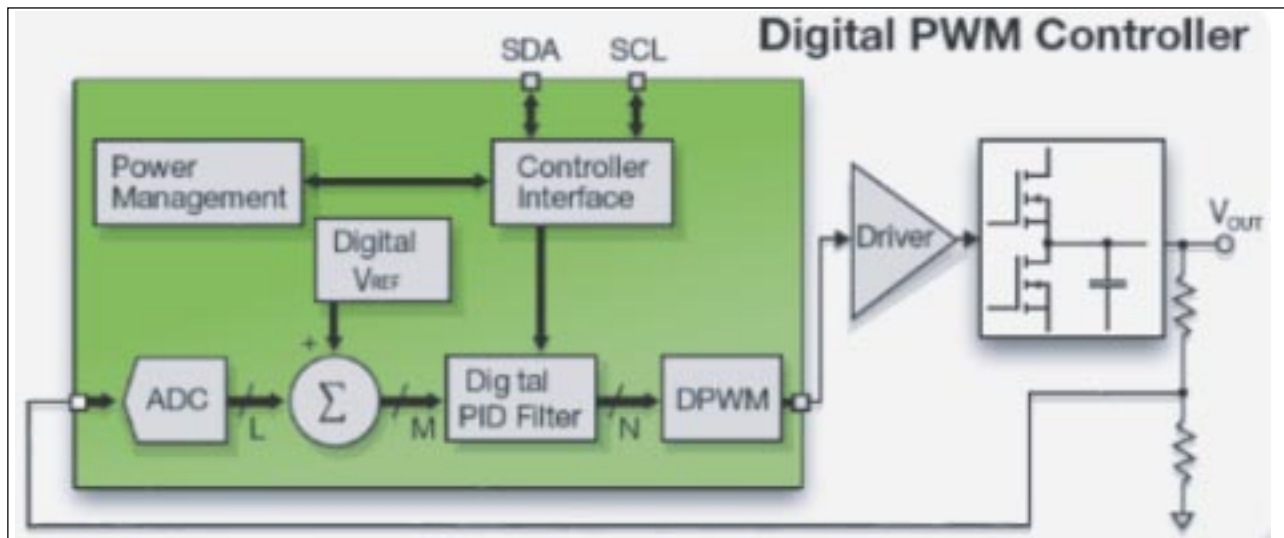
學傳遞函數計算是在 Z 區完成，該區對數位控制器的處理能力要求很高。此外，數位控制器還需要新的設計經驗，而類比工程師掌握的類比控制法則穩定性標準並不能直接用到數位控制器。因此，傳統數位控制器的成本較高，而且積累數位控制器設計經驗是一個很長的過程。

真正的數位控制器

意法半導體採用一個與傳統方法完全不同的創新方法，引入一個狀態機概念來解決數位控制問題，利用事件、電流、電壓或時間驅動功率轉換器開關，無需執行傳遞函數計算。事件驅動式狀態機模組(SMED)就是這個概念的實現形式，每個狀態機有 4 種狀態，通過 96MHz 時鐘驅動。在狀態機的 3 個輸入中，每個輸入都可指定為 1 個條件，代表一種狀態變化，如圖 2 所示。

下面示例是一個基於狀態機(SMED)的過渡模式恒定導通時間升壓 PFC 電路。

圖 1：傳統數位控制器結構框圖



共計有 4 種狀態：S0, S1, S2, S3。空間是上

圖 2：SMED 結構框圖

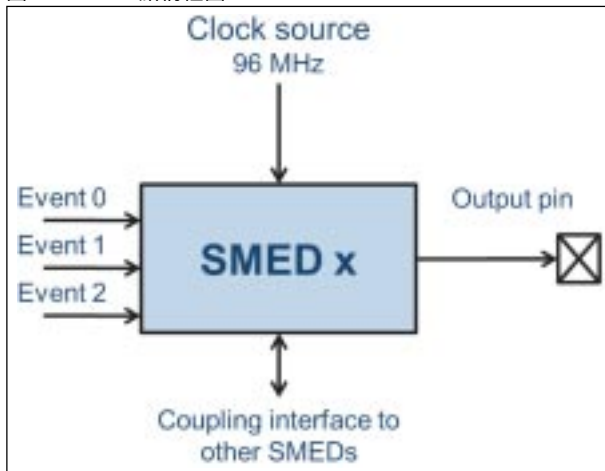


圖 3：基於事件驅動式狀態機(SMED)的升壓功率因數校正器

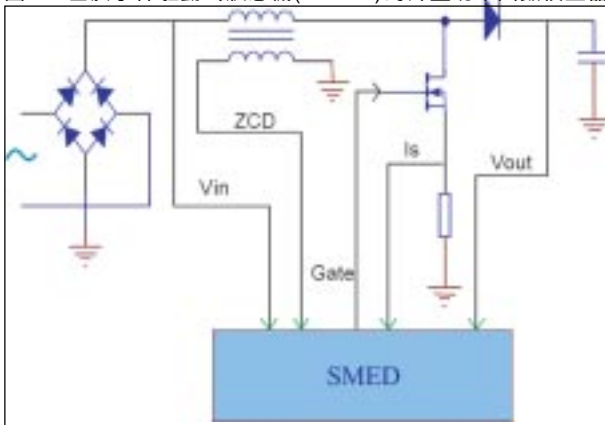
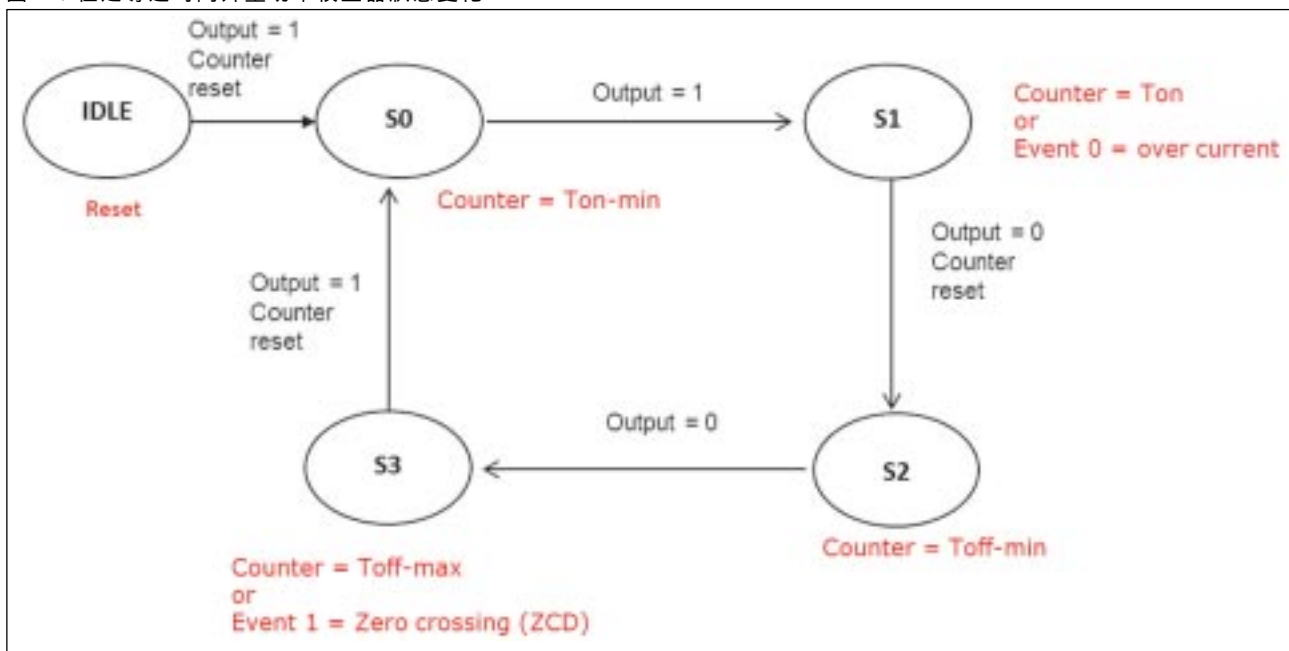


圖 4：恒定導通時間升壓功率校正器狀態變化



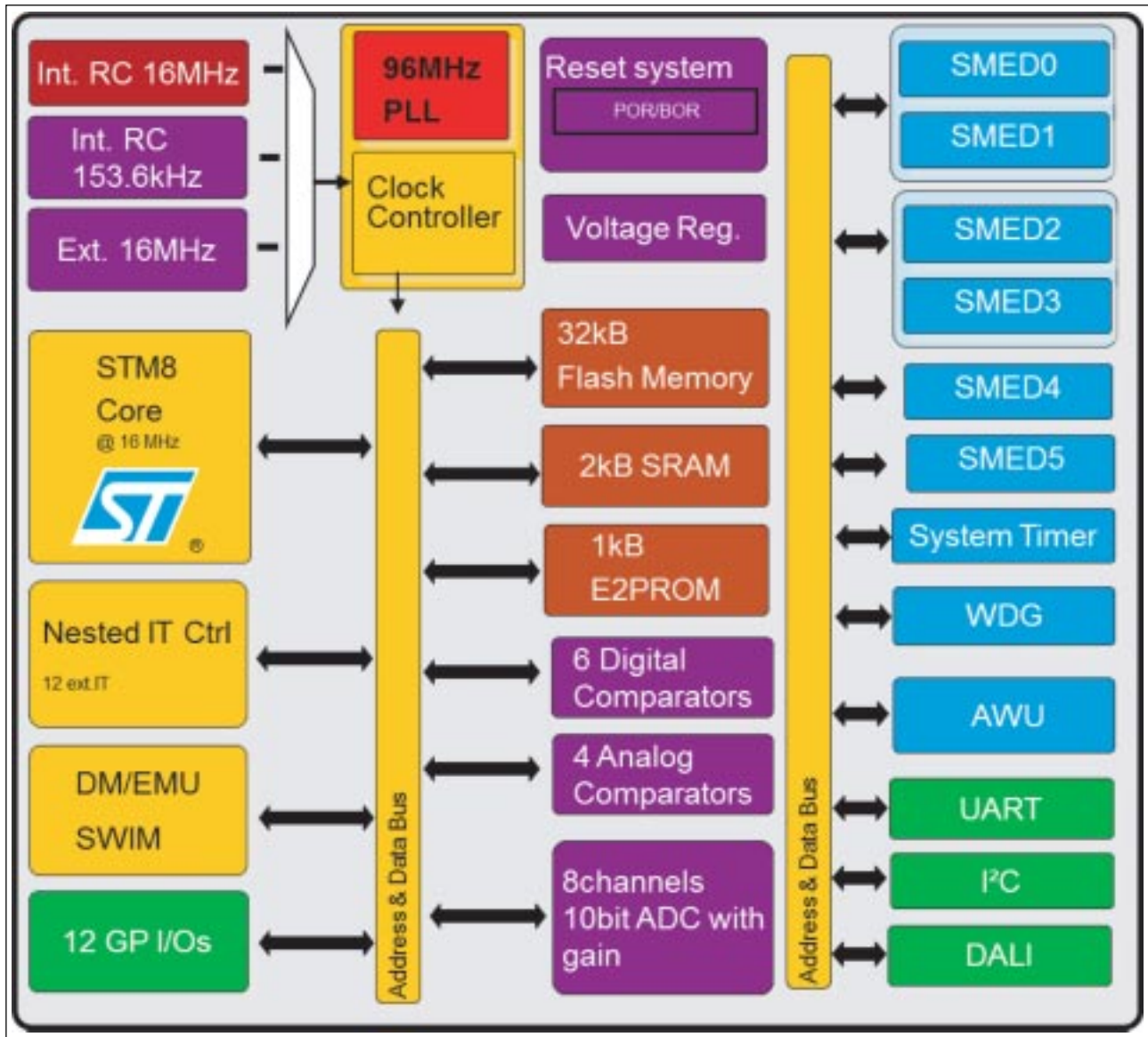
電期間的一種變化狀態，重定後，空間狀態過渡至導通時間最短的 S0 狀態。在 S0 狀態，柵訊號是高電平，MOSFET 導通，內部計時器將開始計時，在最短導通時間(Ton-min)到時後，S0 狀態過渡到導通時間正常的 S1 狀態，如果操作正常，柵訊號保持高電平直到 Ton 到時為止，若在 Ton 到時前出現任何過流情況，事件 0(檢測電流 Is 送來的過流)觸發狀態機過渡到關斷時間最短的 S2 狀態。在 S2 狀態，柵訊號為低電平，MOSFET 關斷。在最短關斷時間到時後，狀態機從 S2 過渡到關斷時間正常的 S3 狀態，在這個狀態，過零訊號(ZCD)或最大關斷時間觸發狀態機從 S3 過渡到 S0 狀態。這個狀態變化過程周而復始，無需微控制器干預。

SMED 狀態機的設置非常靈活，適用於升壓、降壓、半橋、全橋轉換器等所有拓撲，設計人員可以按照自己的控制演算法隨意定義狀態。

SMED 功率轉換器控制概念徹底顛覆了功率轉換器數位控制方法，基於 SMED 的控制器 STLUX385A 榮獲了 2014 年消費性電子展創新獎。

STLUX385A^[2]整合 6 個 SMED 和 1 個低成本的 8 位元微控制器，低成本微控制器可執行低速控制、檢測和通訊功能，圖 5 所示是 STLUX385A 結構框圖：

圖 5：STLUX385A 結構框圖



使用 STLUX385A 開發出一個 100 W LED 路燈參考設計^[3]，在這個參考設計內，STLUX385A 晶片處理一個次側控制式功率轉換級，以及所有的通訊連接。功率轉換級包括 PFC 穩壓器、零壓開關 (ZVS) 和 LC 諧振級。控制高精確度變光是使用一個一次側調整 (PSR) 控制方法。

展示板提供所有的重要的物理通訊介面，例如 DALI (數位定址照明介面)，所有的通訊都是由 STLUX385A 管理。STLUX385A 的靈活性還能讓展示板輕鬆地與其它介面連接，例如 Wi-Fi、電力線數據機、Bluetooth 和 ZigBee。

STLUX385A 是全球首款照明和功率轉換通用數位控制器，引領經濟型高效率家用、辦公和路燈照明系統的發展。

參考文獻：

- [1] Ericsson Digital Power Compendium, www.digitalpowercompendium.com
- [2] STLUX385A datasheet, www.st.com
- [3] STEVAL-ILL066V1, 100 W LED street lighting evaluation board using STLUX385A, www.st.com

CTA