

## WP-1002 Asynchronous State Machine vs MCU (Traditional Chinese)

### I. 簡介

SoC和MCU也需要一些外部電路來進行電源管理、人機介面或連接到感測器。因此，在一款設計中幾乎總會散佈著比較器、運算放大器、電平轉換器、各種邏輯電路和離散式電晶體。這些SoC幾乎從來不是真正的系統單晶片。在某些情況下，所需的支援邏輯可以用低階FPGA實現。但與離散式元件相較，用FPGA通常成本更高。因為FPGA無法實現類比或離散式元件，因此也不算是一款適當的解決方案。

對於嵌入式裝置來說，由於MCU或SoC無法處理所有的感測器、功耗和連接選項，這一挑戰將更加明顯。

### II. 可配置混合信號IC

可配置混合信號IC (CMIC) 為應對這些挑戰提供了一個明智的解決方案。CMIC是透過一次性可編程 (OTP) 非揮發性記憶體配置的具有數位模擬電路功能的矩陣。

這類新器件的先驅和領導者就是Silego Technology。自2009年推出CMIC以來，Silego已經完成了超過1300種客製化設計，而CMIC出貨量在20億以上。

Silego的CMIC提供了不同步狀態機 (ASM) 和各種模擬及數位資源，便於設計人員配置成混合信號電路。

設計人員可以拖放這些資源，並在原理圖擷取工具中「連線」其設計，或者也可以使用Silego的硬體開發套件來模擬設計。當他們對設計滿意時，就可以使用晶片OTP記憶體來編程CMIC元件。

CMIC可用於各種必要的混合訊號功能，包括電機控制、系統重置、電源順序控制等。

### III. CMIC優勢

相比傳統離散式元件和模擬，CMIC為嵌入式設計人員和製造商帶來了多種優勢。

#### A. 嵌入式設計需要優化電板空間

十幾個甚至更多元件可能佔用寶貴的空間，而這些空間可供較大的電池或更薄的外形尺寸加以利用。CMIC可將幾個元件整合在尺寸小至1.0x1.2mm的一個小的產品中。

#### B. 嵌入式設計需要更方便、更迅速的方式實現創新和原型設計

從印刷電路板設計、元件訂購、電路板製造、組裝、調校和修改，傳統電路原型設計不是花上幾週就是好幾天。而CMIC設計、模擬和原型設計在一天之內便可完成。

#### C. 嵌入式設計需要更低的物料清單成本

CMIC有助於減少離散式與模擬元件的材料成本。最近在embedded.com上有一篇設計分析強調，用1個0.35美元的CMIC可替代1.50美元的電位轉換和比較器電路。

#### D. 嵌入式開發人員想要難以複製的保密設計

CMIC內部的客製化電路與全客製化IC一樣安全，且只有設計人員、指定的ODM和供應鏈合作夥伴才可獲得。

### IV. 針對嵌入式應用的無靜態功耗和無代碼ASM與低功耗MCU的對比

可攜式系統通常使用低功耗微控制器來解決尺寸和電池壽命的問題。Silego的帶ASM的CMIC提供了一種替代解決方案。以下比較說明了微控制器和CMIC的ASM之間的權衡設計。

#### A. 處理MCU程式碼

Silego的第五代GreenPAK CMIC中的ASM包含8個狀態和24種可能的決策。ASM代表一個具有多達24個IF..THEN語句的MCU程式。當8個狀態ASM功能與硬體輸入和輸出電路一起考慮時，CMIC可以表示為大致相當於為通用8位元和16位元MCU編寫的約100行標準C程式碼。

CMIC ASM沒有時脈，並且是以事件驅動的，這意味著當沒有事件出現時，ASM保持在一種狀態，而且沒有靜態功耗。因此，具有有限輸入週期的應用可以在漏電流功耗的情況下作業，而在室溫下的平均漏電流為幾奈安(nA)。

#### B. 處理嵌入式控制問題

Silego優化了ASM，緩解眾所周知的危害和競爭條件、編程/配置難題，同時為只需不到100行程式碼的簡單(最多8個狀態)嵌入式控制問題，保留所有固有的低功耗、低延遲優點。

#### C. 比較 Over kill微控制器 與CMIC ASM 的價值

微控制器在在尺寸和功效方面較不理想。將MCU用於連1%的能力都發揮不到的設計案例比比皆是。CMIC的ASM等元件非常適合簡單的嵌入式控制應用，特別是超低功耗應用。

#### D. 中斷延遲降至奈秒

MCU的一項重要指標是外部中斷訊號到核心執行ISR第一條指令的時間間隔(即所謂的中斷延遲)有多短。MCU中斷延遲通常以5到10微秒的快速案例測量。

ASM的等效中斷延遲測得約為幾奈秒，如果CMIC工作在5V電源，則延遲最大為50ns。

## E. VDD變異

CMIC ASM工作在較寬廣的電壓範圍。由於訊號長度和閘數確保了每個ASM訊號路徑，所以設計得當的ASM能夠確保規避了危險和競爭條件。因此，隨著VDD變化，傳播延遲也隨之改變。然而，傳播延遲都是相互匹配的，因而確保了性能。

另一方面，MCU的時脈訊號與VDD不甚相關。隨著VDD變化，MCU的傳播延遲改變，但由於時序不變，使得時序餘裕很快地大打折扣。

## F. 崩潰vs.不崩潰

設計和系統缺陷可能導致MCU崩潰。編寫不夠好的軟體、時序問題、中斷延遲計算錯誤、堆疊記憶體耗盡、記憶體洩漏以及編程記憶體的意外寫入等，都是導致MCU崩潰的常見缺陷。

Silego的ASM採用非揮發性記憶體(NVM)位元硬體配置，沒有時序的問題；其延遲測得為奈秒級、無堆疊記憶體、無記憶體洩漏可能、不存在無意寫入編程記憶體的問題等特點，使其天生對VDD雜訊和掉電存在很強的免疫力。

## G. 基於GUI的工具與典型的MCU工具比較

使用GreenPAK Designer開發環境配置CMIC ASM。該軟體看起來像是原理圖擷取編輯器，而不是編碼工具。大多數的狀態機設計可以在幾分鐘內實現，讓典型MCU工具幾個月的學習曲線縮短到Silego GPAK僅需幾天的學習曲線。

## H. 比較CMIC尺寸與低功耗MCU

CMIC沒有MCU架構的複雜性，通常也比較小。如果CMIC產品可以執行控制功能，那麼它通常也是市場上最小的可編程選項。

## V. CMIC讓嵌入式設計更簡單，產品更好

總之，具有8狀態ASM的小型CMIC可以承載以往一直是MCU專屬領域的各種嵌入式控制應用。易於配置的ASM在超快狀態轉換、洩漏級靜態電流功耗、穩健的設計和電源電壓容限等方面具有關鍵優勢，因而在IoT、可攜式、行動和嵌入式應用中非常重要。此外，CMIC提供了許多好處，讓嵌入式設計人員能工作地更輕鬆、產品更有利可圖。

## More information

[GreenPAK Landing Page](#)

[Datasheets](#)

[Development Software](#)

Contact: [appnotes@silego.com](mailto:appnotes@silego.com)

## Files

- [WP-1002 Asynchronous State Machine vs MCU \(Traditional Chinese\).pdf](#)- (484 KB)
- [WP-1002.zip](#)- (442 KB)

[See full list of Application Notes](#)