

## WP-1003 Asynchronous State Machine vs MCU (Simplified Chinese)

### I. 简介

SoC 和 MCU 需要外部电路实现电源管理、人机接口或连接传感器。因此，设计中几乎总是需要比较器、运算放大器、电平转换器、各种逻辑和分立式晶体管。而 SoC 几乎从来就不是真的片上系统。

在某些情况下，所需的支持逻辑会被植入到低端 FPGA 中，但通常这些分立式元件的成本加起来并不低。这不是一个好的解决方案，因为 FPGA 不能满足模拟或分立式元件的需要。

对嵌入式器件来说，由于 MCU 或 SoC 不能满足所有可能的传感器、电源和连接选项，这一挑战将会变得更为明显。

### II. 可配置混合信号 IC

可配置混合信号 IC (CMIC) 为应对这些挑战提供了一个明智的解决方案。CMIC 是通过一次性可编程 (OTP) 非易失性存储器配置的具有数字模拟电路功能的矩阵。

这类新器件的先驱和领导者就是 Silego Technology。自 2009 年推出 CMIC 以来，Silego 已经完成了超过 1300 种客户设计，而 CMIC 出货量在 20 亿以上。

Silego 的 CMIC 提供了异步状态机 (ASM) 和各种模拟及数字资源，便于设计人员配置成混合信号电路。

设计人员可以抓取这些资源，并用原理图绘制工具对其进行布线，他们也可以利用 Silego 硬件开发工具来仿真设计。如果他们对设计感到满意，就可以用板上 OTP 存储器进行 CMIC 器件编程。

CMIC 可用于各种基本混合信号功能，包括电机控制、系统复位、电源测序，等等。

### III. CMIC 优势

相比传统分立式器件和模拟，CMIC 为嵌入式设计人员和制造商带来了多种优势。

#### A. 嵌入式设计需要优化电路板空间

十几个甚至更多元件可能占用宝贵的空间，而这些空间可供较大的电池或更薄的外形尺寸加以利用。CMIC 可将几个元件集成在尺寸小至 1.0x1.2mm 的一个小的产品中。

#### B. 嵌入式设计需要更方便、更迅速的方式实现创新和原型设计

从印刷电路板设计、元件订购、电路板制造、组装、调试和修改，传统电路原型设计不是花上几周就是好几天。而 CMIC 设计、仿真和原型设计在一天之内便可完成。

#### C. 嵌入式设计需要更低的物料清单成本

CMIC 有助于减少分立式与模拟元件的材料成本。最近在 embedded.com 上有一篇设计分析强调，用 1 个 0.35 美元的 CMIC 可替代 1.50 美元的电平转换和比较器电路。

#### D. 嵌入式开发人员想要难以复制的保密设计

CMIC 内部的定制电路与全定制 IC 一样安全，且只有设计人员、指定的 ODM 和供应链合作伙伴才可获得。

### IV. 针对嵌入式应用的无静态功耗和无代码 ASM 与低功耗 MCU 的对比

便携式系统通常使用低功耗微控制器来解决尺寸和电池寿命的问题。Silego 的带 ASM 的 CMIC 提供了一种替代解决方案。以下比较说明了微控制器和 CMIC 的 ASM 之间的设计权衡。

#### A. 处理 MCU 代码

Silego 的第五代 GreenPAK CMIC 中的 ASM 包含 8 态和 24 个可能值推断。ASM 代表一个有多达 24 个 IF...THEN 语句的 MCU 程序。当一起考虑 8 态 ASM 功能与硬件输入和输出电路时，CMIC 可以表示为大致相当于用于常见 8 位和 16 位 MCU 的 100 行标准 C 代码。

CMIC ASM 是由事件驱动的，且无需时钟操作。因此，当没有事件时，ASM 便会保持一种状态，而没有静态功耗。因此，带有有限输入周期的应用便可在室温下以漏电流功耗很好运行，仅消耗个位数纳安级平均电流。

#### B. 处理嵌入式控制问题

Silego 优化了 ASM，减轻了众所周知的风险和竞态条件、编程/配置难题，同时保留了针对需要不到 100 行代码的简单（多达 8 态）嵌入式控制问题所固有的低功耗、低延迟的好处嵌入式。

#### C. Over kill 微控制器与 CMIC ASM 值的对比

微控制器在尺寸和功率方面往往效率低下。不难发现，在应用中使用的 MCU 用到的马力不足 1%。CMIC 的 ASM 却非常适合简单的嵌入式控制应用，尤其是超低功耗应用。

#### D. 中断延迟 (ns 与 us)

微控制器的一个重要基准是，在核执行中断服务程序 (ISR) 的第一条指令之前，来自外部信号中断的时间有多短，这就是所谓的中断延迟。MCU 中断延迟通常在 5 至 10us。

ASM 相当于以纳秒计算的中断延迟，如果 CMIC 以 5V 电源工作，延迟最长只有 50ns。

## E. VDD 变化

CMIC ASM 在宽电压范围内工作。正确设计的 ASM 得以保证无风险、无竞态条件，因为每个 ASM 信号路径都是由信号长度和门电路数来保证的。因此，随着 VDD 变化，传播延迟也是如此。不过，传播延迟都是匹配的，因而性能可以保证。

另一方面，微控制器用信号进行时钟控制，这与 VDD 关系不大。随着 VDD 变化，MCU 传播延迟改变，因为时序不会改变，时序余量将很快受到影响。

## F. 崩溃与否

设计和系统缺陷可能导致微控制器崩溃，包括：写得很差的软件、时序问题、中断延迟的误判、栈内存不够、内存泄漏，以及程序内存的误写。

Silego 的 ASM 用 NVM 位进行了硬件配置，没有时序问题、以纳秒衡量的延迟、无栈内存、无内存泄漏、而且不会有意无意地写程序内存，因此本质上更能防止 VDD 噪声和电压过低的情况。

## G. 基于无代码 GUI 的工具与典型 MCU 工具的对比

CMIC ASM 利用 GreenPAK Designer 开发环境进行配置。该软件是一款简单易用的原理图捕获编辑器，可以将典型 MCU 工具几个月的学习时间缩短到 Silego 的 GPAK 的几天时间。

## H. CMIC 尺寸与低功耗 MCU 的对比

CMIC 没有 MCU 架构的复杂性，通常也比较小。如果 CMIC 产品可以执行控制功能，那么它通常也是市场上最小的可编程选项。

## V. CMIC 让嵌入式设计更简单，产品更好

综上所述，有 8 态 ASM 的小型 CMIC 可用于各种嵌入式控制应用，而这在以前本该是微型控制器的专属领域。轻松配置的 ASM 为对 IoT、便携式、嵌入式应用很重要的超快状态转换、泄漏等级静态电流消耗、鲁棒设计，以及电源电压容差等带来了主要优势。此外，CMIC 还提供了很多好处，将有助于嵌入式设计人员实现更大的产品利润。

### More information

[GreenPAK Landing Page](#)

[Datasheets](#)

[Development Software](#)

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

### Files

- [WP-1003 Asynchronous State Machine vs MCU \(Simplified Chinese\).pdf](#)- (498 KB)
- [WP-1003.zip](#)- (454 KB)

[See full list of Application Notes](#)