

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

Files

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

[See full list of Application Notes](#)