

利用混合讯号微控制器发挥最大设计潜力

By Ross Bannatyne, Director of Marketing for Silicon Laboratories

传统上，在同一颗芯片上提供模拟数字转换器和数字模拟转换器支持是混合讯号微控制器所应达到的最低要求，然而设计人员对于所谓「混合讯号」组件的期望却应更高。真正的混合讯号微控制器是一种系统单芯片，它能同时处理模拟和数字的输入与输出，效能则不输给离散解决方案。虽然只有少数产品算是功能完整的混合讯号微控制器，但它们却有诸多优势胜过传统解决方案。

减少产品用料

混合讯号微控制器使功能分割变得更简单，因为它们能在同一颗芯片上处理不同类型的讯号。混合讯号微控制器固有的功能整合性可以简化设计，同时减少所需的电路板面积。

在设计过程中，一旦系统规格和功能实作的分割方式确定后，就必须决定如何根据设计约束条件将系统最佳化，这些约束条件包括效能最大化、功耗、实体空间限制和系统总成本等。设计人员必须在众多零件之间做出选择，例如传感器、制动器、晶体管／二极管／电容等离散模拟零件、电源供应和放大器等模拟芯片以及其它数字组件，例如可程序逻辑芯片、固定功能控制器、内存芯片、微处理器和微控制器。

一个典型的约束条件是支持系统所需的多种不同讯号，同时将电路板面积和系统复杂性减至最少，例如传感器只能提供很小的模拟讯号，其强度仅在 mV 范围内，可程序处理器使用的数字讯号通常则在 1.8 – 5.5 V 范围，系统控制的制动器很可能需要电压更高和电流更大的功率级，它在本质上是属于模拟电路。多数电子系统都会使用多种不同的讯号，因此功能分割就变成非常复杂的问题。

以图 1 所示的典型嵌入式系统为例，传感器会提供模拟讯号输出，此讯号必须先由模拟数字转换器、比较器和可程序增益放大器转换成数字形式，再送给微控制器处理。微控制器的输出通常是数字讯号，它们要由数字模拟转换器或实体层芯片转换回模拟形式，才能用来驱动模拟零件。嵌入式系统的其它功能都是系统本身管理所需，例如温度传感器、电压参考、振荡器、电荷泵浦（用来供应 EEPROM 组件烧录资料所需的更高电压）以及稳压器。

包括多数由离散组件提供的所有常用模拟功能在内，前述的许多功能都可以整合到一颗微控制器，这正是混合讯号微控制器的精髓。

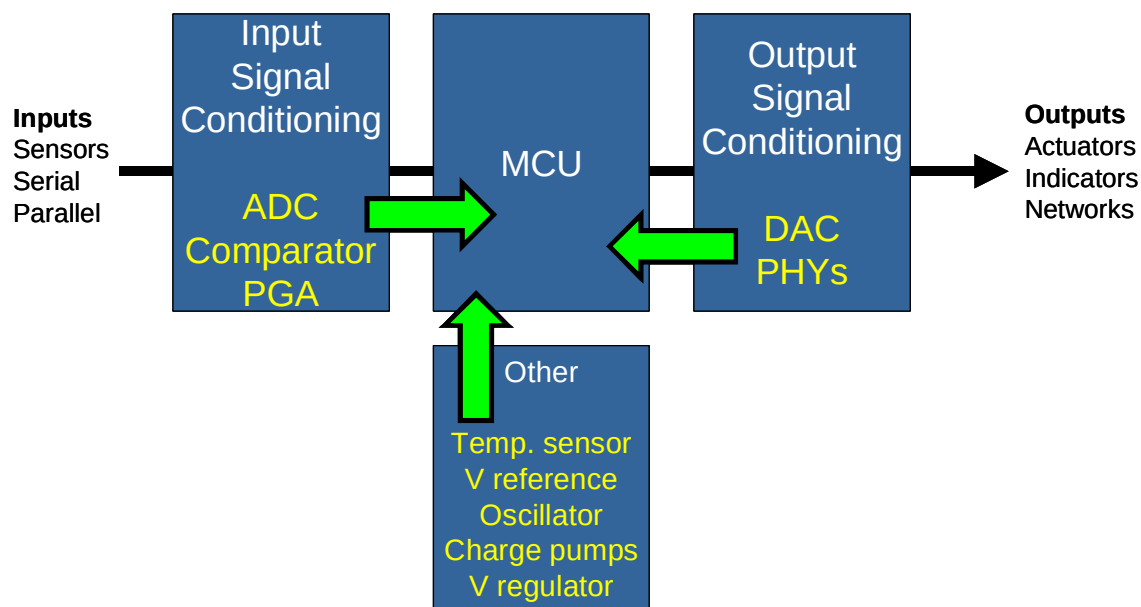


图 1：典型的嵌入式系统方块图

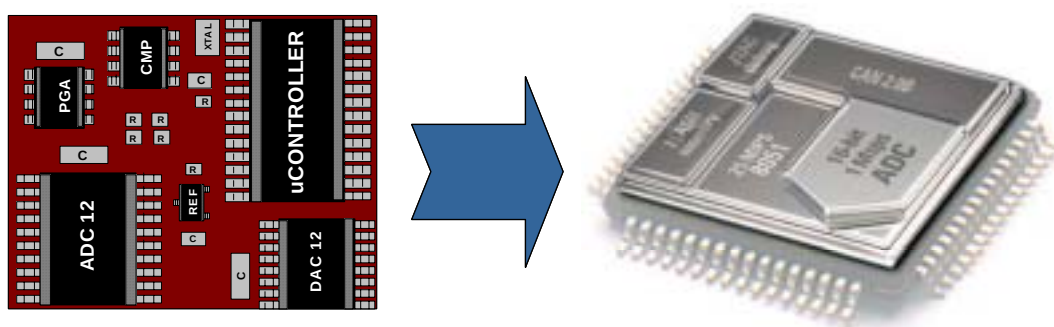


图 2：使用混合讯号微控制器来减少零件数目

图 2 是两种设计的比较，一种使用了典型的微控制器和多颗离散零件，其中包括可程序增益放大器、模拟数字放大器、数字模拟转换器、比较器、石英振荡器、参考电压、电阻和电容，另一种则是混合讯号微控制器，它是整合了所有这些功能的系统单芯片。从图中可看出混合讯号微控制器让电路体积变得更小，这对于许多应用非常重要 – 事实上，许多便携式应用通常都将它视为最优先考量，MP3 随身听就是个例子。

整合度更高的解决方案还有另一项优点，那就是可靠性。嵌入式系统的可靠性问题主要来自于连接点，包括焊接点和连接线 – 连接点的数目越多，故障的可能性就越高。混合讯

号微控制器可以减少零件数目和连接点，进而大幅提升系统的可靠性。

功耗更低

更少功耗是单芯片混合讯号微控制器提供的另一项优点。对于市场上最低功耗的微控制器来说，如果应用系统中有些功耗很大的独立式模拟数字转换器或其它模拟芯片，那么这些最低功耗微控制器的优势就会化为乌有。相形之下，使用混合讯号微控制器时，只有一颗芯片需要电源供应，所以它们的功耗会少于使用多颗零件的系统。

噪声更小

就噪声的产生以及受噪声影响程度等系统噪声效能而言，采用混合讯号微控制器的系统都优于使用多颗模拟和数字芯片的系统，因为它们不必将高速数字讯号传送到独立式模拟数字转换器或数字模拟转换器，所以电磁辐射的强度会减少。另外，系统受噪声影响的程度也变得更小，因为可能受到噪声影响的零件数目变得更少。

系统成本更低

高整合度系统能降低系统的总成本。零件数目的减少，再加上单一的封装、晶粒和测试成本，这都是整合式混合讯号微控制器解决方案的重要优势。其它方面的成本也会减少，例如软件和整体设计的复杂性都会降低，这能缩短产品的研发时间，精简研发成本，同时让新产品更快上市。

挑战：设计复杂性

数字和模拟芯片传统上会使用不同类型的加工技术，对于微控制器和内存芯片之类的数字组件来说，CMOS 加工是它们最主要的加工技术。CMOS 常用于全数字芯片，模拟组件通常则使用不同的加工技术，例如 BiCMOS 和双极加工。由于 CMOS 是业界成本最低的加工技术，混合讯号组件的目标就是利用业界标准的 CMOS 加工技术把模拟和数字电路整合至一颗芯片。这种 IC 设计挑战需要专门的知识 and 技巧，然而业界精通模拟设计的工程师人数却远少于数字设计人员，混合讯号组件也没有标准的设计工具。

除此之外，许多微控制器面对高速数字总线时，内部模拟电路的效能就会下降，因此若要达成取代系统内多颗零件的目标，真正的混合讯号微控制器至少就要内建 12 位的模拟数字转换器、数字模拟转换器和振荡器。

混合讯号微控制器的研发制造是重大挑战，许多困难的技术问题都会出现，例如我们需要拥有高度设计技巧的工程师，才能确保数字噪声不会导致模拟外围的工作效能下降。混合讯号微控制器的研发和生产都很困难，但它们也会带来极大好处，藉由将高精度度的高速模拟外围以及数字控制电路整合至同一颗芯片，混合讯号微控制器让设计人员跳过系统层

级的模拟-数字整合问题。

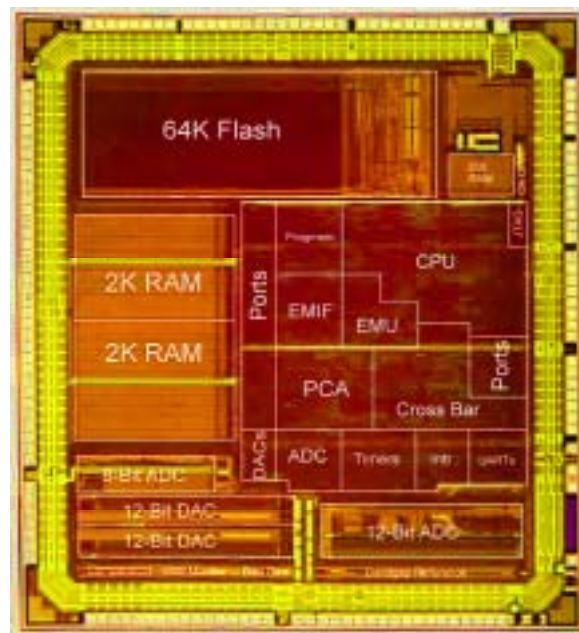


图 3：Silicon Laboratories 的 C8051F020

仔细观察图 3 所示的混合讯号微控制器就会发现，芯片上的模拟电路并不如数字电路那么有「规则」；除了 64 K 闪存方块右侧的电荷泵浦电路之外，RAM 和闪存数组都是规则性的结构。除此之外，相较于中央处理器、连接埠、定时器和 UART 等数字功能的闸海 (sea-of-gates) 结构，从图中还能明显看出芯片内的两个 12 位数字模拟转换器方块、8 位模拟数字转换器方块以及 12 位模拟数字转换器方块是较属于人工设计的架构。这颗芯片还包含许多其它的模拟功能，例如取代外部振荡器和谐振电路的芯片内建振荡器、芯片内建温度传感器和支持可程序设定滞后值的两个比较器，它们能用于中断处理或是唤醒功能 (wake-up)。

提供符合组件资料表所列规格的混合讯号微控制器，设计工程师就有许多新的系统设计架构可供选择。混合讯号微控制器为设计人员带来成本更低的替代方案，使他们拥有体积更小、速度更快且模拟功能更强大的微控制器，因此是工业和程序回授控制系统、行动电话基地台、可携式和静态测试设备、智能型发射机和电子磅秤等应用的理想选择。

关于混合讯号微控制器的详细信息，请至以下网站查询：www.silabs.com/MCU。