

自主模拟信号系统助力实现低功耗音频和语音信号链

摘要

模拟 MEMS 麦克风由于其低成本和低功耗而被广泛用于音频/语音应用。然而，使用模拟信号输出的麦克风需要外部信号调理电路、声音活动检测电路和模数转换电路。在集成了信号链的 MCU 中，声音活动检测和构成信号链模块的循环启动控制通常由 CPU 完成。因此，CPU 和支持电路（稳压器、高频时钟等等）需要定期唤醒以执行这些功能。这增加了整体系统功耗。对常开、低功耗音频信号链的需求推动了模拟信号链控制方式的进步。PSoC™ Edge 器件通过自主模拟信号系统 (Autonomous Analog) 实现了这一改进。自主模拟信号系统是一个集传感、调制和响应于一体的低功耗、可重新配置的混合信号系统，独立于 CPU 运行。

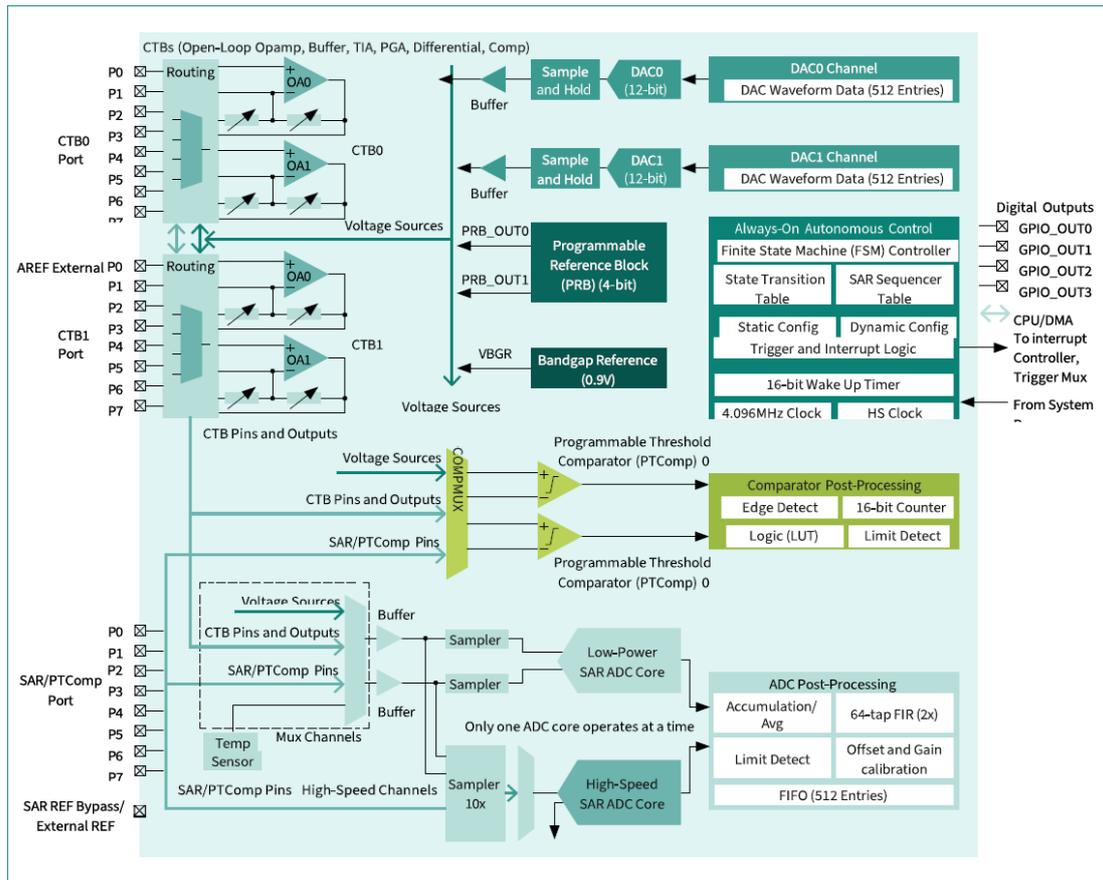


图 1 自主模拟信号系统

自主模拟信号功能集成了可以执行各种模拟前端功能的可编程运算放大器 (CTB) 以及 DAC、ADC、比较器、可编程参考块 (PRB) 和数字后处理器等。这些模块由独立于 CPU 的名为自主控制器 (Autonomous Controller) 的状态机控制。这个自主控制器架构是以一个易于使用的可编程状态转换表为核心构建的, 该表根据用户定义的配置来动态配置模拟外设。此操作仅需最小软件开销。为降低功耗, 自主控制器可在设备处于深度睡眠模式时运行, 从而允许系统监测模拟外设并收集和预处理数据, 而功耗则仅为通常传统系统功耗的冰山一角。

目录

摘要.....	1
1 使用自主模拟信号系统的音频/语音信号链.....	4
2 声音活动检测.....	4
3 数据采集.....	5
4 语音起始检测.....	5
5 可扩展性.....	5

1 使用自主模拟信号系统的音频/语音信号链

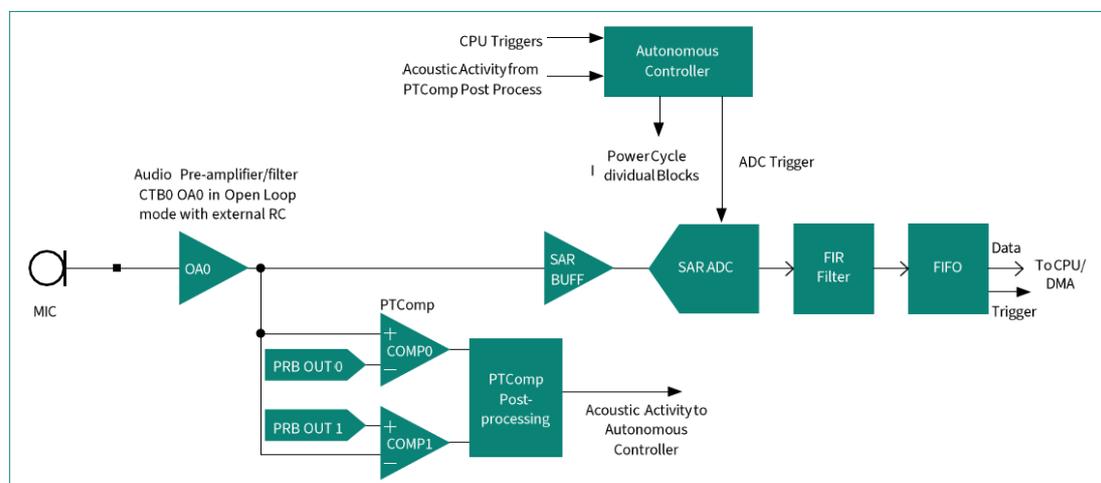


图 2 音频/语音信号链

图 2 所示为使用自主模拟信号系统实现的具有声音活动检测功能的典型的模拟 MEMS 麦克风信号链。其中可编程运算放大器构成麦克风输出信号的前置放大器/滤波器。声音活动检测功能由两个可编程阈值比较器 (PTComp) 和数字后处理模块实现。

2 声音活动检测

声学活动检测可以分析麦克风模拟信号的振幅和频带。信号经放大至适当的偏置电压值后，传送至可编程阈值比较器的一个输入端。比较器的另一个输入端则连接至可编程参考块 (PRB)。

要分析信号振幅，可以将 PRB 模块阈值设置为略高于或低于麦克风偏置电压。然后，可以将比较器配置为检测麦克风信号是否高于或低于阈值。数字后处理器则在规定时间窗口内记录比较器输出为高的周期次数。如果周期计数高于特定值，那么，麦克风信号就有足够的能量来触发下一阶段。

要分析频带，可以将 PRB 模块阈值设置为最接近于麦克风偏置电压。然后，可以将比较器配置为检测麦克风信号在每个周期是否越过阈值。数字后处理器则在规定时间窗口内记录越过阈值的周期次数。这项技术通常被称为过零率。如果计数次数小于特定值，则意味着信号频率较低，可能在语音频带内。这样即可触发下一阶段。

振幅和过零率这两种方法可以结合起来使用，以便确定音频信号是否具有语音特征。如果具有语音特征，信号将发送至自主控制器，以启用 SAR ADC 开始对麦克风信号进行采样。在这个阶段，可编程阈值比较器可以被禁用。

3 数据采集

自主控制器一经收到声音活动检测产生的触发信号，就会使能 ADC 并开始采样。对于机器学习应用，典型采样率为 16ksps。所需采样率远低于 ADC 在设备处于深度睡眠模式时可以达到的最大值 200ksps。在这种情况下，需要在两个连续采样之间控制 ADC 循环启动，以节省功耗。在典型的 MCU 中，CPU 用于执行此任务，因此设备必须每秒进入活动模式（同时也开启有源稳压器、高频时钟等等）16 000 次。在自主模拟信号系统中，则由自主控制器处理各个模拟模块的循环启动控制。在深度睡眠模式下，自主控制器实现 ADC 循环启动控制控制，这样一来，在 FIFO（可存储最多 512 个样本）几乎装满并准备就绪可供 CPU 或 DMA 读取之前，设备无需进入活动模式。整个过程，包括 PTComp 及其后处理、切换到数据采集模式、ADC 采样/循环启动控制等等，完全在深度睡眠模式下完成，而无需切换到活动模式由 CPU 来执行。

4 语音起始检测

从 ADC FIFO 读取数据时，CPU 可以执行一些高级数字信号处理，如语音起始检测 (SOD)。这种算法是对声音活动检测的改进。它可以适应不断变化的“平稳”噪声电平，并监测“仅噪声”时段以识别“类语音”信号。这种算法未指定语音活动的结束，只指定在预定的“静音”之后语音活动的开始。

当检测到语音活动时，作为始终监听功能的一部分，CPU 可以执行下一阶段——通常是唤醒词检测算法。

5 可扩展性

除音频之外，自主模拟信号系统还可以使用其内部功能丰富的可编程模块来集成许多其他信号链。可以轻松集成适用于可穿戴健康应用的附加模拟麦克风或信号链。图 3 所示为使用自主模拟信号系统实现的音频和光电容积脉搏波接收 (PPG-RX) 信号链组合。

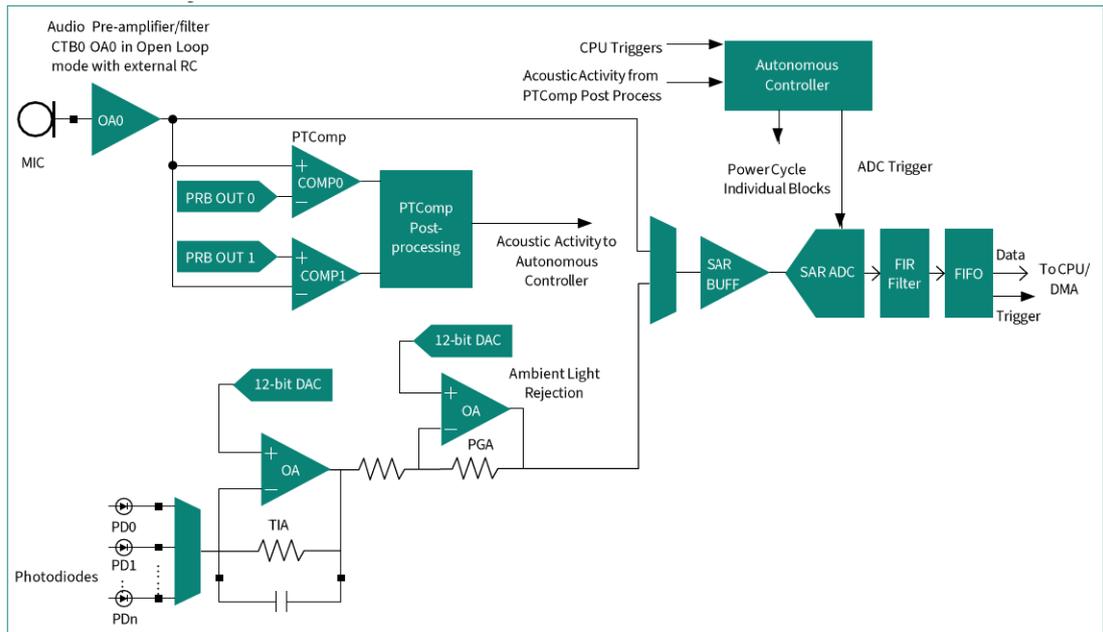


图 3 音频和 PPG 接收信号链

PPG-RX 使用两个额外的可编程运算放大器，一个用作跨阻放大器 (TIA)，另一个用作可编程增益放大器 (PGA)。两个 12 位 DAC 用于偏置和环境光抑制。和音频信号链一样，自主模拟信号系统可以在深度睡眠模式下向 LED 驱动器发送信号、对光电二极管前端进行功率循环、采集数据和抑制环境光。

英飞凌科技股份有限公司印制

Am Campeon 1-15,85579 Neubiberg Germany

©英飞凌科技股份有限公司版权所有，2023 年。

保留一切权利。

公开

日期：2023 年 10 月



关注我们

扫描二维码，探索我们提供的产品和解决方案



www.infineon.com

重要提示

本文档所提供的任何信息绝不应被视为针对任何条件或者品质而做出的保证（质量保证）。英飞凌对于本文档中所提及的任何事例、提示或者任何特定数值及/或任何关于产品应用方面的信息均在此明确声明其不承担任何保证或者责任，包括但不限于其不侵犯任何第三方知识产权的保证均在此排除。

此外，本文档所提供的任何信息均取决于客户履行本文档所载明的义务和客户遵守适用于客户产品以及与客户对于英飞凌产品的应用所相关的任何法律要求、规范和标准。

本文档所含的数据仅供经过专业技术培训的人员使用。客户自身的技术部门有义务对于产品是否适宜于其预期的应用和针对该等应用而言本文档中所提供的信息是否充分自行予以评估。

如需产品、技术、交付条款和条件以及价格等进一步信息，请向离您最近的英飞凌科技办公室接洽（www.infineon.com）。

警告事项

由于技术所需产品可能含有危险物质。如需了解该等物质的类型，请向离您最近的英飞凌科技办公室接洽。

除非由经英飞凌科技授权代表签署的书面文件中做出另行明确批准的情况外，英飞凌科技的产品不应当被用于任何一项一旦产品失效或者产品使用的后果可被合理地预料到可能导致人身伤害的任何应用领域。

V1.0
10/2023