

超声波 感应解决方案 子模块概述



Srinivas Lingam
应用工程师

Katie Pier
德州仪器 (TI) 应
用工程师

简介

MSP430FR604x微控制器 (MCU) 系列包括通常用于超声波流量计应用的集成式超声波感应解决方案 (USS) 子系统。不过, USS 区块包含多个子模块, 包括 $\Sigma-\Delta$ 高速 (SDHS) 模数转换器 (ADC)、高速锁相环 (HSPLL) 和可编程脉冲发生器 (PPG), 这些器件一起使用或单独使用时可以用于超声波流量计量以外的应用。

在此白皮书中, 我们将给出不同 USS 子模块功能的概述, 并提供一些有关如何将子模块功能用于其他用途的示例, 例如高速高精度数据采集和处理、脉冲生成和高速时钟生成。下方的图 1 展示了超声波感应子系统模块的概述。

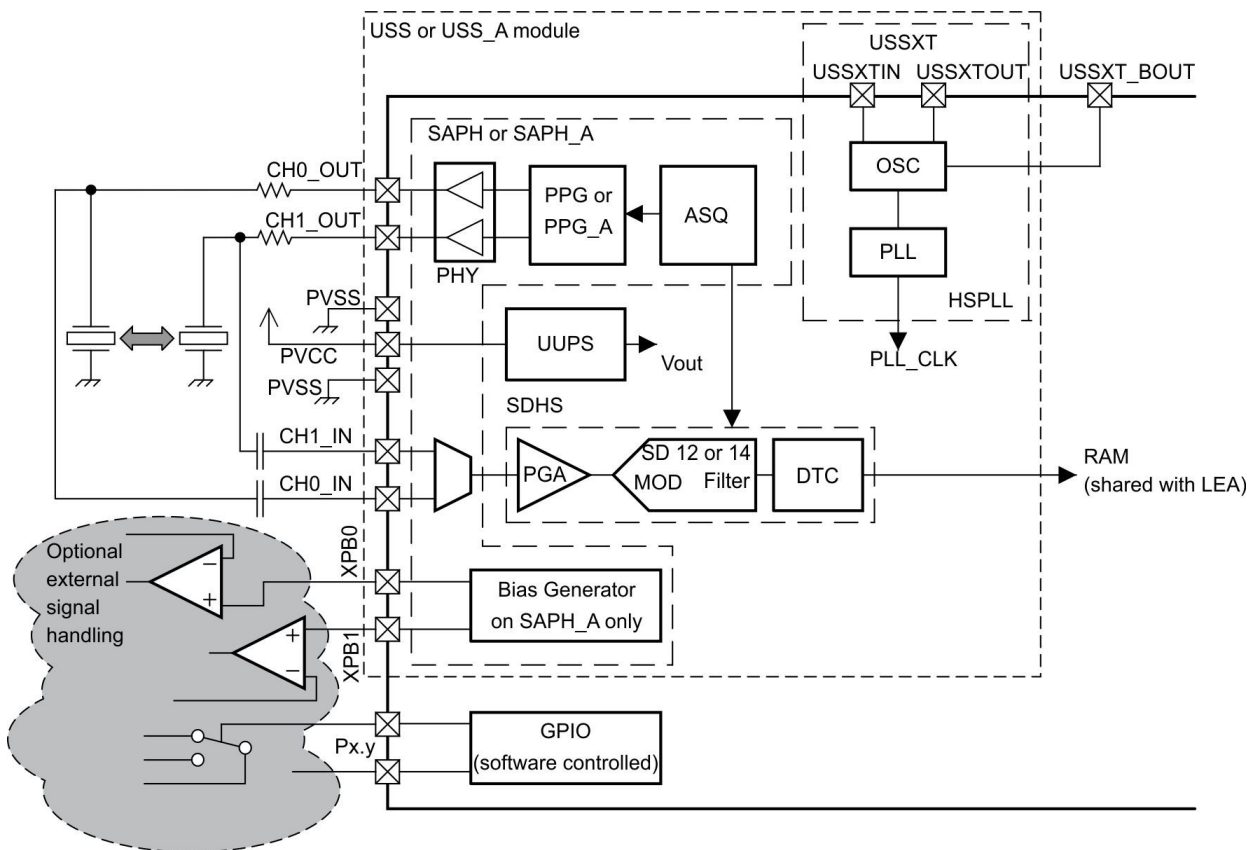


图 1: 超声波感应解决方案 (USS) 方框图。

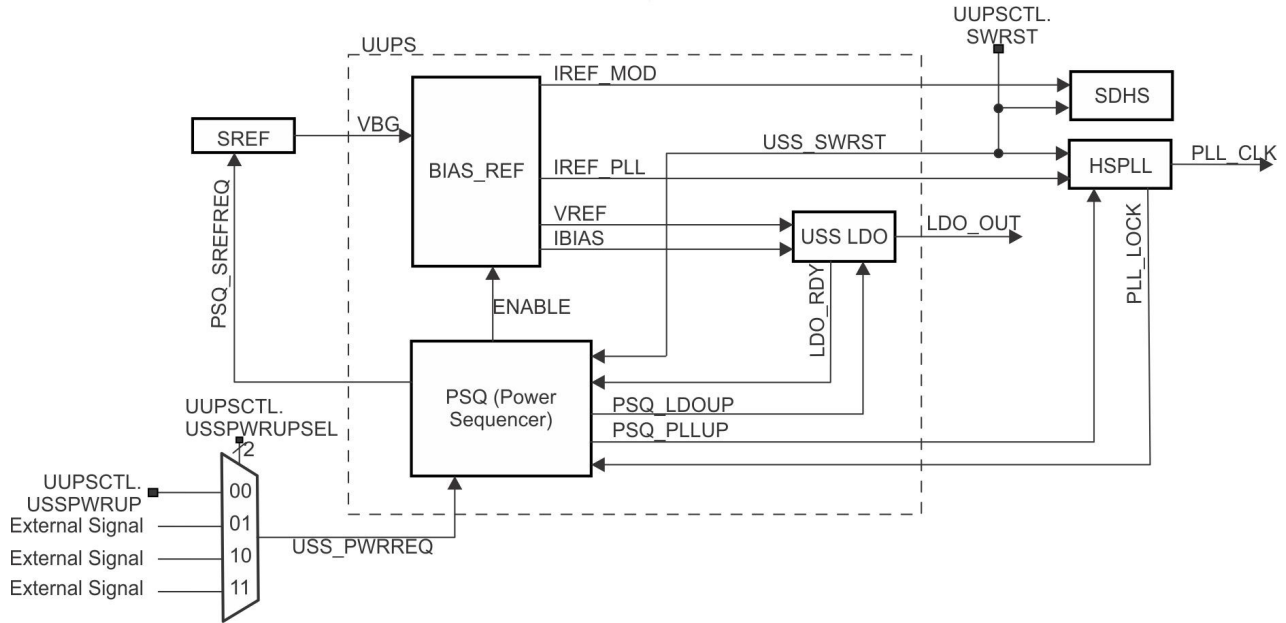


图 2: UUPS 方框图。

超声波感应解决方案电源子模块

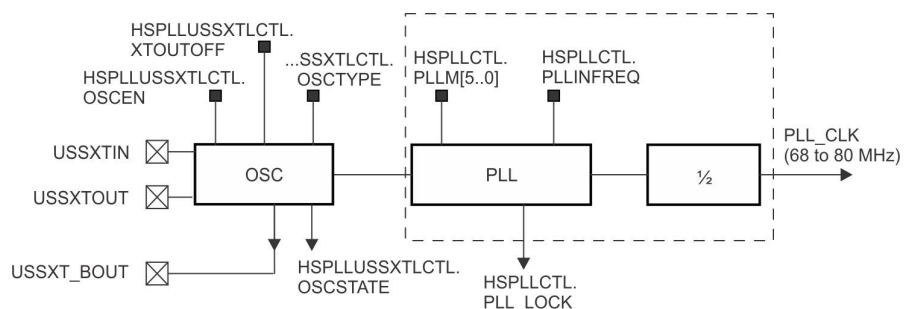
通用超声波感应解决方案电源 (UUPS) 子模块可为超声波感应解决方案中的区块供电。它可以生成 USS 子模块所用的 1.6V 稳定电压, 因此 USS 子系统的大多数子模块功能需要 UUPS 上电, 无论 USS 是否用于超声波流量计量应用, 皆是如此。UUPS 还为 $\Sigma-\Delta$ 高速 (SDHS) ADC 和高速 PLL (HSPLL) 子模块生成所需的基准电压和电流。图 2 展示了 UUPS 方框图。

高速 PLL 子模块

高速 PLL (HSPLL) 子模块包含用于超声波感应解决方案模块的时钟生成。专用的高速外部晶体或陶瓷振荡器 (USSXT)

(频率介于 4MHz 和 8MHz 之间) 可驱动高速 PLL。使用此振荡器, 高速 PLL 可生成介于 68MHz 和 80MHz 之间的很多频率。反过来, $\Sigma-\Delta$ 高速 ADC 的采样计时使用了此高速 PLL 输出频率, 因此应对此频率进行相应选择。下方的图 3 展示了高速 PLL 方框图。

USSXT 频率还可作为引脚上的外部缓冲输出时钟, 之后可用于对应用中的其他器件计时, 或在旁路模式下向 MSP430™ MCU 上的高速 XT2 振荡器提供外部输入时钟, 供任何频率的 MSP430



器件使用，如计时器。借助此特性，您可以为应用中的其他器件（例如生成准确脉冲宽度调制器 [PWM]）获取高速晶体的精度优势，而无需添加其他高速晶体 - 只需重用 USS 振荡器即可。请参见

应用手册“[如何将 MSP430FR6047 时钟系统域与超声波感应振荡器同步](#)”，了解更多详细信息。

Σ-Δ 高速 ADC 子模块

12 位 Σ-Δ 高速 (SDHS) ADC 通常可提供约 63dB 的信噪比 (SNR)，信号带宽高达约 1.5MHz。使用频率范围为 68MHz 至 80MHz 的高速 PLL 对 ADC 进行调制。输出数据传输速率可高达 8MHz 并且支持 10 至 160 的过采样率 (OSR) 范围。另外，

Σ-Δ 高速 ADC 中也内置可编程增益放大器 (PGA)，允许输入信号具有可配置增益。图 4 展示了 Σ-Δ 高速 ADC 方框图的概述。

您可以在非超声波应用中使用 Σ-Δ 高速 ADC，该 ADC 支持独立模式，可以独立于超声波感应解决方案模块中的其他功能运行。在独立模式下使用时，UPS 仍需要为

Σ-Δ 高速 ADC 供电并生成基准电压。高速 PLL 需要提供调制器频率，并且您需要配置物理层 (PHY) 以实现合适的输入连接和偏置电压。

Σ-Δ 高速 ADC 还具有数据传输控制器 (DTC)，可以将转换结果直接传输到低功耗加速器 (LEA) 共享 RAM，而无需中央处理器 (CPU) 干预，因此低功耗加速器可快速处理数据。因此，Σ-Δ 高速 ADC + 低功耗加速器对于需要快速、准确的数据采集并对结果进行一定数字信号处理 (DSP) 的应用是一个很好的选择。

可编程脉冲发生器子模块

可编程脉冲发生器 (PPG) 可生成激励脉冲，用于在超声波应用中驱动传感器。不过，您可以将 PPG 脉冲用于任何需要脉冲生成的应用。下页的图 6 展示了采集序列发生器、可编程脉冲生成和物理接口 (SAPH) 模块中的 PPG 方框图。您可以对 PPG 进行编程，以便随时在特定频率下生成 1 至 127 个激励脉冲。该器件还能够生成 1 至 15 个停止脉冲（相对于激励脉冲有 180 度相移），

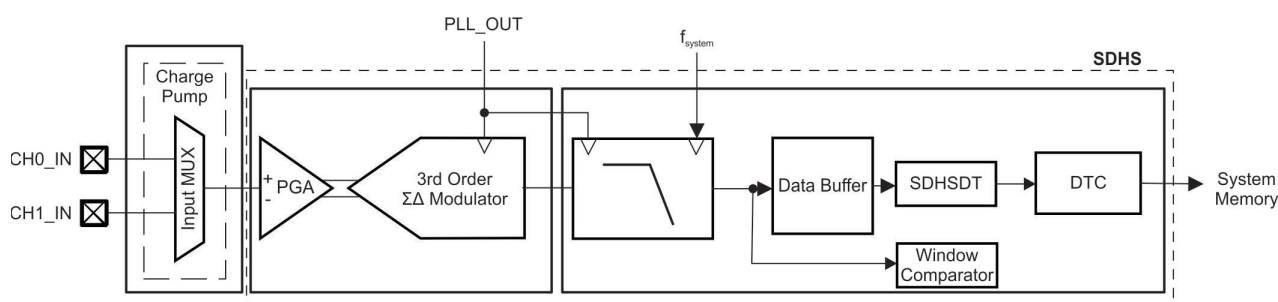


图 4: Σ-Δ 高速 ADC 方框图。

可立即产生同相脉冲。下方的图 5 中展示了具有低极性的 PPG 单音调生成示例。

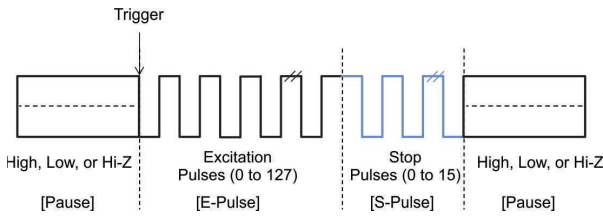


图 5: PPG 单音调生成, $SAPHPGC.PPOL = 1$ (始于低极性)。

PPG 可在 133kHz 至 2.5MHz 的频率范围内生成脉冲。脉冲频率的分辨率取决于 HSPLL 的频率以及模块中设置的高电平和低电平周期。分辨率公式 1 是:

$$\Delta F = \frac{HSPLL_Frequency}{high_period+low_period} - \frac{HSPLL_Frequency}{high_period+1+low_period} \quad (1)$$

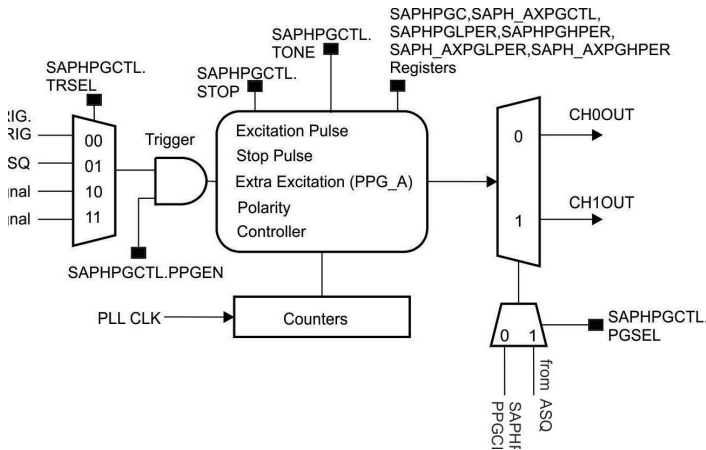


图 6: PPG 方框图。

PHY 驱动器和阻抗匹配

PHY 能够控制双通道传感器输入和输出。它包含单个驱动器和传感器对间共享的接收路径。PHY 还包含多路复用器,

可控制驱动器从通道 1 切换到通道 2, 同时将接收路径从通道 2 同步切换到通道 1。它包含具有低至 $4\ \Omega$ 阻抗的驱动器, 可

驱动高达 120mA 的电流。这样可实现传感器直接与器件连接, 而不需要任何外部模拟组件 (终端电阻器和电容器除外)。图 7 中展示了 PHY 输出引脚多路复用。

由于流量计应用包括两个不同传感器上的上游和下游触发, 因此匹配传感器在

两个路径上面对的电子阻抗非常重要。超声波感应模块包括

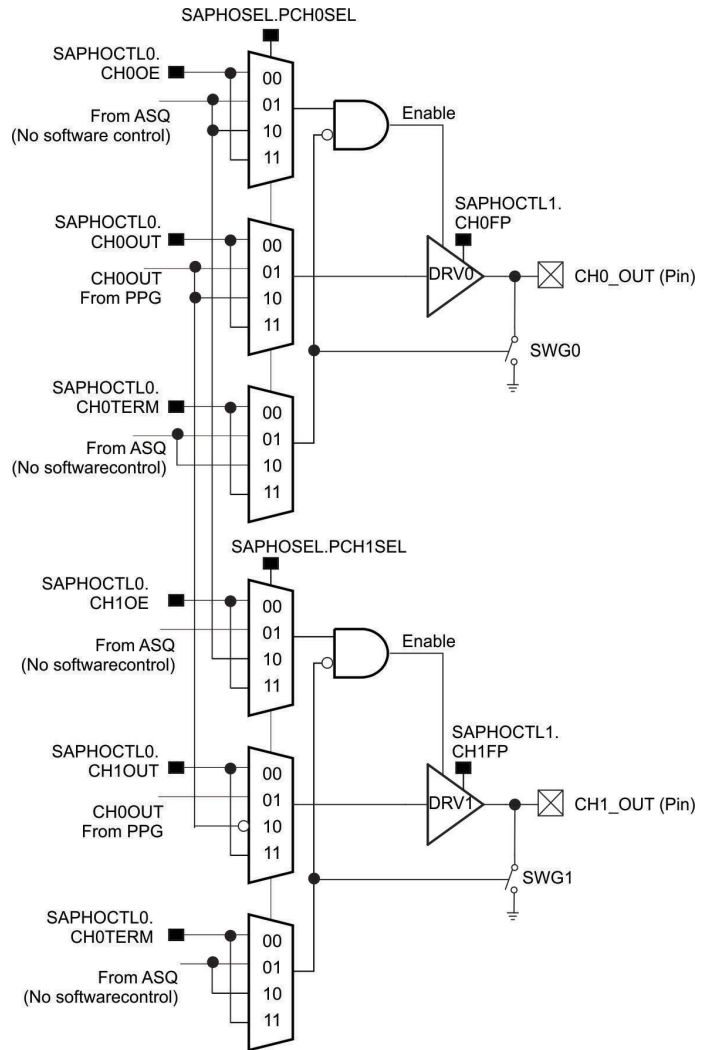


图 7: PHY 输出引脚。

重要声明和免责声明

TI 均以“原样”提供技术性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证其中不含任何瑕疵，且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、适合某特定用途或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

所述资源可供专业开发人员应用TI 产品进行设计使用。您将对以下行为独自承担全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的TI 产品；(2) 设计、验证并测试您的应用；(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他安全、安保或其他要求。所述资源如有变更，恕不另行通知。TI 对您使用所述资源的授权仅限于开发资源所涉及TI 产品的相关应用。除此之外不得复制或展示所述资源，也不提供其它TI 或任何第三方的知识产权授权许可。如因使用所述资源而产生任何索赔、赔偿、成本、损失及债务等，TI 对此概不负责，并且您须赔偿由此对TI 及其代表造成的损害。

TI 所提供产品均受TI 的销售条款 (<http://www.ti.com.cn/zh-cn/legal/termsofsale.html>) 以及ti.com.cn上或随附TI产品提供的其他可适用条款的约束。TI提供所述资源并不扩展或以其他方式更改TI 针对TI 产品所发布的可适用的担保范围或担保免责声明。

邮寄地址：上海市浦东新区世纪大道 1568 号中建大厦 32 楼，邮政编码：200122
Copyright © 2019 德州仪器半导体技术（上海）有限公司