

摘要

本文档介绍了用于 PVC 管的非侵入夹钳式超声波传感解决方案。此处所述的解决方案使用 [MSP430FR6047 超声波传感评估模块](#)。

内容

| | |
|---------------------------|---|
| 1 引言..... | 2 |
| 1.1 换能器放置和耦合剂..... | 2 |
| 1.2 EVM430-FR6047 配置..... | 3 |
| 2 测试结果..... | 5 |

插图清单

| | |
|----------------------------------|---|
| 图 1-1. 基于 ToF 的超声波测量的不同可能配置..... | 2 |
| 图 1-2. Jiakang 1MHz 换能器..... | 2 |
| 图 1-3. 附加了 PVC 管的 3D 打印装置..... | 2 |
| 图 1-4. 设计中心配置..... | 3 |
| 图 1-5. 设计中心配置 (续)..... | 4 |
| 图 2-1. ADC 捕捉 (ADC Capture)..... | 5 |
| 图 2-2. 流量计测试设置..... | 6 |
| 图 2-3. 流量测量结果..... | 6 |

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 引言

在此示例中，MSP430FR6047 超声波传感评估模块 (EVM430-FR6047) 与一对 Jiakang 1MHz 换能器一同使用。这些换能器使用 50° 角，旨在与夹钳式仪表一同使用。3D 打印装置用于将换能器连接并钳位在 PVC 管上。所有测试均使用 0.75 英寸 PVC 管进行。

可以使用不同的换能器配置来获得超声波飞行时间测量值。本文档中所述的测试采用直接面对面配置，如图 1-1 中的第一个选项所示。

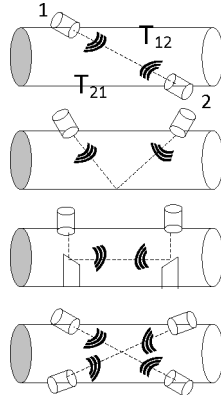


图 1-1. 基于 ToF 的超声波测量的不同可能配置



图 1-2. Jiakang 1MHz 换能器

1.1 换能器放置和耦合剂

为了获得正确的信号电平，必须对齐换能器，并且必须在换能器和管道之间放置耦合剂（例如超声凝胶或工业油脂）。对于零流量测试，管道内必须充满水，气体空间尽可能小。

使用图 1-3 中的 3D 打印装置将换能器对齐。此装置是两个单独的部件，用金属软管夹夹在一起。



图 1-3. 附加了 PVC 管的 3D 打印装置

测试表明，典型的超声波凝胶很快会变干，而工业润滑脂也能提供类似的性能而不会变干。Magnalube-G (<https://www.magnalube.com/>) 随时可以买到并已用于这些测试。

1.2 EVM430-FR6047 配置

EVM430-FR6047 评估模块用于将换能器连接到 J8 的标准水表配置。设计中心 GUI 用于配置 MSP430FR6047 和捕获数据。

以下几个图展示了用于测试的设计中心配置。仅使用内部 PGA (可编程增益放大器)，无需外部放大。以 22.8dB 的增益获得了良好的信号电平。MSP430FR6047 的内部 PGA 实现了高达 30.8dB 的增益。

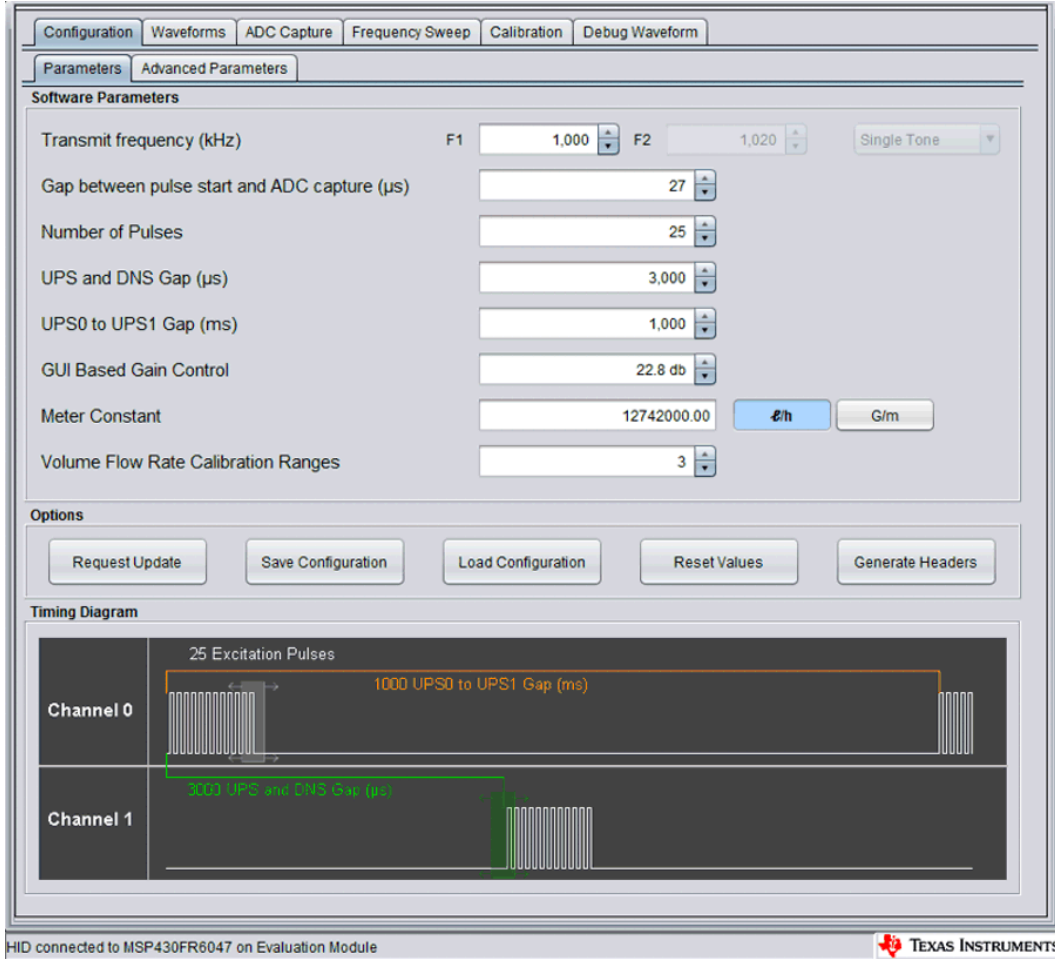
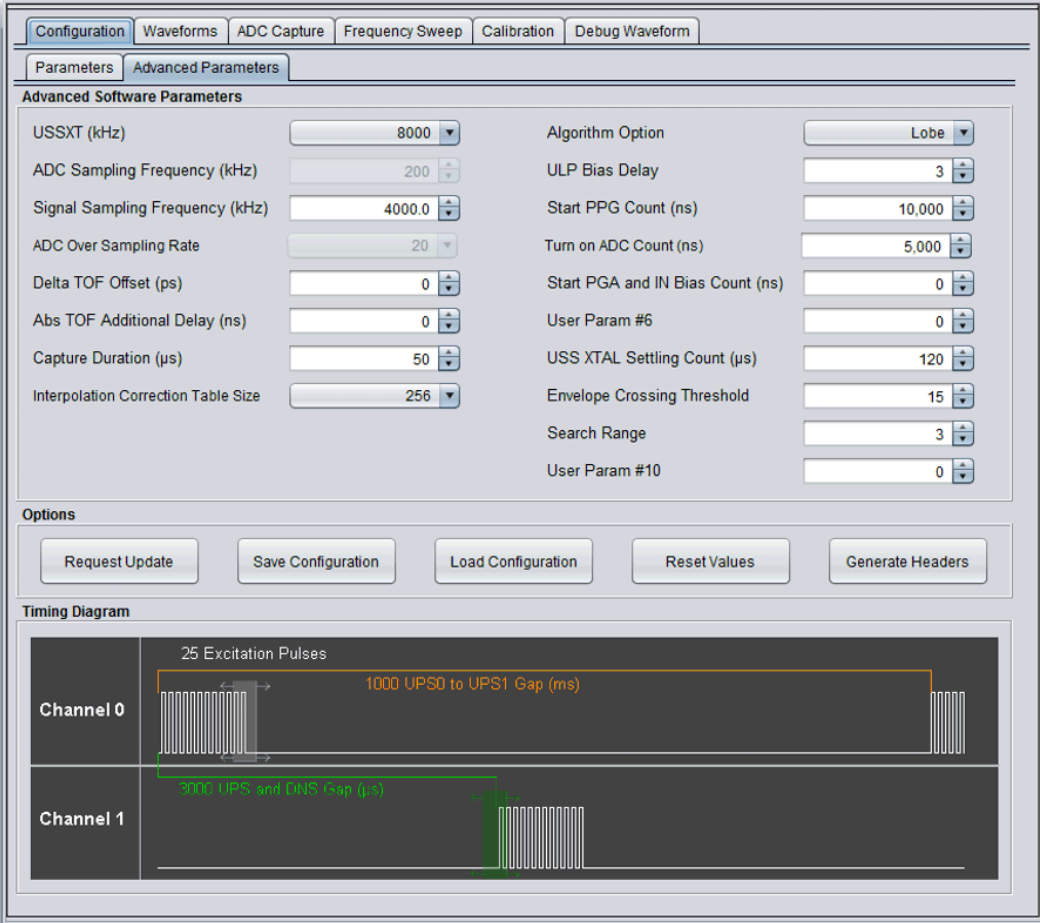


图 1-4. 设计中心配置



The screenshot shows the 'Advanced Software Parameters' section with the following settings:

| Parameter | Value | Parameter | Value |
|-------------------------------------|--------|----------------------------------|--------|
| USSXT (kHz) | 8000 | Algorithm Option | Lobe |
| ADC Sampling Frequency (kHz) | 200 | ULP Bias Delay | 3 |
| Signal Sampling Frequency (kHz) | 4000.0 | Start PPG Count (ns) | 10,000 |
| ADC Over Sampling Rate | 20 | Turn on ADC Count (ns) | 5,000 |
| Delta TOF Offset (ps) | 0 | Start PGA and IN Bias Count (ns) | 0 |
| Abs TOF Additional Delay (ns) | 0 | User Param #6 | 0 |
| Capture Duration (μs) | 50 | USS XTAL Settling Count (μs) | 120 |
| Interpolation Correction Table Size | 256 | Envelope Crossing Threshold | 15 |
| | | Search Range | 3 |
| | | User Param #10 | 0 |

The Timing Diagram shows 25 Excitation Pulses for Channel 0. A gap of 1000 μs (labeled '1000 UPS0 to UPS1 Gap (ms)') is shown between the end of the Channel 0 pulses and the start of the Channel 1 pulses. A gap of 300 μs (labeled '300 UPS and DUS Gap (μs)') is shown between the end of the Channel 1 pulses and the start of the next Channel 0 pulse.

HID connected to MSP430FR6047 on Evaluation Module

图 1-5. 设计中心配置 (续)

2 测试结果

图 2-1 展示了在零流速和测得的流速下捕获的 ADC 波形。这些测试是在室温下执行的。

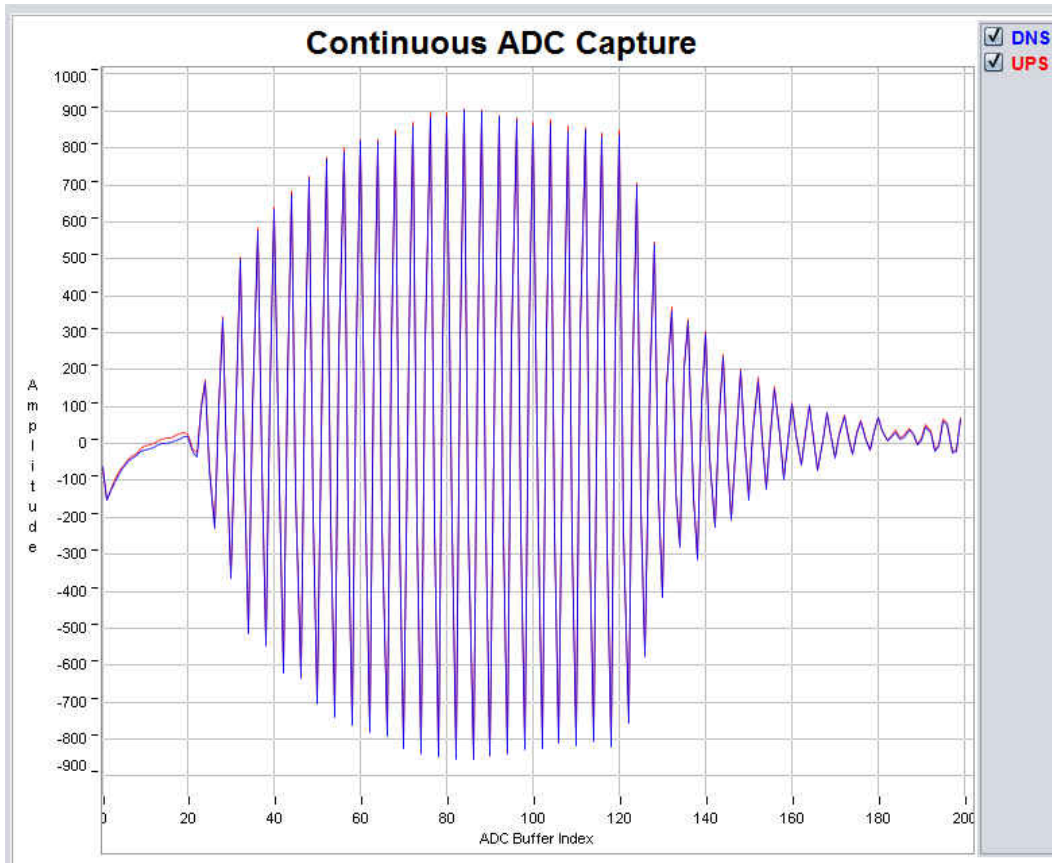


图 2-1. ADC 捕捉 (ADC Capture)

通过将换能器钳位到现有流量计测试设置 (参见图 2-2) 的 PVC 上来获取流量测量值，该装置包括串联的参考表和用于改变流速的泵。



图 2-2. 流量计测试设置

图 2-3 展示了参考流速和 MSP430FR6047 测得的流速之间的线性关系。

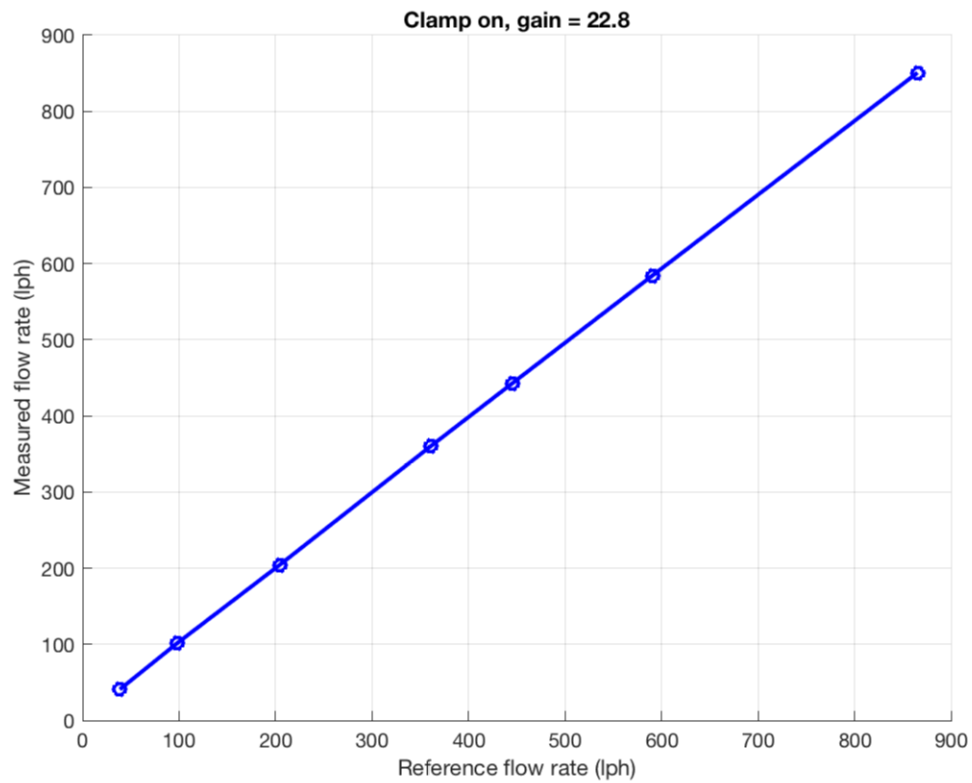


图 2-3. 流量测量结果

重要声明和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（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，不保证没有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、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(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功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2022，德州仪器 (TI) 公司