

Application Note

采用 **DRV8220** 和 **MSPM0G350x** 微控制器的烟雾报警器发声
器

David Stout, Deva Issa

摘要

烟雾报警器发声器的许多当前设计都采用分立式电路实现，可能需要多个发声元件来根据具体应用产生不同的音调，这就导致功耗和设计成本增加。本应用手册介绍了一种三芯片设计，用于实现低成本、低功耗烟雾报警器发声子系统，该子系统使用具有低功耗睡眠模式的 **DRV8220** 低电压 H 桥电机驱动器和具有 **Arm® 32 位 Cortex®-M0+ CPU** 的 **MSPM0G350x** 混合信号微控制器提供双频输出以及音频播放。所展示的设计满足烟雾报警器的 **SPL** 要求并提供宽输出频率范围，它采用单个压电元件，在该范围内具有大致平坦的响应。

内容

1 引言.....	2
2 演示硬件.....	2
3 测试结果.....	4
4 总结.....	5
5 参考资料.....	5

商标

LaunchPad™ is a trademark of Texas Instruments.

Arm® and Cortex® are registered trademarks of Arm Limited.

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 引言

烟雾报警器提供标准的 3kHz 信号，事实证明，该信号可在人们清醒时有效地提醒他们注意危险；然而，事实证明，对于熟睡的人或听力受损的人，该频率并不是最有效的频率。2010 年版 NFPA 72《美国国家火灾报警和信令规范》引入了**低频发声器**一词，经证实，这些发声器对**睡眠区**人员、听力受损人员以及受药物或化学品影响的报警效果最为显著。酒店、出租公寓、宿舍、公寓楼、日托设施和医院等区域被标记为**睡眠区**，低频发声器在这些区域具有出色的唤醒效果。事实证明，与标准的 3kHz 信号相比，520Hz 方波信号频率在发生火灾时唤醒高风险人群的效果最好。包含 520Hz 频率信号通常会增加成本，因为需要更大的功耗才能产生低频。这通常需要使用不同的发声器元件和驱动器电路。烟雾报警器可以采用单个发声器元件和驱动电路，报警音由固件选择，从而优化设计成本。

2 演示硬件

图 2-1 展示了基于 MSPM0G3507 和 DRV8220 的烟雾报警器演示设置方框图。介绍的设置包括一个 MSPM0G3507 LaunchPad™ 开发套件，该套件连接了两个额外的 TI 评估板。评估模块 TLV61046AEVM-833 用于为驱动器模块 DRV8220EVM 和压电元件提供适当的电压轨。这种布置支持单端 PWM (用于生成警报音) 或差分 PWM (例如 BD 调制) 来驱动压电式扬声器。本演示使用 **BD 调制** 来适应音频播放和警报音生成。

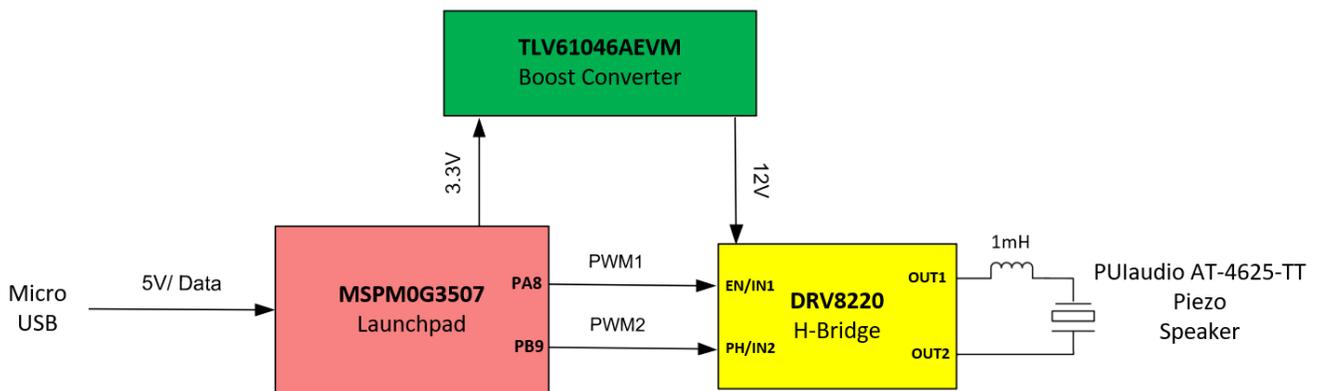


图 2-1. 采用 DRV8220 和 MSPM0G 硬件的烟雾报警器发声器方框图

MSPM0G350x 系列微控制器是超低功耗 MCU，工作电源电压范围为 1.62V 至 3.6V。本演示中展示的 LaunchPad™ 通过插入到 PC 中的 USB 电缆供电，可提供 5V 的输入电压轨。MSPM0G3507 LaunchPad 包括一个 LDO，可提供 3.3V 电压轨，用于为 MCU 和升压转换器输入供电。DRV8220 H 桥的工作电压范围为 4.5V 至 18V。本演示使用 TLV61046AEVM 的默认 12V 输出作为压电驱动电压，但该电压在 EVM 上可调。在该应用中选择 DRV8220 电机驱动器是因为它具有低功率耗散和低成本。DRV82xx 系列中的 H 桥设计还能够驱动容性负载，这也是该应用的一个重要考虑因素。

硬件连接演示如图 2-2 所示，详细信息如下：

- MSPM0G 3.3V 连接到 TLV61046A VIN
- MSPM0G GND 连接到 TLV61046A GND
- TLV61046A VOUT 连接到 DRV8220 VM
- TLV61046A GND 连接到 DRV8220 GND
- MSPM0G PA8 连接到 DRV8220 IN1
- MSPM0G PA9 连接到 DRV8220 IN2
- DRV8220 OUT1 连接到 PCT-4546E 压电
- DRV8220 OUT2 连接到 PCT-4546E 压电
- USB 电缆从 PC 连接到 MSPM0G LaunchPad

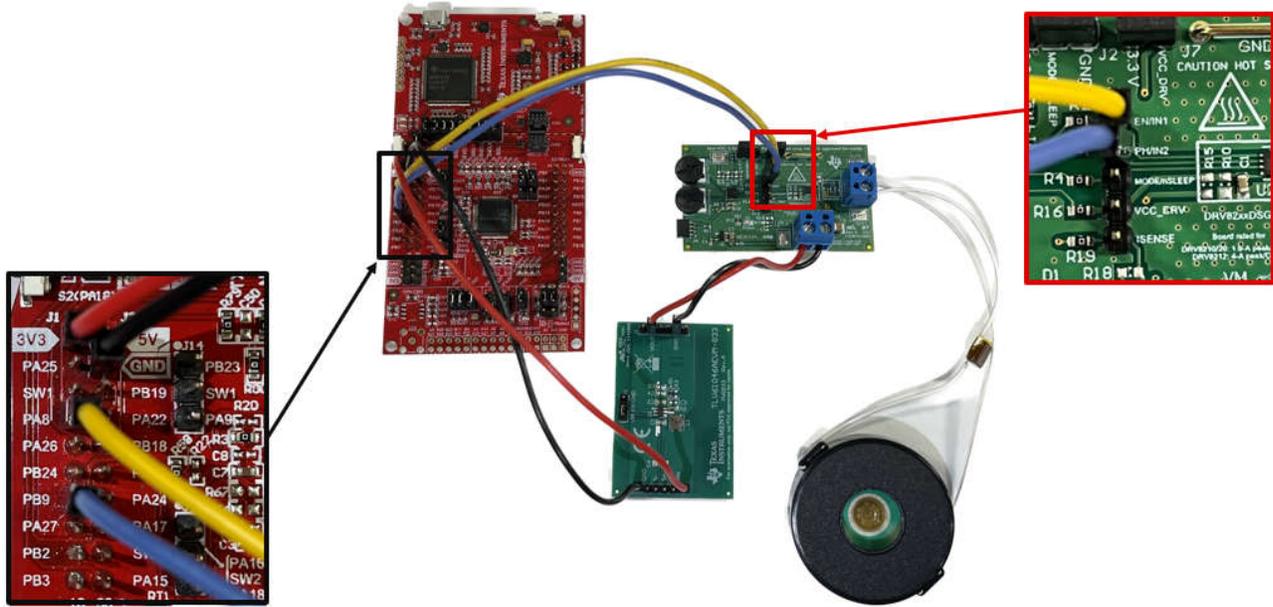


图 2-2. 硬件连接演示

MSPM0G350x 微控制器 (MCU) 属于 MSP 高度集成的超低功耗 32 位 MCU 系列，该 MCU 系列基于增强型 Arm® Cortex®-M0+ 32 位内核平台，工作频率最高可达 80MHz。高性能集成模拟外设可简化供应链并优化成本。MSPM0G350x 集成了两个 12 位 4Msps ADC、可配置的内部共享电压基准、一个 12 位 1Msps DAC、三个具有内置基准 DAC 的高速比较器、两个具有可编程增益的零温漂零交叉运算放大器和一个通用放大器。此外，MSPM0G350x 集成了智能数字外设，例如七个计时器，支持多达 22 个 PWM 通道。MSPM0 MCU 平台将 Arm Cortex-M0+ 平台与整体超低功耗系统架构相结合，可在提高性能的同时降低能耗，这对于需要更大功率来产生低频音调的烟雾报警器应用尤其重要。

DRV8220 是一款集成电机驱动器，具有四个 N 沟道功率 FET、电荷泵稳压器和保护电路。三路电荷泵架构可减小设计尺寸，并在 4.5V 至 18V 的工作电源电压范围内以 100% 占空比运行。DRV8220 H 桥电机驱动器支持多种控制接口模式：PWM、相位/使能、独立半桥和并行半桥，其中每种模式均支持低功耗睡眠模式，以确保超低的静态电流消耗。DRV8220 所属的器件系列具有引脚对引脚、可扩展 RDS(on) 和电源电压选项，可支持不同负载和电源轨，并尽可能减少设计改动。

TLV61046A 是一款高度集成的升压转换器，集成了 30V 电源开关、输入至输出的隔离开关以及整流器二极管。TLV61046A 可将来自一节锂离子电池或两节碱性电池（串联）的输入电压转换成高达 28V 的输出电压。TLV61046A 具有输出短路保护、输出过压保护和热关断功能。在该应用中，通过将 FB 引脚和 VIN 引脚相连，使用默认的 12V 内部输出电压设置。

本硬件演示中使用的压电式发声器 AT-4625-TT-HT-R 具有 3Vp-p 至 30Vp-p 的宽工作电压范围，电流消耗 $\leq 80\text{mA}$ 。10cm/1m 时的最小 SPL 额定值为 120/100dBA，能够在 3m 处产生超过 90dBA 的输出。与更典型的选择性频率响应相比，AT-4625-TT-HT-R 在宽频率范围内表现出相对平坦的响应，这对于该应用来说或许更重要。

3 测试结果

使用图 3-1 中所示的设置对演示硬件的 SPL 性能进行了测试。Radio Shack SPL 仪表求出了距离压电式发声器 1m 处的声值。

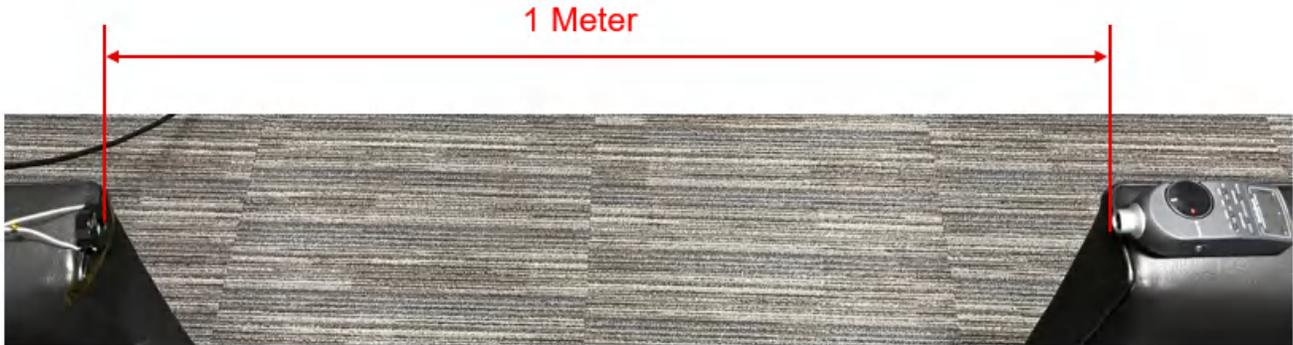


图 3-1. 使用 Radio Shack SPL 仪表执行的 SPL 测试设置

在 SPL 测量中，在 100Hz 至 4.1kHz 范围内进行扫频以进行求值。图 3-2 所示为相关结果。可以看出，在所述的频率范围内，本演示的 SPL 范围为 80dB 至 100dB。更重要的是，频率 $\geq 520\text{Hz}$ 时的 SPL 至少为 88dB。这些结果表明，本演示能够使用单个压电式扬声器元件和固定电路设计以可接受的 SPL 等级产生多种声频，以便播放音频和不同的警报音。

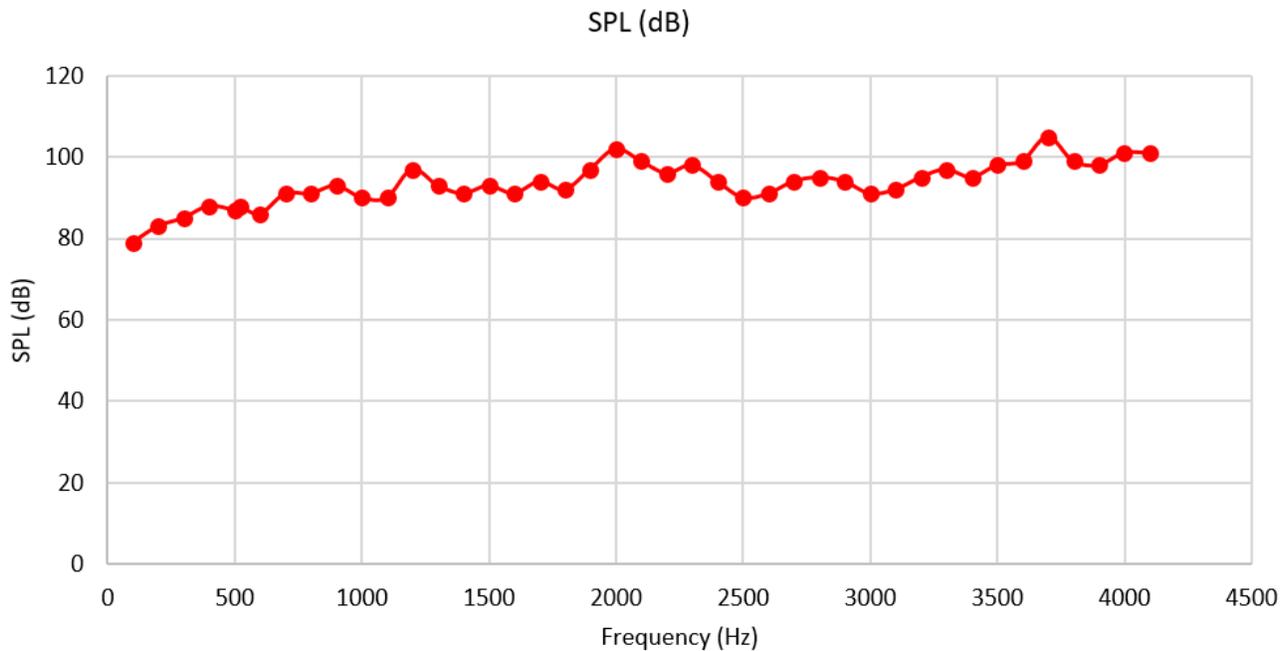


图 3-2. 采用 Radio Shack SPL 仪表在距离压电式发声器 1m 处执行 DRV8220 和 MSPM0G 的烟雾报警器 SPL 测量测试结果

4 总结

本应用手册为烟雾报警器发声器提供了一种低功耗且具有成本效益的设计，可满足 **NFPA 72** 要求，并提供两种输出频率（**500Hz** 和 **3kHz**），这些输出频率经证明是适合放置在睡眠区的有效设计。此外，采用这一相同的硬件设计可通过固件实现音频播放。与分立式实现相比，使用 **H 桥** 驱动器具有多项优势，例如低功率耗散，以及高 **SPL** 输出（由于压电体的差分驱动而产生，从而无需昂贵的自动变压器磁性元件）。

虽然本应用手册中未详细介绍，但有一种使用 **TPS8802** 模拟 **AFE** 的设计可以替代烟雾报警器。**TPS8802** 包括一个 **H 桥** 喇叭驱动器（可选择用于 **2 端子** 或自谐振 **3 端子** 压电驱动）和一个升压转换器。在这种情况下，本演示中显示的 **TLV61046A** 和 **DRV8220** 被 **TPS8802** 中包含的功能取代。

5 参考资料

- 德州仪器 (TI), [压电式扬声器频闪灯通知参考设计](#)。
- 德州仪器 (TI), [D 类 LC 滤波器设计](#) 应用手册。

重要通知和免责声明

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 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。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
版权所有 © 2025，德州仪器 (TI) 公司