

Application Note

TAS5815、TAS5825P、TAS5827、TAS5828M 和 TAS5830 放大器中 H 类实现的设计人员指南



Sydney Northcutt

摘要

德州仪器 (TI) 的 TAS58xx 系列器件是双通道、数字输入 D 类音频放大器，可驱动 10W 至 150W 扬声器，可提供各种音频应用所需的功率和灵活性。该系列中的各种器件均包含用于外部直流/直流转换器的 H 类算法，可在不影响音质的情况下优化效率。通过根据音频信号动态调整 PVDD 电源电压，H 类技术可通过减少开关和传导损耗来减少热耗散并更大幅度地降低功耗。无论您是设计高保真家用音频系统还是便携式蓝牙扬声器，TAS58xx H 类特性都能确保客户以最小的失真享受丰富、精细的声音 — 同时将功耗和热产生保持在最低水平。

本文档提供了在 TAS58xx 器件中集成 H 类功能的指南，涵盖了内部算法、外部硬件要求和 PurePath™ Console 3 (PPC3) 软件的使用。

内容

1 简介.....	2
2 详细说明.....	3
2.1 硬件.....	3
2.2 软件.....	6
3 总结.....	10
4 参考资料.....	11

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 简介

由于音频系统所需的功率等级不断提高，可用于散热的空间有限并且功耗要求更严格、音频放大器市场越来越多地采用 D 类技术。随着扬声器数量的增加和最大电源轨电压的增加，放大器中的功率耗散也会增加，从而导致更高的热水平，这带来了巨大的挑战。为了解决该问题，电源轨包络跟踪已成为一种提高系统级效率的常用技术。这使音频系统能够提供同样强大的声音，同时延长电池寿命并更大限度地减少发热。

通常，音频系统使用一个电压轨运行，这个电压轨可以满足系统的最大峰值功率规格。由于音乐是动态的，因此仅在不常见的短时脉冲下才需要此高压轨。在这个超过这些峰值功率水平的高压轨下运行会导致显著的损耗，并且没有任何好处。更具体地说，这种效率低下由开关和导通损耗引起。从系统级别来看，在最大电压轨下运行只会导致电池寿命延长和工作温度升高。通过实施包络跟踪电源系统，可有效解决这些系统难题。这种方法涉及分析输入音频信号以确定最佳电源电压电平，然后动态调整直流/直流转换器的输出电压以实时满足音频信号的需求。与根据峰值功率要求保持恒定电压的传统系统不同，此方法可确保电源电压始终根据音频信号的特定需求进行定制，而不会影响 THD。结果，开关和传导损耗显著降低，从而显著提高了效率和热性能。

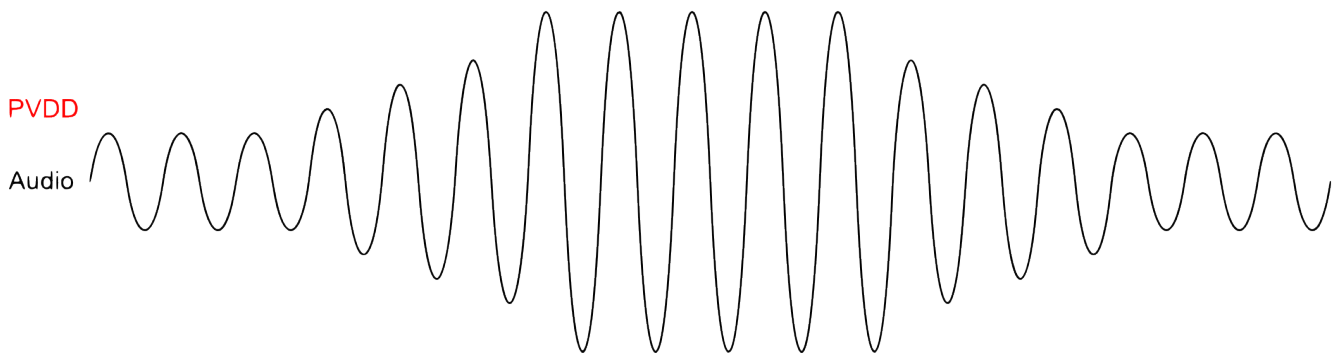


图 1-1. 图 1 : H 类禁用

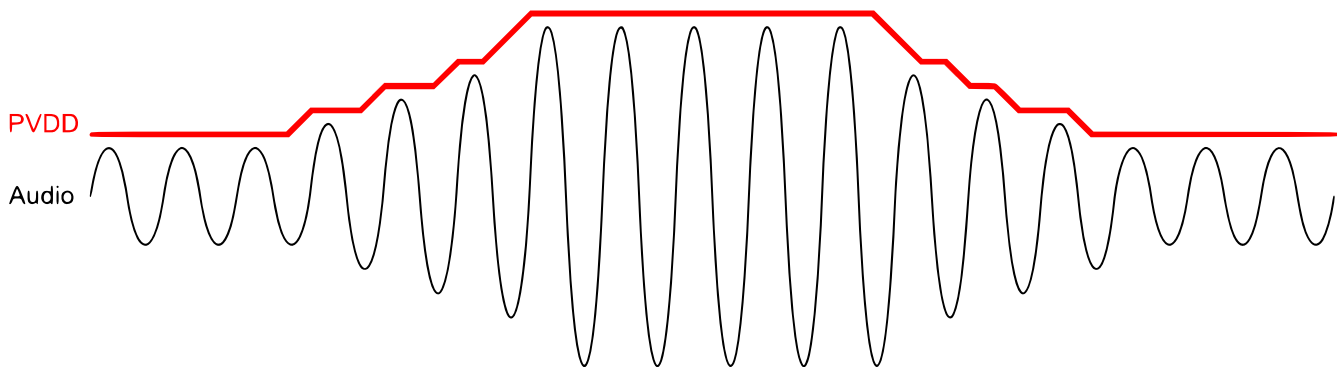


图 1-2. 图 2 : H 类启用

2 详细说明

TAS58xx 系列的 TAS5815、TAS5825P、TAS5827、TAS5828M 和 TAS5830 支持采用 BTL (立体声) 或 PBTL (单声道) 配置的 H 类算法。总体而言, 该算法通过生成最终用于控制放大器 PVDD 电压的 PWM 信号来工作。该算法在 TAS58xx 放大器的 DSP 内运行, 用于控制外部直流/直流转换器。放大器和直流/直流转换器的方框图视图如图 2-1 所示。来自 TAS58xx 放大器的该 PWM 信号根据 DSP 后处理的音频信号生成。PWM 信号的占空比将根据音频信号电平来动态调整。然后, PWM 信号通过外部无源滤波器, 成为在直流/直流转换器的反馈引脚上强制出现的电流变化源。该反馈引脚始终固定为一个特定电压, 因此注入额外的电流会强制转换器通过调整其输出电压进行补偿。由于直流/直流转换器提供放大器的 PVDD 电压, 因此放大器可以通过调整 PWM 信号来动态调整其 PVDD 电源。

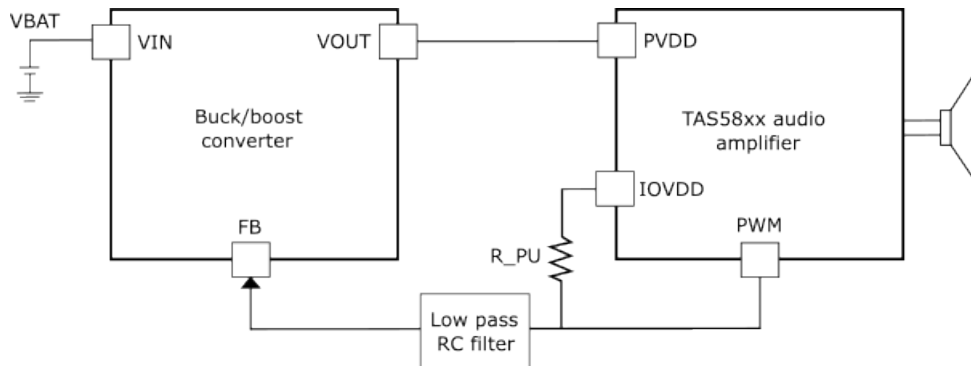


图 2-1. 单器件 H 类方框图

TAS58xx H 类算法也可以通过一个升压转换器用于多个 TAS58xx 器件。当 GPIO 连接在一起时, 它们用作逻辑 OR 门。在这种情况下, PVDD 电压将是所有放大器所需的最高电平。这使得 PVDD 能够针对系统进行优化, 同时不会影响布板空间和成本。要将各种 TAS58xx H 类 PWM 信号连接在一起, 必须将 PWM 引脚配置为开漏, 并将上拉电阻器连接到 DVDD。放大器还必须使用相同 DVDD 电压。否则, H 类配置与单器件情况相同。请参阅下面的双器件方框图。

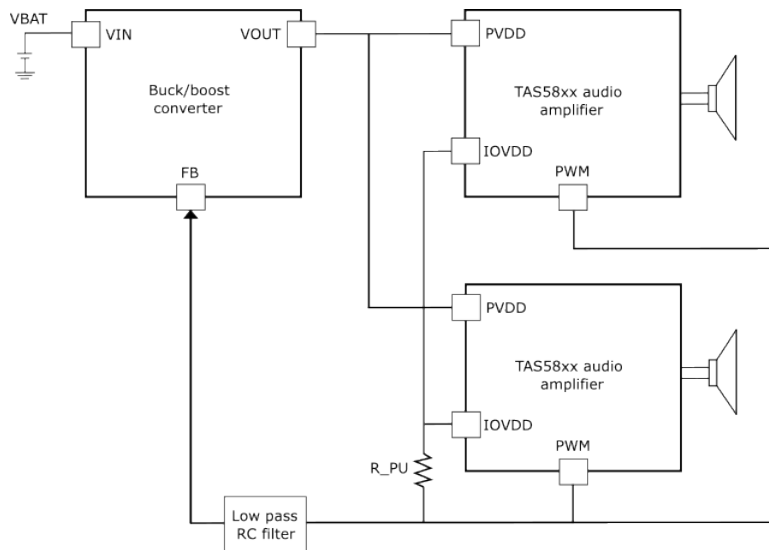


图 2-2. 双器件 H 类方框图

2.1 硬件

H 类算法所需的外部元件和连接如图 2-3 所示。需要使用无源二阶低通滤波器, 因为它将 PWM 信号转换为电流控制源, 再与反馈电阻器结合使用, 形成设置直流/直流转换器输出电压的环路。如果单器件情况下引脚配置为推挽, 则不需要上拉电阻器。

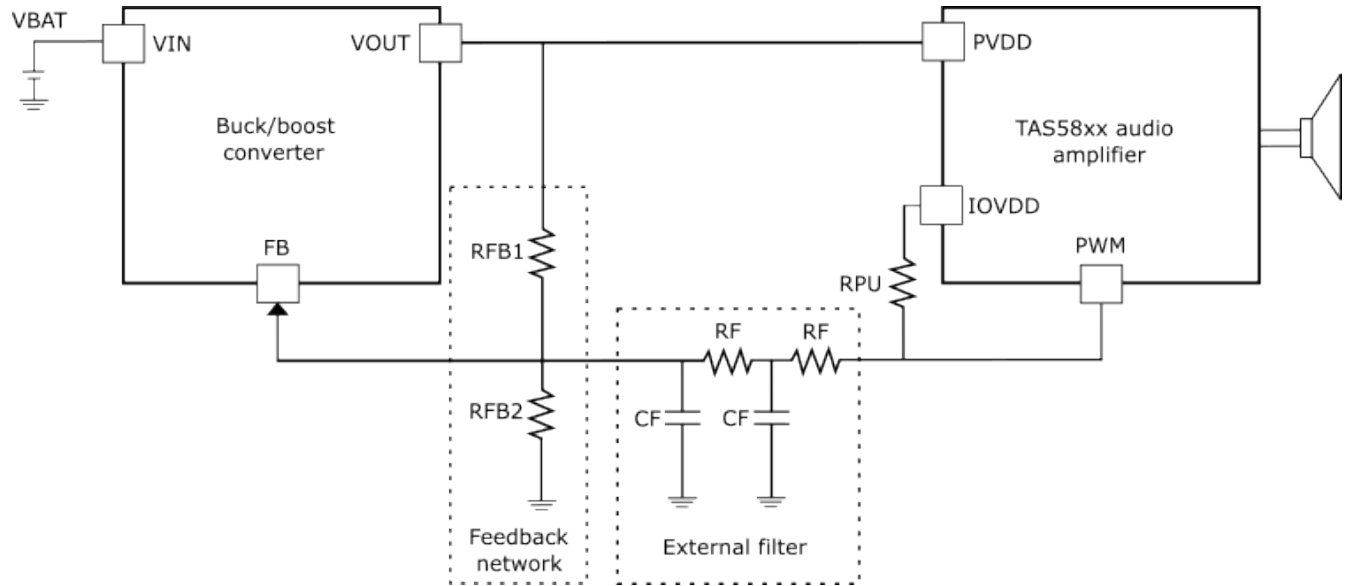


图 2-3. H 类外部元件

以下公式可用于计算外部元件值。这些公式在 H 类控制模块中的 PurePathConsole 3 (PPC3) 软件中使用，可加快计算速度并提高便利性。强烈建议利用 PPC3 软件进行常规配置，以避免任何手动计算错误。有关 PPC3 如何配置 H 类的更多详细信息，请参阅节 2.2。

方程式 1 和方程式 2 用于设置系统所需的最大和最小 PVDD 电压。这些电平分别对应于 0%(GND) 及 100% (DVDD) 占空比 PWM 控制信号。

$$VBST_{Max} = V_{FB} \times \left(1 + \frac{R_{FB1}}{2 \times R_F + R_{PU}} + \frac{R_{FB1}}{R_{FB2}} \right) \quad (1)$$

$$VBST_{Min} = V_{FB} \times \left(1 + \frac{R_{FB1}}{2 \times R_F + R_{PU}} + \frac{R_{FB1}}{R_{FB2}} \right) - DVDD \times \frac{R_{FB1}}{2 \times R_F + R_{PU}} \quad (2)$$

其中

$DVDD$ = TAS58xx 数字接口的电源电压 (3.3V 或 1.8V)

V_{FB} = 升压转换器的反馈电压 (来自升压转换器数据表)

$VBST_{Max}$ = 占空比 = 0% 时升压的最大输出电压

$VBST_{Min}$ = 占空比 = 100% 时升压的最小输出电压

R_{PU} = PWM 引脚上连接到 TAS58xx 的接口电源的外部上拉电阻器。通常为 1kΩ。(如果未组装上拉电阻，则此值可输入为 0)

重新排列公式 1 和 2，并且您可以使用公式 3 和 4 进行计算 R_F 和 R_{FB2} 其中 R_{FB1} 作为 10kΩ 和 1000kΩ 之间的给定值。

$$R_F = 0.5 \times \left(\frac{DVDD \times R_{FB1}}{VBST_{max} - VBST_{min}} - R_{PU} \right) \quad (3)$$

$$R_{FB2} = \frac{R_{FB1}}{\frac{VBST_{max}}{V_{FB}} - \frac{R_{FB1}}{2 \times R_F + R_{PU}} - 1} \quad (4)$$

其中 R_F 如所示来计算，低通滤波器的截止频率 (f_c) 应设置为比 PWM 频率低几个数量级。低通滤波器中的电容 C_F 可以使用方程式 5 来计算。在 PPC3 中，选择的截止频率为 70kHz。

$$C_F = \frac{1}{2 \times \pi \times f_C + R_F} \quad (5)$$

TAS58xx 系列可以在各种引脚上支持 H 类 PWM 信号。请参阅下表，根据 TAS58xx 放大器的不同，确定哪些引脚可用于 PWM H 类信号。除 TAS5815 外，还可以从三个 GPIO 引脚之一选择 PWM 信号。TAS5815 的 PWM 引脚为 SDOOUT。

表 2-1. H 类 PWM 引脚选择

TAS58xx 放大器	H 类 PWM 引脚
TAS5815	SDOOUT (引脚 9)
TAS5825P	GPIO0 (引脚 9)、GPIO1 (引脚 10) 或者 GPIO2 (引脚 11)
TAS5827	GPIO0 (引脚 9)、GPIO1 (引脚 10) 或者 GPIO2 (引脚 11)
TAS5828M	GPIO0 (引脚 12)、GPIO1 (引脚 11) 或者 GPIO2 (引脚 10)
TAS5830	GPIO0 (引脚 12)、GPIO1 (引脚 11) 或者 GPIO2 (引脚 10)

如果使用某个 TAS58xx EVM，请参阅下面的硬件设置来配置 H 类连接。有关跳线和原理图的更多详细信息，请参阅相应的 EVM 用户指南。

表 2-2. EVM H 类配置：TAS5827、TAS5828M、TAS5830

TAS5827EVM、 TAS5828MEVM、 TAS5830EVM	H 类升压相关跳线 + 香蕉						通用跳线				
	电池，GND J12、J13	PVDD、GND J17、J20	J14	J18	J16	J15	J8	J10	J11	J22	J23
	IN - 电池输入 (9V)	OUT	IN	OUT	OUT	IN	2-3	OUT	OUT	1-2	1-2

表 2-3. EVM H 类配置：TAS5815

TAS5815PWPEVM	H 类升压相关跳线 + 香蕉								通用跳线	
	电池，GND J25、J26	PVDD、GND J28、J32	J27	J29	J33	J30	J31	J13	J14	J15
	IN - 电池输入	OUT	IN	OUT	OUT	IN	IN	2-3	1-2	1-2

表 2-4. EVM H 类配置：TAS5825P

TAS5825PEVM	H 类升压相关跳线 + 香蕉					
	电池，GND J1、J2	PVDD、GND J21、J23	J10	J22	J4	J3
	IN - 电池输入	OUT	IN	OUT	OUT	IN

2.2 软件

为方便起见，每个 TAS58xx 音频放大器在 **PurePath Console 3** 软件中都有相应的应用，可用于对器件内 DSP 进行调优。对于支持 H 类的设备，有一个专用块，用户可以在其中配置特定的 H 类设置，如 **图 2-5** 所示。在进入该块之前，用户应配置 H 类 PWM 引脚。对于具有可变 GPIO 的器件，H 类 PWM 信号可设置为三个 GPIO 选项中的任何一个。可以在“调优和音频处理”页面的“高级 SRT”选项卡中配置 GPIO，如 **图 2-4** 所示。此外，在该窗口中，用户可以选择 GPIO 设置为开漏（已选中）还是推挽（未选中）。如果选择了开漏，则必须在 RC 滤波器路径中安装一个上拉电阻器。如果 GPIO 配置为推挽，则该上拉是可选的。当多个 TAS58xx 放大器共享 H 类连接时，所有器件必须为开漏操作进行配置。

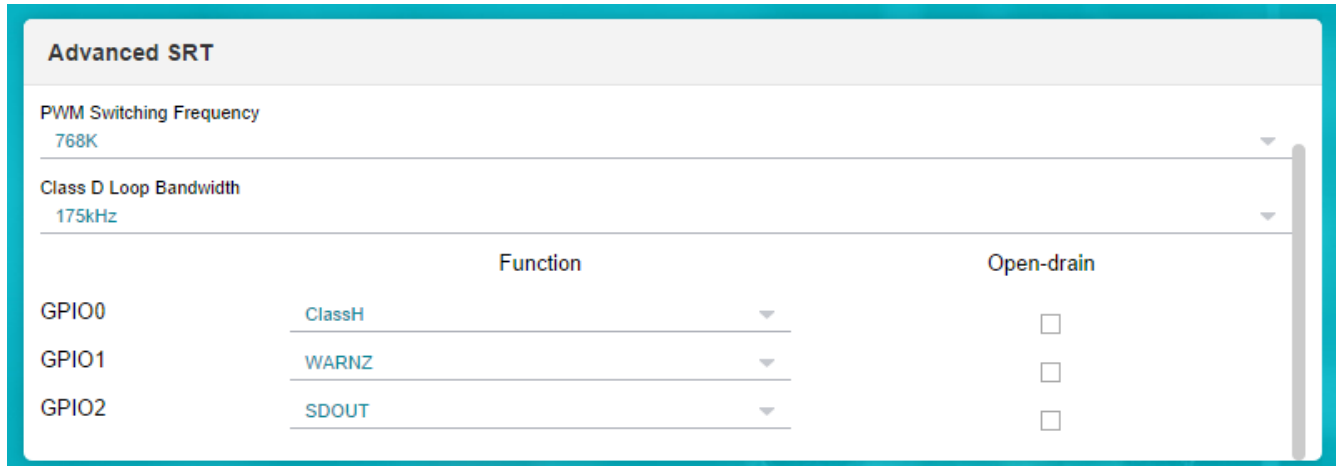


图 2-4. PPC3 H 类 PWM 引脚配置

定义 H 类 PWM 引脚后，用户可以导航到 H 类 PWM 模块以开始调优。

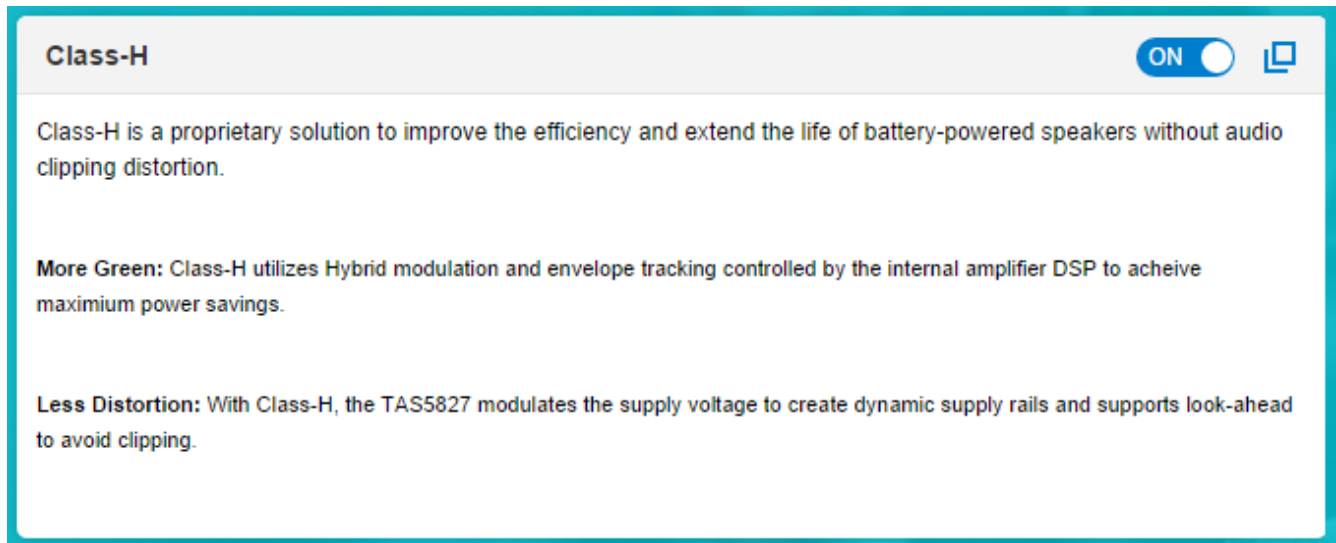


图 2-5. PPC3 H 类块

H 类 PPC3 块内部有四个部分。这些部分包括 TAS58xx 的配置窗口、直流/直流转换器的配置窗口、外部硬件接口概述及 TAS58xx 放大器输出电压与转换器电压。

TAS58xx 配置部分允许用户输入系统扬声器阻抗及 DVDD 电压等设置。如果放大器支持 16 阶跃 H 类 PVDD 电压，也可以在本部分中选择该电压。此外，在此部分中，还可以手动或自动调整模拟增益。为方便起见，可以取消选中 *Manual* 框，这样 PPC3 将根据 PVDD 范围以最佳方式自动配置增益。

在降压/升压部分，应输入系统所需的最大和最小 PVDD 电压。最大 PVDD 电压可使用系统所需的峰值输出功率来计算。可从所选直流/直流转换器的数据表中获取反馈电压。为了有效计算 H 类功能所需的外部元件，PPC3 应根据所有输入的字段和一个基准电阻器值填充电阻器和电容器值。计算得出的电阻器和电容器值也会在升压/降压接口概述窗口的图表中进行更新。用于这些计算的公式可在 [方程式 1](#) 至 [方程式 5](#) 中找到。

对于系统级视图，PPC3 绘制转换器输出电压上的音频放大器输出电压，以展示 H 类算法如何相对于输出电压改变 PVDD 电压。该图显示在窗口右下角。

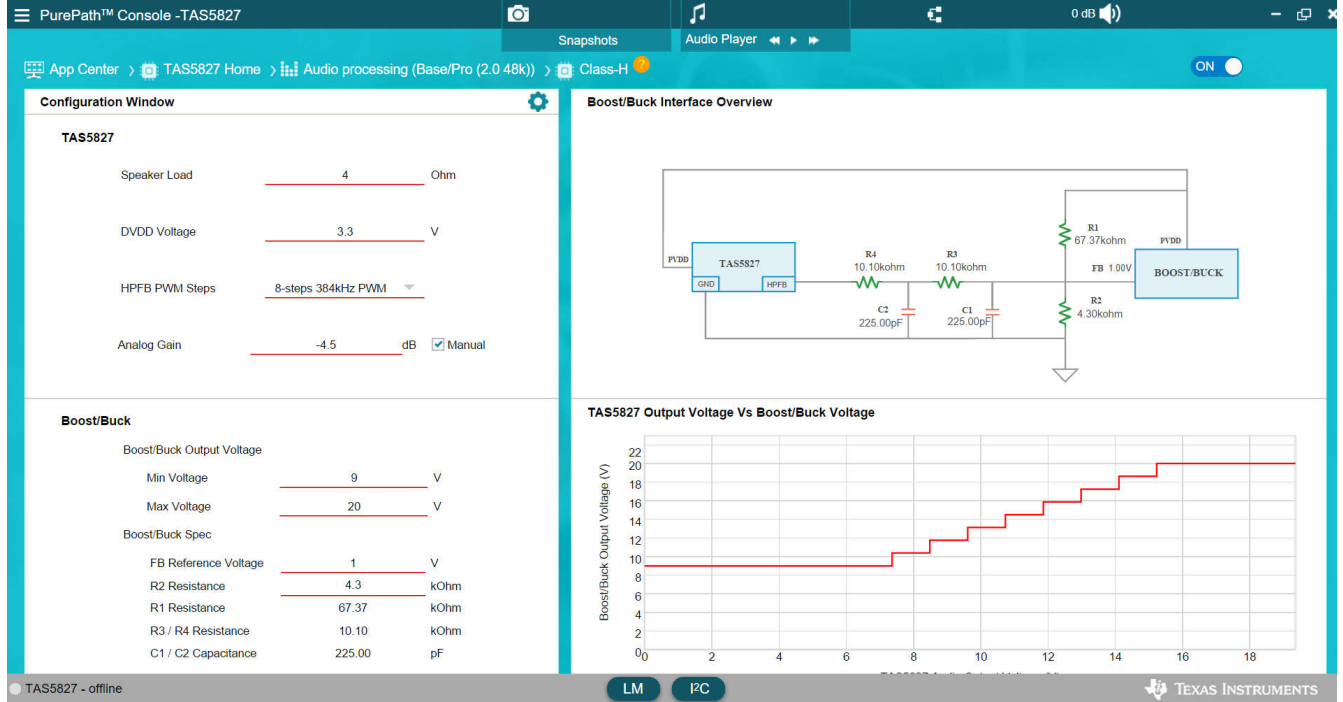


图 2-6. PPC3 H 类配置

配置窗口中有一个齿轮图标，用于显示 H 类的高级设置。这些寄存器可用于优化终端系统规格的 H 类算法。

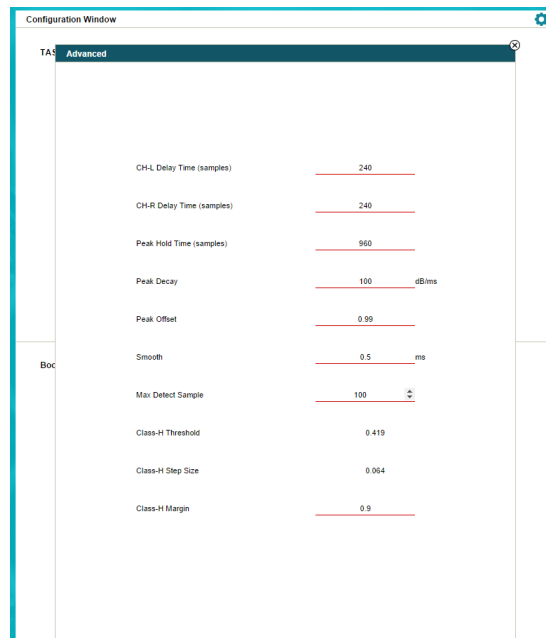


图 2-7. PPC3 H 类高级设置

通过调整这些高级寄存器，需要在性能和效率之间进行权衡。PVDD 电平与信号越接近、效率越高，但由于用户太近，放大器将开始削波，并且 THD 性能会下降。为了更好地优化这些寄存器的 H 类，用户必须定义优化意味着出色的效率和热性能、最佳性能和音质，还是两者之间的平衡。有关调整这些寄存器的建议，请参阅表 2-5 中的寄存器说明。

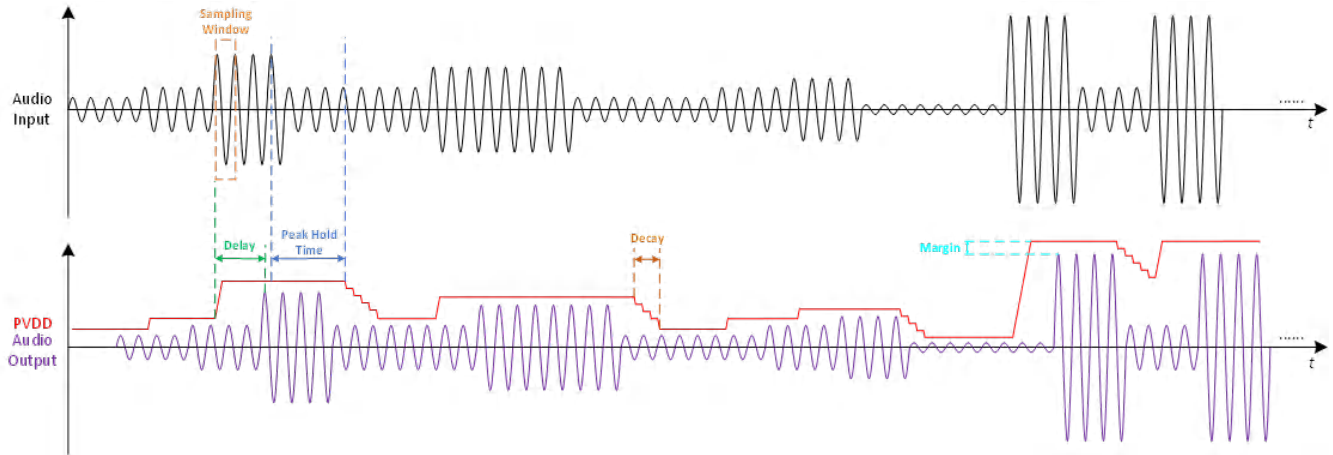


图 2-8. 高级 H 类寄存器计时示意图

表 2-5. 高级 H 类寄存器说明

寄存器	说明
H 类旁路	旁路 H 类算法 (在 TAS5827、TAS5828 和 TAS5830 上提供)
延迟左 BTL/延迟 PBTL	为 BTL 模式下的左声道或 PBTL 模式下的单声道设置音频输入及输出之间的延迟/超前。此参数应设置为有足够的时间让直流/直流转换器输出稳定下来。将此参数设置得过大将降低效率，但可以保证 PVDD 输出在音频之前达到所需的电平，以避免削波。
延迟右 BTL	在 BTL 模式下，为正确通道设置音频输入和输出之间的延迟/提前量。此寄存器不用于 PBTL 模式。此参数应设置为有足够的时间让直流/直流转换器输出稳定下来。将此参数设置得过大将降低效率，但应确保 PVDD 输出在音频之前达到所需的电平，以避免削波。
最大检测窗口	在音频信号电平检测期间比较的输入样本数。在比较定义的样本数量后，会锁存最大值，H 类将相应地做出响应。锁存最大值后，保持计时器启动。为了进行更精细的处理，该值可以减小，但通常保持为 100 个样本。
峰值保持	设置在衰减之前 PVDD 电平将保持的样本数，以防止电压快速波动。此设置必须大于延迟/预测时间。将该值设置为高电平可更最大限度地减小直流/直流转换器上的快速电压波动和压力，但会降低效率。
峰值检测偏移	介于 0-1 之间的电平来设置磁滞。如果输入样本大于先前锁存的最大值乘以该偏移设置，则该新输入样本将作为新的最大值被锁存，并且保持计时器重新启动。
峰值衰减	PVDD 电平包络衰减的最高速率。此衰减将在峰值保持计时器完成后开始。
峰值平滑时间常数	音频包络上的平滑滤波器用来滤除峰值的 Alpha 系数。
H 类裕度	通过使用 PPC3 在内部对阈值和阶跃进行微调，H 类裕度可用于增加输出裕度以实现低失真。较高的裕度会增加 PVDD 和信号之间的余量，从而延长 THD 寿命，而较低的裕度会提高效率。

这些寄存器通过 H 类算法进行处理，如图 2-9 中所示。相关 H 类寄存器的位置可以在表 2-6 中找到。

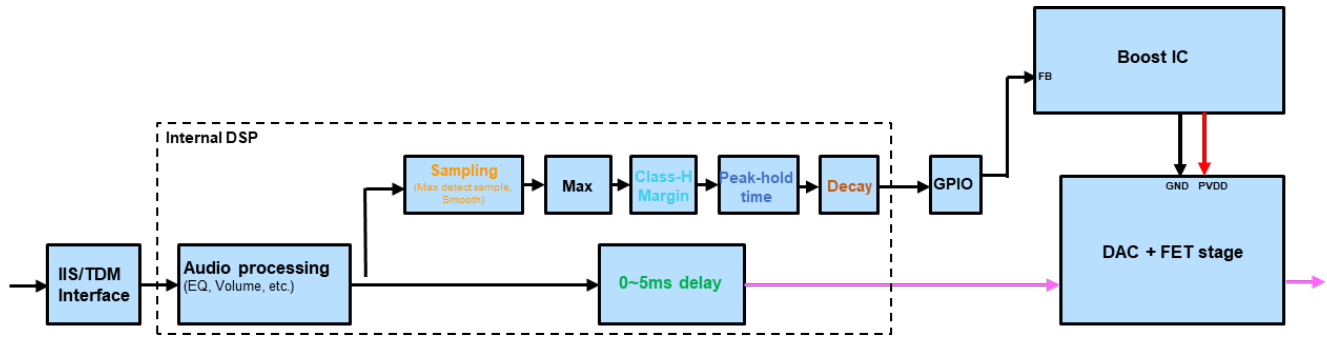


图 2-9. H 类 DSP 方框图

表 2-6. H 类寄存器映射

寄存器	单位	格式	书籍	TAS5815		TAS5825P		TAS5827、TAS5828、TAS5830	
				页	寄存器	页	寄存器	页	寄存器
H 类旁路	-	4/32.0	0x8C	-	-	-	-	0x0A	0x50
延迟左 BTL/延迟 PBTL	样品	4/32.0	0x8C	0x2E	0x7C	0x0F	0x2c	0x0A	0x5C
延迟右 BTL	样品	4/32.0	0x8C	0x2F	0x08	0x0F	0x30	0x0A	0x60
最大检测窗口	样品	4/32.0	0x8C	0x2F	0x0C	0x0F	0x40	0x0A	0x68
峰值保持	样品	4/32.0	0x8C	0x2F	0x10	0x0F	0x44	0x0A	0x6C
峰值检测偏移	线性	4/1.31	0x8C	0x2F	0x14	0x0F	0x48	0x0A	0x70
峰值衰减	dB/ms	4/1.31	0x8C	0x2F	0x18	0x0F	0x4C	0x0A	0x74
峰值平滑时间常数	ms	4/1.31	0x8C	0x2F	0x1C	0x0F	0x50	0x0A	0x78
H 类裕度	-	4/5.27	0x8C	0x2F	0x20	0x0F	0x54	0x0A	0x7C

3 总结

TAS58xx 系列的外部 H 类功能为实现高功率音频输出提供了一条重要途径，同时将能耗和热水平保持在最低限度。这使设计人员能够创建紧凑的解决方案，以满足当今音频市场严苛的性能期望。通过遵循本应用手册中的设计指导，工程师可以配置和优化 H 类，从而使 TAS58xx 系列能够提供各种音频应用所需的性能和灵活性。

4 参考资料

1. 德州仪器 (TI), [TAS5827](#)、[TAS5828M](#) 和 [TAS5830 处理流程](#), 用户指南。
2. 德州仪器 (TI), [TAS5815](#) 和 [TAS5802 处理流程](#) 用户指南。
3. 德州仪器 (TI), [TAS2781](#) 和 [TAS2783 Hybrid-Pro 升压控制器](#), 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、与某特定用途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安全、安保法规或其他要求。

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。对于因您对这些资源的使用而对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，您将全额赔偿，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 销售条款](#)、[TI 通用质量指南](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款或 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。除非德州仪器 (TI) 明确将某产品指定为定制产品或客户特定产品，否则其产品均为按确定价格收入目录的标准通用器件。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

版权所有 © 2026，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月