

摘要

许多系统需要软件来提供复杂的性能。企业系统中的自检应用使用由软件控制的电压裕度来执行定期的自应力测试，以检查系统的运行状况。闭环控制、温度补偿或偏置电路均依赖于简单的软件进行检测和控制。用户界面子系统或照明应用的工厂调校和校准大量使用软件来执行此类调节。某些负责生命安全或可能对用户造成伤害的应用需要免软件的故障管理。虽然可以使用分立式方法或专用集成电路 (ASIC)，但这种方法缺乏基本的智能。

传统的分立式数据转换器和模拟 ASIC 需要使用微控制器单元 (MCU) 来提供全面的功能和基本的智能。硬件工程师必须处理软件开发和维护的开销，当设计需要可编程逻辑时，有时还需申请监管审批。缺少可重用性是此类设计带来的另一个问题。当硬件发生更改时，必须采取许多步骤才能将产品推入市场：需求变化、更新、额外测试，有时需要重新认证。此类挑战通常会阻止设计人员进行系统升级。对于依赖于寿命的产品，软件也可能会引发一些问题。软件故障会导致一些不可预测的系统行为，而过载的微控制器可能会错过重要的中断或系统故障信号。对于此类系统和团队而言，软件开销超过了使用 MCU 的成本。在这些系统中，任何不需要软件开发的设计都是理想之选。智能 DAC 和 AFE 独立于软件。

由于无需软件，智能 DAC 填补了基于 DAC 的电路、基于 MCU 的电路和完全由精密电阻器、电容器和电感器等元件构建的分立式电路之间的空白。

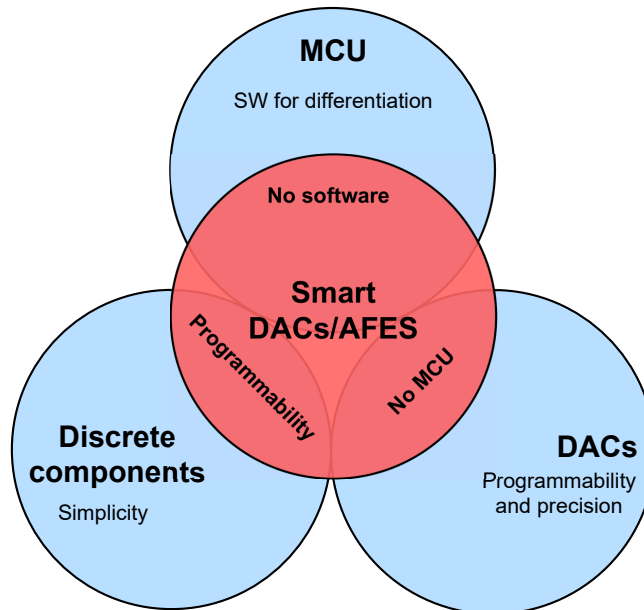


图 1-1. 为什么选择智能 DAC ?

内容

1 什么是智能 DAC?	3
2 什么是智能模拟前端 (AFE)?	4
3 智能 DAC 选型指南	5
4 智能 AFE 选型指南	6
5 应用	7
5.1 照明	7
5.1.1 发光二极管 (LED) 偏置和线性淡入淡出	7
5.1.2 带有 LED 驱动器的 LED 偏置	8
5.1.3 模拟温度折返	9
5.1.4 对数淡入淡出	11
5.1.5 LED 时序控制	12
5.2 控制	13
5.2.1 利用电压输出智能 DAC 进行电压裕度调节和电压缩放	13
5.2.2 热电冷却器 (TEC) 控制	14
5.2.3 激光器的模拟功率控制 (APC)	16
5.2.4 恒定功率控制	17
5.3 独立于微控制器的故障管理和通信	18
5.3.1 采用智能 DAC 的可编程比较器	18
5.3.2 GPI 至 PWM 转换	19
5.3.3 IF-THEN-ELSE 逻辑	20
5.4 驱动器	21
5.4.1 用于摄像头模块自动对焦和图像稳定的镜头定位控制	21
5.4.2 激光驱动器	22
5.5 其他智能 DAC 应用	23
5.5.1 无软件医疗警报生成	23
5.5.2 555 计时器	24

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 什么是智能 DAC ?

智能 DAC 是一种通用 (GP) DAC，具有旨在简化软件的辅助功能。典型的智能 DAC 集成了以下功能：

- 工厂或用户可编程的非易失性存储器 (NVM)，用于存储所有配置
- 波形生成
 - 锯齿、三角、正弦、方形
- 脉宽调制 (PWM) 生成
- 强制感测控制
- 具有迟滞功能的可编程比较器
- 可编程数字压摆率控制 (DAC 斜升速度)
- 可编程通用输入输出 (GPIO)

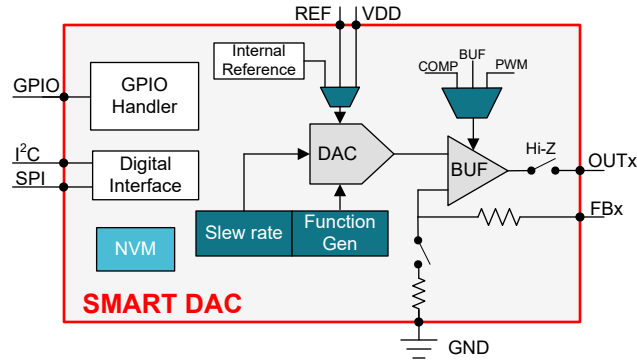


图 1-1. 智能 DAC 方框图

2 什么是智能模拟前端 (AFE) ?

实时控制环路通常通过外部硬件和 MCU 来实现。此类实现通常需要多种分立式元件用于检测、滤波、以及通过微控制器实现的控制例程机制。然而，这种系统增加了复杂的研发周期。如果发生系统升级、法规更新或系统设计变更，软件控制的系统通常不能重复使用。为了简化这一过程，德州仪器 (TI) 发布了智能 AFE。这些器件不仅包含智能 DAC 的所有功能，还额外提供：

- 集成的可编程状态机
- 集成的数字或模拟检测机制
- 可编程的查询表
- 用于存储配置的非易失性存储器

智能 AFE 在一个芯片中同时集成了检测和控制机制，无需额外加装分立式元件。借助 NVM 和各种可配置工具，智能 AFE 无需运行时软件，并且可以直接由硬件工程师进行配置。

通过将实时逻辑卸载到硬件上，系统可以实现模块化和并行运行，允许单个模块松散耦合并且可以替换而无需更新相邻模块。系统中硬件的升级或新增的监管要求不会影响实时逻辑和控制环路，因此与标准 MCU 方法相比，此设计的通用性要高得多。

对于需要运行时更新的子系统，智能 AFE 还通过提供通用和自动检测 SPI 和 I²C 通信协议来支持此类要求。以下是一个常见的智能 AFE 的方框图示例。

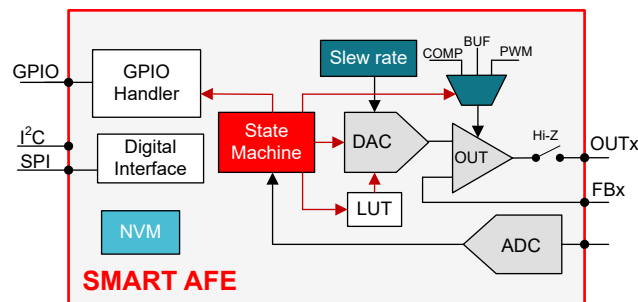


图 2-1. AFE 方框图

由于控制从微控制器卸载且独立于驱动器和负载，在硬件更新时或供应短缺需要硬件替换的情况下，无需进行软件更新，因为控制环路保持不变。

3 智能 DAC 选型指南

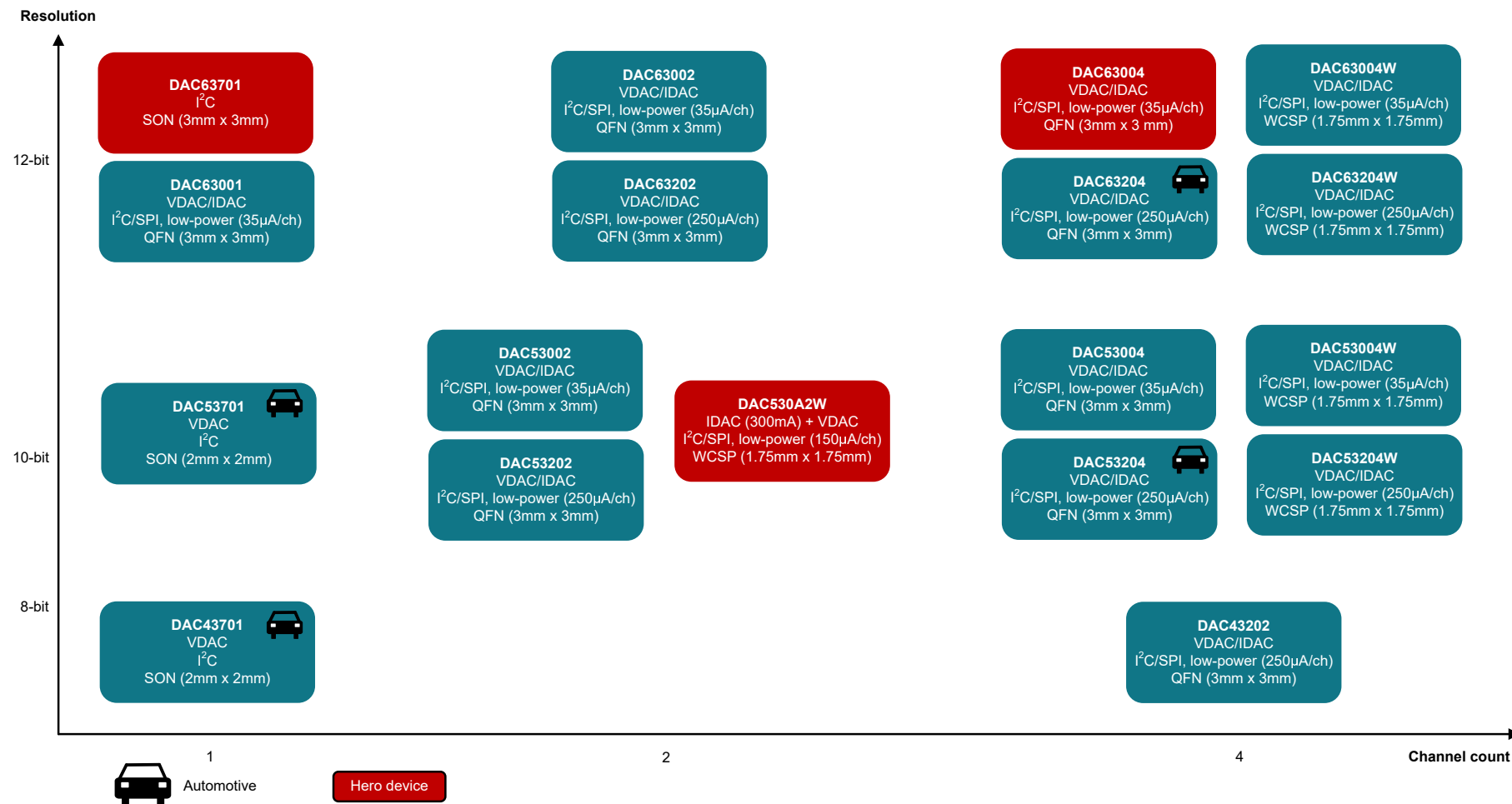


图 3-1. 智能 DAC 选型指南

4 智能 AFE 选型指南

表 4-1. 智能模拟前端 (AFE) 选型指南

器件型号	规格	说明	应用	终端设备
AFE539A4	3 通道 10 位 VDAC, 单通道 ADC	具有电压输出的数字 PI 环路	使用直流/直流驱动器进行 TEC 控制	IVD 光学模块
AFE439A2	单通道 VDAC、单通道 ADC、PWM、GPO	具有 PWM 和数字输出的数字 PI 环路	使用 H 桥驱动器进行 TEC 控制	IVD 光学模块
AFE639D2	单通道 VDAC、单通道 ADC	具有电压输出和 I ² C 传感器接口的数字 PI 环路	使用直流/直流驱动器进行 TEC 控制	IVD 光学模块
AFE53902-Q1	10 位、单通道 VDAC、单通道 PWM、单通道 ADC	配置为根据当前温度控制 LED 输出的状态机	多斜率热折返	汽车照明 照明
AFE53902-Q1	8 位、单通道 VDAC、单通道 PWM、单通道 ADC	配置为根据当前温度控制 LED 输出的状态机	多斜率热折返	汽车照明 照明
DAC43902-Q1	8 位 x 4 通道 PWM	配置状态机以控制 LED 动画图形	对数淡入淡出 顺序开/关控制	汽车照明 照明
DAC43901-Q1	8 位 x 2 通道 PWM	配置状态机以控制 LED 动画图形	对数淡入淡出 顺序开/关控制	汽车照明 照明
DAC539G2-Q1	3 GPI、单通道 PWM	将 GPI 输入转换为具有唯一占空比的 PWM 的 LUT	GPI 至 PWM 故障通信	汽车照明 有线控制 电器
DAC539E4W	4 个可编程比较器、4 个 GPO	用于将比较器输出转换为相应 GPO 的 LUT	If-then-else 故障管理	电器
AFE539F1-Q1	单通道 ADC、单通道 PWM	根据传递函数在整个负载上进行恒定功率耗散控制	牵引逆变器/恒定功率控制	牵引逆变器 电梯
AFE532A3W	单通道 IDAC、单通道 VDAC、单通道 ADC	激光二极管的闭环控制和偏置	激光驱动器	光学模块 激光

5 应用

5.1 照明

智能 DAC 和 AFE 可为汽车和商业应用提供无软件控制的 LED。本节介绍了如何在照明应用中使用智能 DAC 和 AFE 以及这些器件的 LED 动画功能。

5.1.1 发光二极管 (LED) 偏置和线性淡入淡出

对于需要简单 LED 偏置的应用，智能 DAC 是一个不错的选择。在该应用中，DAC 通过改变 MOSFET 栅极上的电压来控制集电极电流。通过强制感测配置，该过程可实现完全自主。此外，强制感测配置还可通过调整元件不匹配和误差来保持 LED 光输出在多个平台上的一致性。智能 DAC 还包含一个 GPIO 触发器，用于开关控制功能，以及用于淡入和淡出功能的压摆率控制。所有这些参数都通过内部寄存器值进行配置，并可存储在集成的非易失性存储器中，后者会在下电上电时加载寄存器。

表 5-1. 设计实施方案

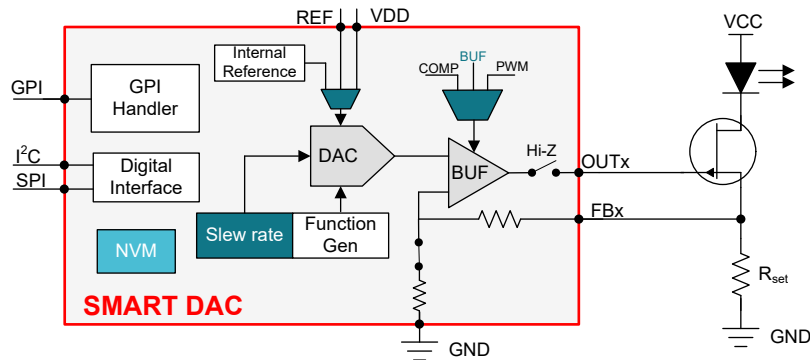


图 5-1. 硬件方框图

设计优势	建议器件
<ul style="list-style-type: none"> 面对温度变化和元件变化保持稳定性 软件独立 淡入淡出动画 	<ul style="list-style-type: none"> DAC43701 DAC43204
终端设备	设计帮助
<ul style="list-style-type: none"> 条形码扫描仪 电器 体外诊断 出口和紧急照明 	<ul style="list-style-type: none"> 采用智能 DAC 的 LED 偏置 淡入淡出计算器

5.1.2 带有 LED 驱动器的 LED 偏置

LED 的亮度由 LED 驱动器控制，而 LED 驱动器由 PWM 信号进行调节。采用智能 DAC PWM 生成功能，无需软件即可控制 LED 驱动器。智能 DAC 结合使用比较器和集成随机函数发生器来创建 PWM。内部寄存器还允许设置所生成信号的振幅和频率。由于所有的配置和寄存器值都存储在非易失性存储器中，因此无需使用任何软件即可进行此类控制。

表 5-2. 设计实施方案

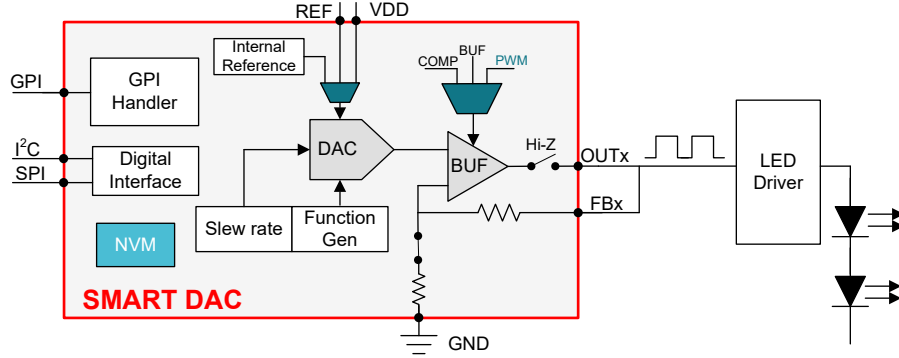


图 5-2. 硬件方框图

设计优势	建议器件
<ul style="list-style-type: none"> 独立，独立于软件的设计 跨多个平台的一致 LED 输出 	<ul style="list-style-type: none"> DAC43701 DAC43204
终端设备	设计帮助
<ul style="list-style-type: none"> 汽车照明 电器 POS 打印机 	<ul style="list-style-type: none"> 采用智能 DAC 生成 PWM

5.1.3 模拟温度折返

保护发光二极管 (LED) 免受工作结温等级的影响，同时将尽可能地降低系统成本，是一项挑战，尤其是在汽车应用中。其中一种技术是在 LED 升温时减小或折返流经 LED 的电流。这会增加 LED 的使用寿命，并保持 LED 安全运行。

智能 DAC 能够实现简单的单斜率或多斜率热折返。

5.1.3.1 单斜率热折返

为了实现简单的单斜率热折返，使用了反馈引脚和智能 DAC PWM 发生器。负温度系数 (NTC) 或模拟温度传感器等模拟温度检测机制连接到智能 DAC 的反馈引脚。当温度升高时，由于 NTC 电阻率的增加，反馈引脚的电压会下降。智能 DAC 生成的 PWM 占空比会随着温度的升高而降低。PWM 反过来控制 LED 驱动器和亮度。

该器件集成了一个非易失性存储器，用于存储配置和自主生成 PWM 信号，无需运行时软件。

表 5-3. 设计实施方案

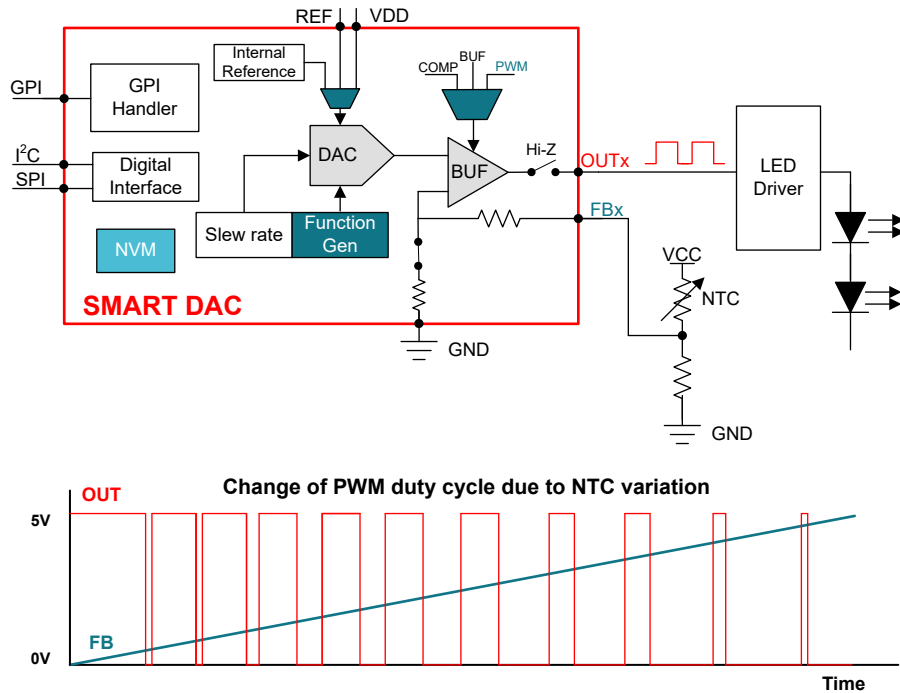


图 5-3. 硬件方框图

设计优势	建议器件
<ul style="list-style-type: none"> 无处理器的单斜率热折返 占空比低于折返曲线的 PWM 	<ul style="list-style-type: none"> DAC53701 DAC53202
终端设备	设计帮助
<ul style="list-style-type: none"> 汽车尾部照明 小灯 	<ul style="list-style-type: none"> 采用智能 DAC 生成 PWM

5.1.3.2 多斜率热折返

为了使 LED 在整个安全温度范围内保持相同的亮度，需要将通过 LED 的电流逐级增加更高的裕度，并在温度达到临界值时完全关断电流和 LED。此类操作通常需要软件来处理温度，并调整电流斜率。

AFE53902-Q1 是无需软件即可实现热折返的器件。该器件集成了一个 ADC，用于通过模拟温度传感器或简单的 NTC 来检测温度。然后将输入与完全由用户自定义的查询表进行比较。查询表输出 LED 工作区域的当前温度，以及该区域所需的偏置电流。利用这些信息，内部状态机可根据温度范围和所需的 LED 输出调整 PWM 占空比。包括查询表在内的所有配置均可存储在非易失性存储器中，无需运行时软件。另外，如果需要 PWM 信号保持稳定，也可以使用 AFE 的电压输出。该电压控制 LED 驱动器的电流调节设置。

表 5-4. 设计实施方案

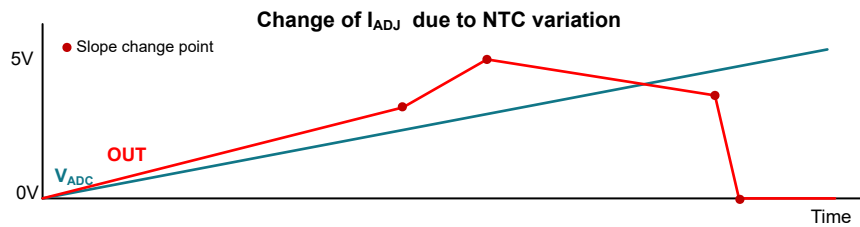
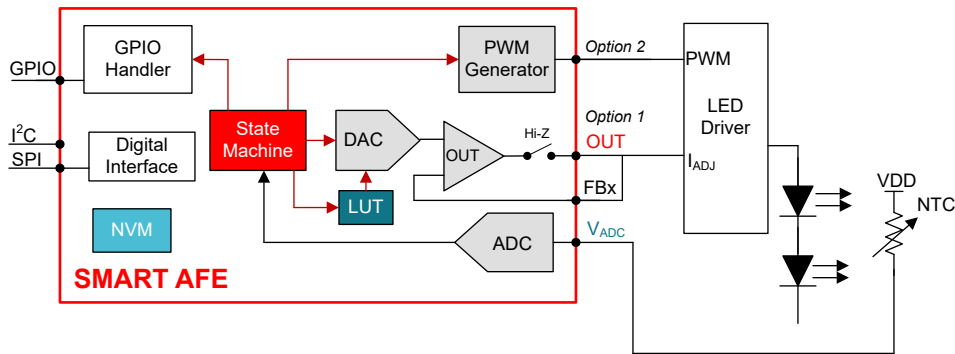


图 5-4. 硬件方框图

设计优势	建议器件
<ul style="list-style-type: none"> • 无需处理器即可实现多斜率热折返 • 可对折返点和斜率进行编程的查询表 • 在单个芯片中实现检测和控制 • PWM 或电压输出选项 • 可存储所有配置的 NVM，无需运行时软件 	<ul style="list-style-type: none"> • AFE53902-Q1 • AFE43902-Q1
终端设备	设计帮助
<ul style="list-style-type: none"> • 汽车尾部照明 • 小灯 	<ul style="list-style-type: none"> • 器件数据表

5.1.4 对数淡入淡出

人眼对光线强度的感知不是线性的。为了欺骗眼睛，通常使用对数淡入淡出来使调光看起来更自然。大多数时候，此类应用会组合使用微控制器和 LED 驱动器。微控制器会计算所有所需的时序，并逐步增加 PWM 的占空比以实现调光要求。

但是，使用 [DAC43902](#) 则无需软件即可实现此类操作。智能 DAC 使用内部状态机逐步增加（如果淡入）或减少（如果淡出）提供给 LED 驱动器的 PWM 信号的占空比。PWM 占空比的这种增大/减小会为 LED 产生对数动画。

调光时序、PWM 频率和占空比可通过内部寄存器进行自定义，并存储到器件的非易失性存储器中，从而无需使用运行时软件。

表 5-5. 设计实现方案

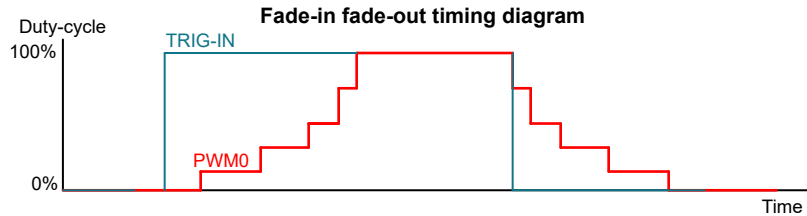
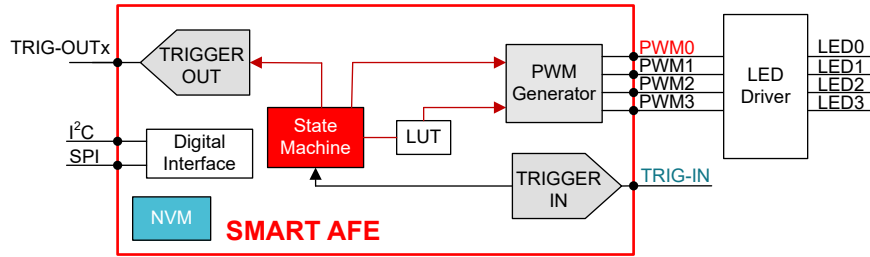


图 5-5. 硬件方框图

设计优势	建议器件
<ul style="list-style-type: none"> 无处理器对数调光 PWM 占空比的对数增加 PWM 输出支持高达 48.8kHz 的频率 可完全自定义的时序 可存储所有配置的 NVM，无需运行时软件 	<ul style="list-style-type: none"> DAC43901 DAC43902
终端设备	设计帮助
<ul style="list-style-type: none"> 汽车尾部照明 电器 车内灯 	<ul style="list-style-type: none"> 器件数据表

5.1.5 LED 时序控制

智能 DAC 能够为 LED 或用于转向灯等应用的 LED 阵列创建时序控制动画。转向灯需要 LED 阵列以特定的延迟亮起，然后在特定的时间后关闭。通常使用软件来设置此行为。智能 DAC 无需任何软件即可实现此类应用。

[AFE43901-Q1](#) (2 个 PWM 通道) 或 [AFE43902-Q1](#) (4 个 PWM 通道) 控制 LED 驱动器。收到触发信号后，每个 PWM 通道都会在预定义的延迟时间内被激活。延迟时间完全可以通过器件内部寄存器进行自定义。如果需要更多 PWM 通道，可将 AFE43902-Q1 的 TRIG-OUT 引脚连接到下一个器件的 TRIG-IN 引脚，从而实现级联。所有配置均可存储至器件的非易失性存储器中，无需进行软件操作。

表 5-6. 设计实施方案

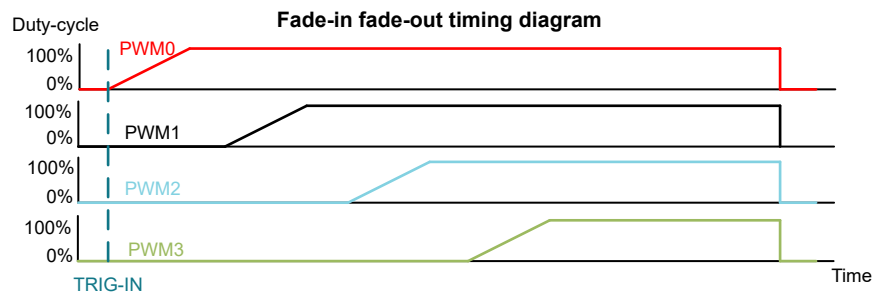
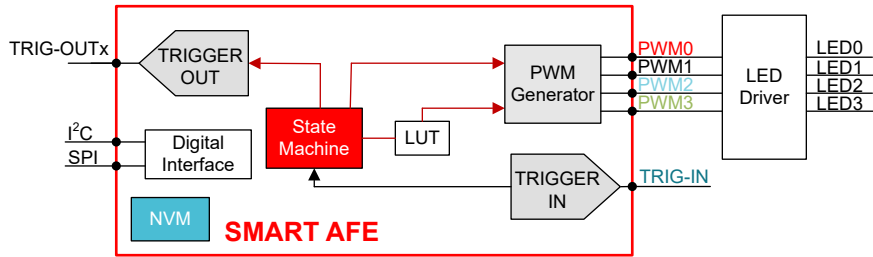


图 5-6. 硬件方框图

设计优势	建议器件
<ul style="list-style-type: none"> 无处理器即可实现 LED 对数淡入/淡出 衰减触发器 用于控制速度的压摆率 PWM 或电压输出 用于存储所有配置的非易失性存储器 	<ul style="list-style-type: none"> AFE43901-Q1 AFE43902-Q1
终端设备	设计帮助
<ul style="list-style-type: none"> 状态指示 LED 转向灯 	<ul style="list-style-type: none"> 器件数据表

5.2 控制

5.2.1 利用电压输出智能 DAC 进行电压裕度调节和电压缩放

低压降稳压器 (LDO)、直流/直流转换器或 SMPS 等可调节电源提供了反馈 (FB) 输入，用于控制电源所需的输出。智能 DAC 是用于控制此类系统的出色设计。非易失性存储器可存储上电电压电平，加上真正的 Hi-Z 断电 (即使 VDD 断开) 功能，无需进行上电时序控制，可保持可预测的上电状态。此外，还可在非易失性存储器中存储两个电压电平 (高裕度和低裕度)，并可通过 GPI 引脚相互触发。该器件还具有压摆率控制功能，允许使用可配置的电压斜升，从而消除电源干扰。智能 DAC 还具有可编程的电流输出功能，用于实现电流电压裕度调节。

表 5-7. 设计实现方案

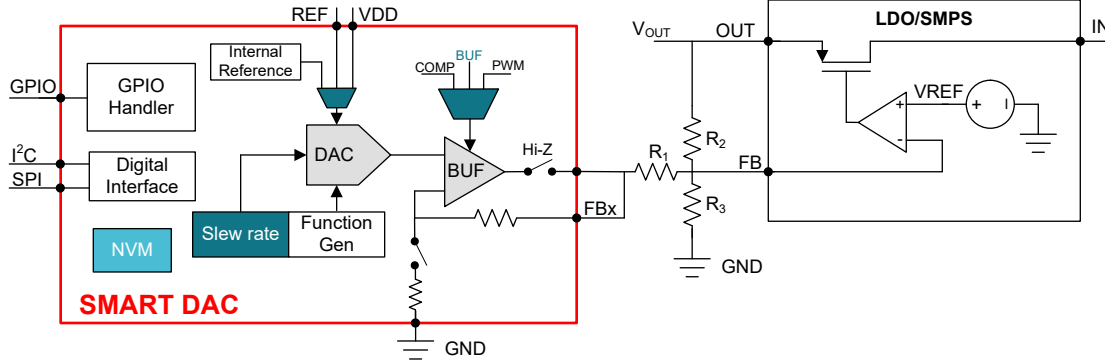


图 5-7. 硬件方框图

设计优势	建议器件
<ul style="list-style-type: none"> 高阻态输出 针对无毛刺裕度调节的压摆率控制 存储高裕度和低裕度电压电平的 EEPROM GPIO 用于存储所有配置的非易失性存储器 	<ul style="list-style-type: none"> DAC53204 DAC53204W DAC53701
终端设备	设计帮助
<ul style="list-style-type: none"> PC 机架式服务器 超声波智能探头 	<ul style="list-style-type: none"> 利用电压输出 DAC 进行电压裕度调节和电压缩放 利用电流输出 DAC 进行电压裕度调节和电压缩放

5.2.2 热电冷却器 (TEC) 控制

Peltier 元件，通常称为热电冷却器 (TEC)，是一种基于电流的幅度和方向来改变温度的半导体。TEC 通常用于注重局部温度稳定性的应用。此类应用包括激光器 (光学模块、激光切割机、激光雷达)、维持流体温度的体外诊断设备 (化学/气体分析仪、流式细胞仪等) 和许多其他应用。驱动 Peltier 元件通常使用直流/直流或 H 桥驱动器。但是，此类控制需要某种数字环路和 PI 控制器配合。这种控制通常通过常规软件实现。智能 DAC 提供了一种硬件和免软件的 TEC 控制实现方案。

5.2.2.1 使用直流/直流驱动器进行 TEC 控制

降压/升压转换器通常用于驱动 TEC 元件，其中 TEC 位于电源的 VOUT 和 VIN 引脚之间，并通过改变 VFB 引脚上的电流来改变 VOUT。

AFE539A4 是一款针对此类控制的出色设计。AFE539A4 集成了检测 (ADC)、数字环路 (具有设定点的 PI 环路)、用于降压-升压器 VFB 控制的电压输出以及用于过流保护的比较器。所有这些参数均可通过器件内部寄存器完全调节。

该器件具有集成式非易失性存储器，可存储所有配置，无需使用运行时软件。如果需要在运行时调整设定点，则该器件支持 I²C 或 SPI 通信协议。

如果使用数字传感器，AFE639D2 能够通过 I²C 通信读取温度传感器。

表 5-8. 设计实现方案

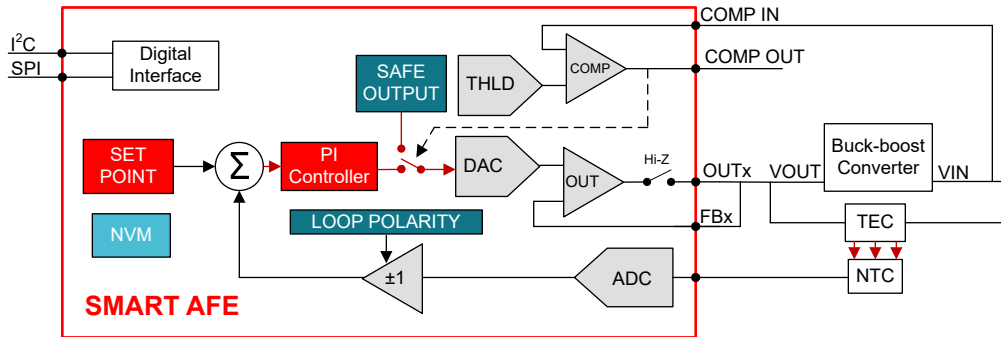


图 5-8. 硬件方框图

设计优势	建议器件
<ul style="list-style-type: none"> • 集成 DAC 和 ADC • 完全集成的闭环实时控制 • 完全独立于软件设计 • 高度模块化设计 • 用于存储所有配置的非易失性存储器 	<ul style="list-style-type: none"> • AFE539A4 • AFE639A2
终端设备	设计帮助
<ul style="list-style-type: none"> • IVD • 光学模块 	<ul style="list-style-type: none"> • 闭环 TEC 控制

5.2.2.2 使用 H 桥驱动器进行 TEC 控制

大功率 TEC 通常需要 H 桥来驱动。H 桥需要两个控制信号：用于控制平均功耗的 PWM 和用于控制电流流动方向的数字方向引脚。

AFE439A2 非常适合此类拓扑。该器件集成了检测 (ADC)、数字环路 (带设定点的 PI 环路)、PWM 和数字输出特性。根据 ADC 输入、PI 环路决定占空比和方向引脚，以保持 TEC 的设定温度。

该器件具有集成式非易失性存储器，可存储所有配置，无需使用运行时软件。如果需要在运行时调整设定点，则该器件支持 I²C 或 SPI 通信协议。

表 5-9. 设计实施方案

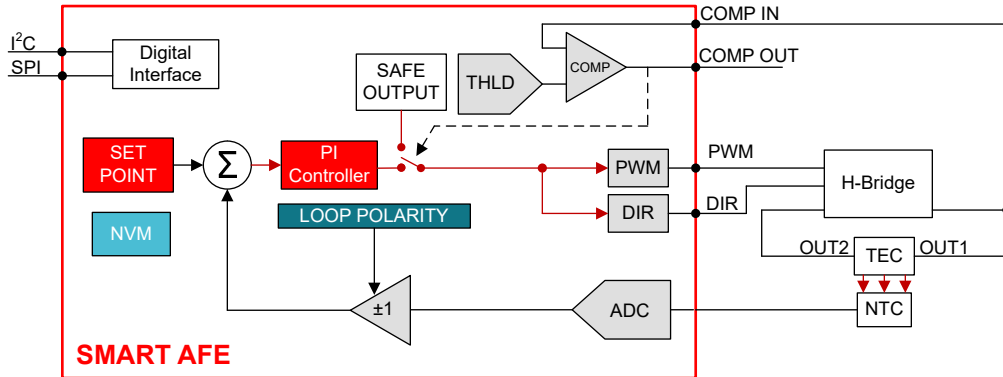


图 5-9. 硬件方框图

设计优势	建议器件
<ul style="list-style-type: none"> • 集成 DAC 和 ADC • 完全集成的闭环实时控制 • 完全独立于软件设计 • 高度模块化设计 • 用于实现更大功率 TEC 控制的 H 桥驱动器 • 用于存储所有配置的非易失性存储器 	<ul style="list-style-type: none"> • AFE439A2
终端设备	设计帮助
<ul style="list-style-type: none"> • IVD • 光学模块 	<ul style="list-style-type: none"> • 闭环 TEC 控制

5.2.3 激光器的模拟功率控制 (APC)

激光器的模拟功率控制是一种简单的电路，用于通过激光模块（由激光二极管和光电二极管组成）控制功率。智能 DAC 为此类系统提供闭环控制。

DAC 的输出控制 MOSFET 上的栅极电压，MOSFET 与漏极电阻一起控制流经激光器的电流大小。激光器的强度由光电二极管监控，其输出由智能 DAC 的反馈引脚感应以闭合环路。智能 DAC 还集成了可用于过流保护的可编程比较器。

这种配置能够适应激光二极管的温度变化以及电阻器/元件失配和 FET 老化。此外，此配置还保持了多平台间激光的一致性。集成式非易失性存储器用于存储所有偏置参数，并确保无需软件操作。

表 5-10. 设计实施方案

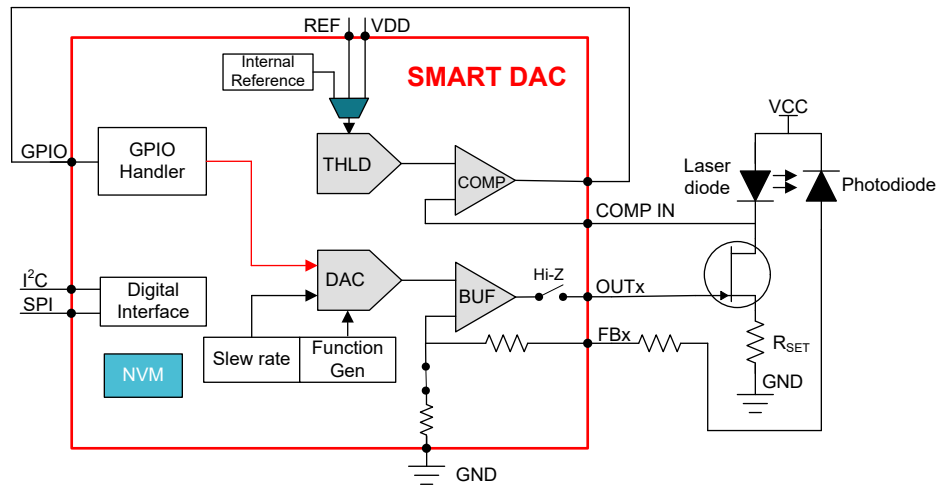


图 5-10. 硬件方框图

设计优势	建议器件
<ul style="list-style-type: none"> 激光偏置点的闭环控制 多个系统间的偏置点自动校准 可配置的 GPI，用于在发生故障时开启/关闭 DAC 或将 DAC 降至安全水平 可存储所有配置的 NVM，无需进行软件操作 	<ul style="list-style-type: none"> DAC53202 DAC53701
终端设备	设计帮助
<ul style="list-style-type: none"> IVD 电器 条形码扫描仪 激光指示器 	<ul style="list-style-type: none"> PSpice 仿真

5.2.4 恒定功率控制

AFE539F1-Q1 器件用于保持负载上的功率耗散恒定，不受外加电压的影响。这种用例在牵引逆变器直流链路电容器放电控制等安全应用中尤为重要。

AFE539F1-Q1 集成了一个 ADC，用于感测负载上的电源，并在状态机内集成了一个可配置的放电传递函数。根据输入和传递函数，器件会输出 PWM，以控制负载两端的平均功率。

由于集成了非易失性存储器，因此无需任何运行时软件。

表 5-11. 设计实施方案

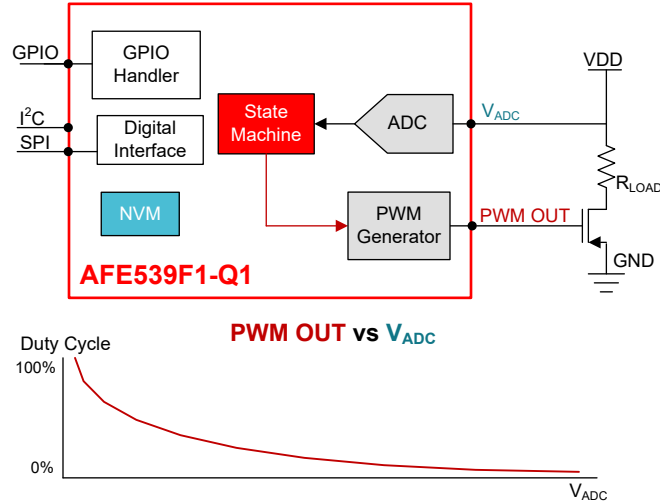


图 5-11. 硬件方框图

设计优势	建议器件
<ul style="list-style-type: none"> • 监控功率的 ADC • 功率耗散可配置的传递函数 • 可存储所有配置的 NVM，无需进行软件操作 	<ul style="list-style-type: none"> • AFE539F1-Q1
终端设备	设计帮助
<ul style="list-style-type: none"> • 牵引逆变器 	<ul style="list-style-type: none"> • 器件数据表

5.3 独立于微控制器的故障管理和通信

各种系统、尤其是医疗领域和电器领域的系统，需要额外的独立软件来实现系统故障管理或故障通信。这对于关系到人类生命或安全的系统尤为重要。此类故障管理电路的分立实施可能非常麻烦，因为需要大量分立式元件，而且可能缺乏智能和 if-then 功能。

本节详细介绍了智能 DAC 和 AFE 为故障管理和通信提供的所有设计。

5.3.1 采用智能 DAC 的可编程比较器

任何智能 DAC 输出通道都可以单独配置为可编程比较器，其中输出缓冲器是比较器，VFB 节点是比较器的输入，并且内部 DAC 阶梯是可编程阈值。内部功能允许用户通过调整内部寄存器值来设置可编程迟滞。GPI 可用作比较器输入，也可作为锁存比较器。可以根据需要对 GPI 行为进行编程（打开/关闭器件、将器件输出置于安全级别状态等）。所有配置均可存储在非易失性存储器中，无需进行软件操作。这个简单的设计可实现对关键模块的控制，并在发生重大故障时对故障做出快速反应，而不会产生软件处理延迟。

表 5-12. 设计实施方案

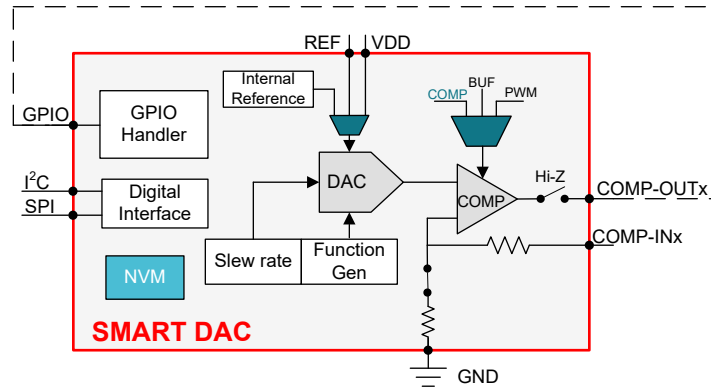


图 5-12. 硬件方框图

设计优势	建议器件
<ul style="list-style-type: none"> 独立于 MCU 的可编程迟滞和锁存功能 独立于硬件的可编程阈值 用于锁存比较器功能的 GPOI 用于存储所有配置的 NVM 	<ul style="list-style-type: none"> DAC53701 DAC43204
终端设备	设计帮助
<ul style="list-style-type: none"> 医疗设备 电器 	<ul style="list-style-type: none"> 采用智能 DAC 的可编程比较器 具有迟滞功能的可编程比较器

5.3.2 GPI 至 PWM 转换

从系统到系统收集和传递简单故障信号通常需要通过软件实现。以汽车的后灯为例：有几个 LED 驱动器输出数字故障信号，这些信号需要传递到位于汽车前部的主处理器。为此，通常使用另一个微控制器。

DAC539G2-Q1 提供了免软件方法来解决这种问题。该器件采用 3 个 GPI 作为输入。输入在内部 LUT 中映射到相应的 PWM 占空比信号。例如：如果输入为 0 0 0，则输出的 PWM 为 100% 占空比；如果输入为 0 0 1，则输出的 PWM 为 87.5% 占空比，以此类推。因此，可以监控和传递多达 8 种不同的故障状态。由于输出 PWM 占空比经过了调制，因此此类通信只需要一根导线，并且可以传输 3-5 米。GPI 与占空比的关系可在器件 LUT 中完全自定义，并可存储在器件非易失性存储器中，无需进行软件操作。

表 5-13. 设计实施方案

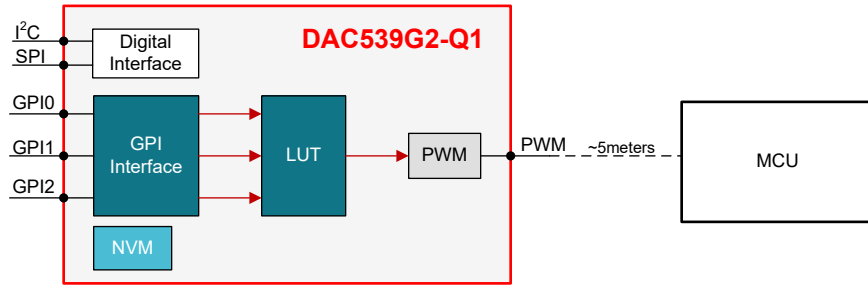


图 5-13. 硬件方框图

设计优势	建议器件
<ul style="list-style-type: none"> 可传输多达 8 个不同的故障信号 用于在数字接口和独立模式之间进行选择的 MODE 引脚 中等长度 (3-5m) 无软件故障管理和通信 用于存储所有配置的 NVM 	<ul style="list-style-type: none"> DAC539G2-Q1
终端设备	设计帮助
<ul style="list-style-type: none"> 后灯 有线控制 	<ul style="list-style-type: none"> 器件数据表

5.3.3 IF-THEN-ELSE 逻辑

在医疗患者监护设备等安全性要求较高的系统中，通常需要冗余安全或无软件故障监控。对于此类系统，智能 DAC 是一种出色的设计。

DAC539E4W 集成了 4 个可独立编程的比较器，可监控多达 4 条不同的线路。比较器输出在内部路由到用户可配置的查询表。此类查询表根据比较器输入，输出具有可编程延迟的 GPO。例如，如果比较器的输出为 0000，则 GPO 为 1111；如果比较器的输出为 0001，则 GPI 为 1110，依此类推。比较器与 GPO 的关系可在 LUT 中设置，并存储在非易失性存储器中，无需进行软件操作。

表 5-14. 设计实施方案

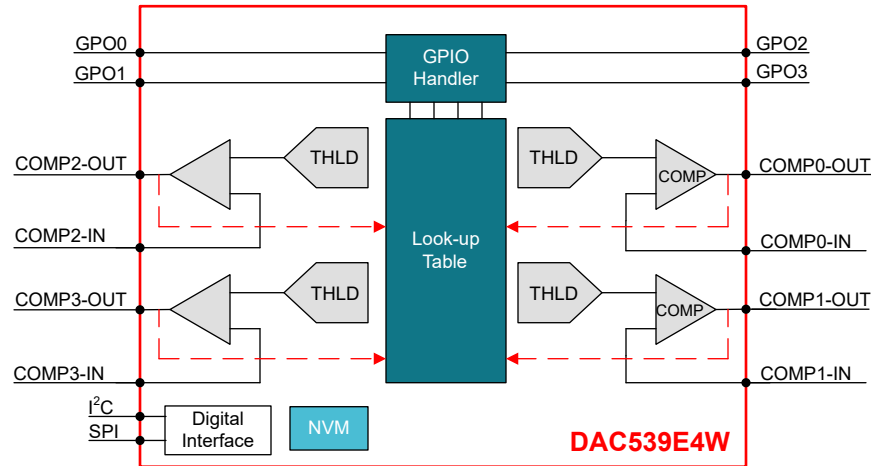


图 5-14. 硬件方框图

设计优势	建议器件
<ul style="list-style-type: none"> 4 个独立的比较器映射到 4 个 GPO 可监控和检测多达 16 种不同的监控情况 模式引脚可在数字通信 (SPI/I²C) 和 GPIO 模式之间切换 体积小、功耗低，适合小型电池供电应用 	<ul style="list-style-type: none"> DAC539E4W
终端设备	设计帮助
<ul style="list-style-type: none"> 无绳电动工具 扫地机器人 	<ul style="list-style-type: none"> 器件数据表

5.4 驱动器

5.4.1 用于摄像头模块自动对焦和图像稳定的镜头定位控制

在摄像头模块中，音圈电机 (VCM) 通常用于控制镜头位移，以实现自动对焦和图像稳定。VCM 的设计非常简单，因为镜头位移与流经电机的电流成正比。

高电流输出智能 DAC 是一款用于驱动 VCM 的出色设计。[DAC530A2W](#) 是一款小型 (1.75mm x 1.75mm)、低功耗 (150uA)、精密电流源智能 DAC。该器件能够提供高达 300mA 的电流。该器件的第二个通道可配置为[可编程比较器](#)，以实现过流保护和监控。非易失性存储器用于存储所有配置，以实现可预测加电行为，并减少软件需求。

表 5-15. 设计实施方案

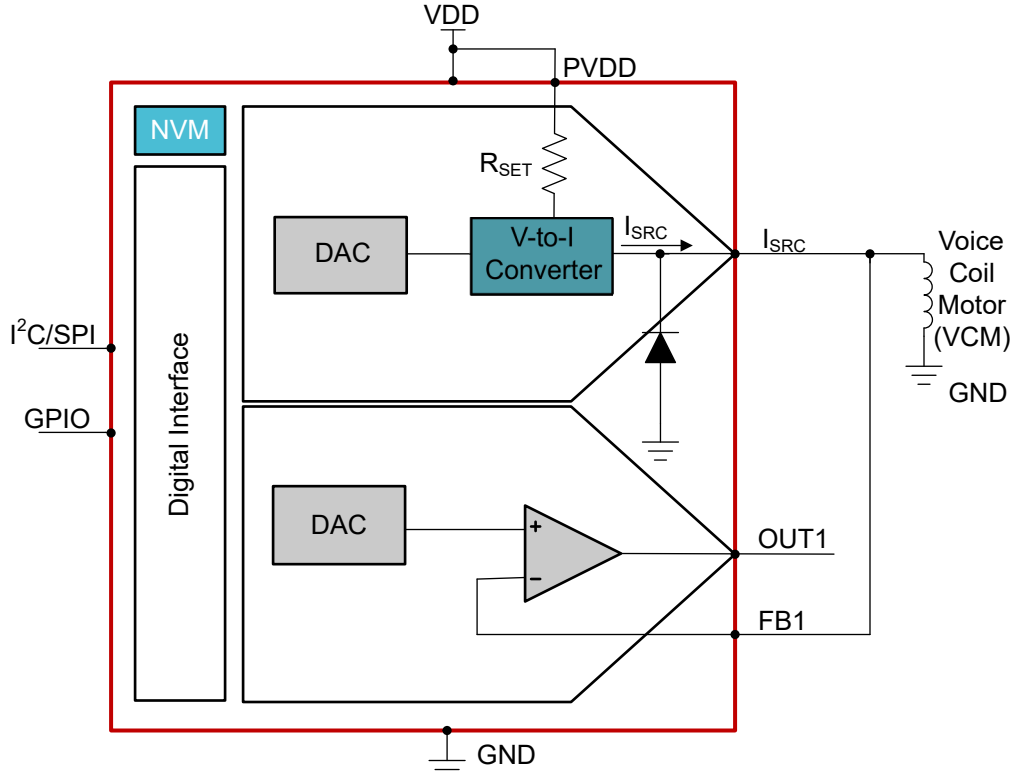


图 5-15. 硬件方框图

设计优势	建议器件
<ul style="list-style-type: none"> • 用于短路检测的比较器/监控器模式 • 高精度电流源 • 可存储所有配置的 NVM，无需进行软件操作 	<ul style="list-style-type: none"> • DAC530A2W
终端设备	设计帮助
<ul style="list-style-type: none"> • IP 网络摄像头 • Dahsboard 摄像机 	<ul style="list-style-type: none"> • 器件数据表

5.4.2 激光驱动器

高电流输出智能 DAC 是一款适用于激光驱动器的高度集成设计。

DAC530A2W 是一款小型 (1.75mm x 1.75mm)、低功耗 (150uA)、精密电流源智能 DAC。该器件能够提供高达 300mA 的电流。该器件的第二个通道可配置为 [可编程比较器](#)，以实现过流保护和监控。对于带光电二极管的激光闭环控制，[AFE532A3W](#) 是理想之选。除了电流源，[AFE532A2W](#) 还集成了一个可用于反馈光电二极管检测的 ADC 通道。所有配置都存储在非易失性存储器中，无需进行软件操作。

表 5-16. 设计实施方案

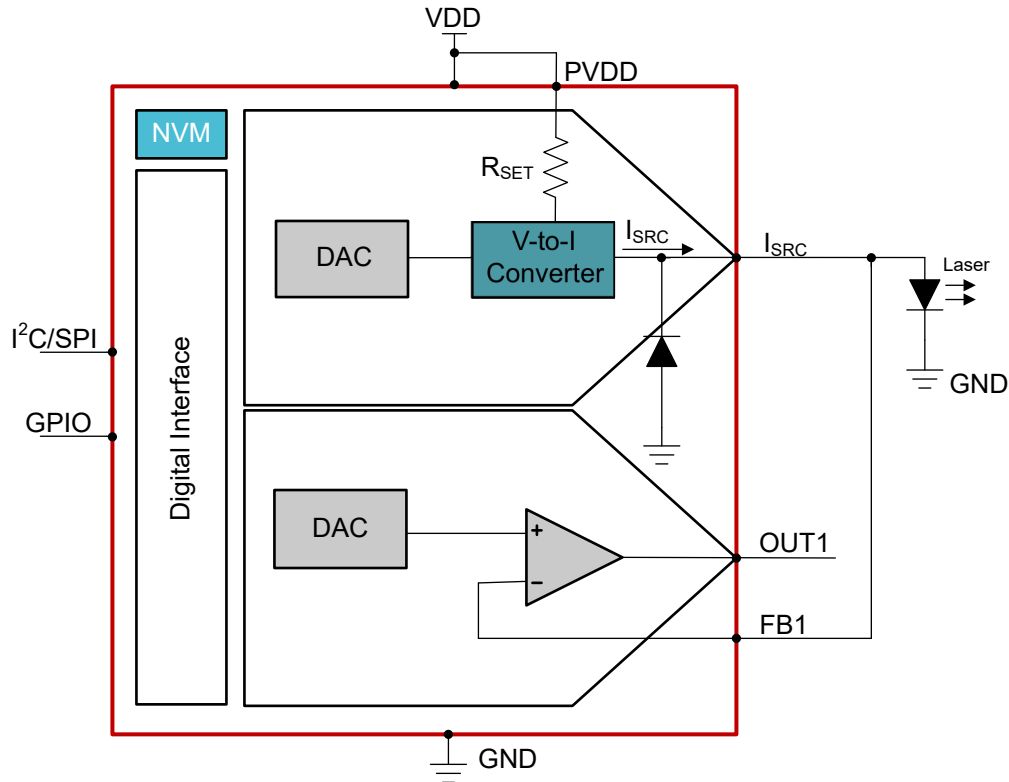


图 5-16. 硬件方框图

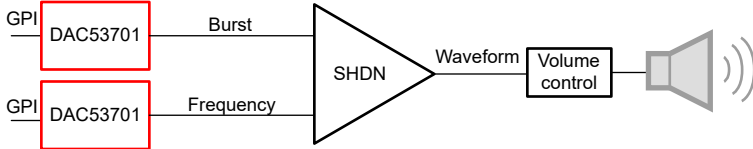
设计优势	建议器件
<ul style="list-style-type: none"> • 用于短路检测的比较器/监控器模式 • 用于反馈监测的 ADC 通道 • 工作功耗低 (150uA) • 可存储所有配置的 NVM，无需进行软件操作 	<ul style="list-style-type: none"> • DAC530A2W • AFE532A3W
终端设备	设计帮助
<ul style="list-style-type: none"> • 光学模块 	<ul style="list-style-type: none"> • 可编程 FET 偏置

5.5 其他智能 DAC 应用

5.5.1 无软件医疗警报生成

DAC53701 无需使用任何软件即可生成符合 **IEC60601-1-8** 标准的医疗警报。**DAC** 能够提供医疗应用中使用的视觉、声音和主要警报所需的波形。**DAC53701** 属于智能 **DAC** 系列，具有集成 **EEPROM** 和预编程的警报波形。内部寄存器可设置自定义突发和脉冲间的自定义时序，以生成准确的警报序列。**DAC53701** 具有可开启和关闭的 **GPI**，因此整个系统可以在 **MCU** 关闭时甚至在没有 **MCU** 的情况下运行。

表 5-17. 设计实施方案



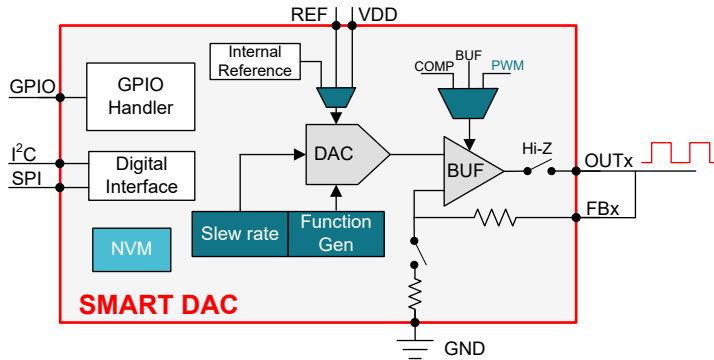
设计优势	建议器件
<ul style="list-style-type: none"> 可配置脉冲上升和下降时间 可配置突发模式 完全符合 IEC60601-1-8 模式 用于控制的 GPI 所有模式都被预先生成并存储在 NVM 中 	<ul style="list-style-type: none"> DAC53701
终端设备	设计帮助
<ul style="list-style-type: none"> 输液泵 患者监护仪 	<ul style="list-style-type: none"> 基于硬件的智能 DAC 医疗警报设计 具有智能 DAC 的医疗警报

5.5.2 555 计时器

作为 555 计时器的替代品，智能 DAC 是一个不错的选择。智能 DAC 能够生成频率和占空比可变的输出脉冲序列。集成 AWG 能够生成可完全自定义的方波。传统的 555 计时器依赖于外部电容器，导致输出频率变化较大，而智能 DAC 则使用更为精确的内部振荡器。

作为输出设置的所有寄存器值都可存储在 NVM 中，从而减少了对外部软件的需求。如果需要在运行时更新频率、振幅或占空比，器件支持 I²C 或 SPI 通信模式。

表 5-18. 设计实施方案



设计优势	建议器件
<ul style="list-style-type: none"> • AWG 能够生成三角波、锯齿波和方波 • 通过内部寄存器完全控制输出 • 高精度 • 非易失性存储器，用于存储所有配置 	<ul style="list-style-type: none"> • DAC53701 • DAC53202
终端设备	设计帮助
<ul style="list-style-type: none"> • 指纹生物识别 • PWM • 精确计时 	<ul style="list-style-type: none"> • 采用智能 DAC 的 555 计时器 • 采用智能 DAC 生成 PWM

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 © 2024，德州仪器 (TI) 公司