

Application Note

适用于 C2000 MCU 汽车应用的电源和监控解决方案



Susmitha Bumadi

摘要

本应用手册深入介绍了具有安全或非安全要求的 C2000™ MCU 的电源设计。图形展示了基于内核、3.3V 电压轨和 VREFHI 电源监控的电源树。此外，本应用手册详细介绍了如何根据功能需求为电源和监控解决方案选择所需的 LDO/降压转换器、电压监控器、ADC 的基准电压源以及看门狗计时器等。

内容

1 C2000 电源和监控解决方案.....	2
2 用于安全应用的电源解决方案.....	2
2.1 ASIL-D 要求.....	2
2.2 ASIL-B：要求.....	4
3 用于非安全应用的电源解决方案.....	8
4 总结.....	10
5 参考文献.....	10

插图清单

图 1-1. C2000 电源和监控解决方案.....	2
图 2-1. ASILD：具有外部 VREFHI 和外部 VREG 的 MCU.....	3
图 2-2. ASILD：具有内部 VREFHI 和外部 VREG 的 MCU.....	4
图 2-3. ASILB：具有外部 VREFHI 和外部 VREG 的 MCU.....	6
图 2-4. ASILB：具有内部 VREFHI 和外部 VREG 的 MCU.....	7
图 3-1. 非安全：具有外部 VREFHI 和外部 VREG 的 MCU.....	8
图 3-2. 非安全：具有内部 VREFHI 和外部 VREG 的 MCU.....	9

商标

C2000™ is a trademark of Texas Instruments.

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 C2000 电源和监控解决方案

根据应用的不同，电源和电压监控要求存在很大差异。图 1-1 将这些要求分为安全应用和非安全应用两类。左侧方框关注安全，右侧方框则侧重于非安全和低成本。

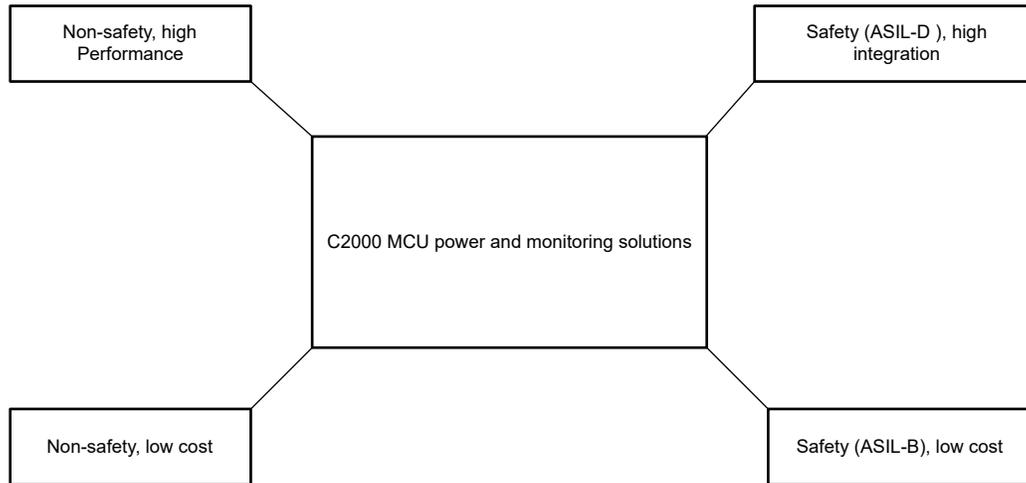


图 1-1. C2000 电源和监控解决方案

2 用于安全应用的电源解决方案

ISO 26262 标准最初于 2011 年发布，旨在帮助解决电气和电子系统的功能安全问题。该标准采用一种称为汽车安全完整性等级 (ASIL) 的风险分类方案，用于表示安全相关功能的能力。该标准确定的四个 ASIL 分别是 ASIL A、ASIL B、ASIL C 和 ASIL D，其中 ASIL A 代表最低等级，ASIL D 代表最高等级。

2.1 ASIL-D 要求

ASIL-D 功能安全等级具有多个电压监控和 CPU 运行状况方面的要求，这些超出了本应用报告的范围。有多种方法可以满足这些要求。一种方法是使用电源管理 IC，该 IC 不仅向 MCU 供电，而且还集成了满足 ASIL-D 要求所需的各种电压监控和看门狗功能。为了满足 ASIL-D 要求，所选的 PMIC 应满足以下所有标准。

2.1.1 PMIC 解决方案

- 集成式 PMIC 应符合汽车应用要求。
- 应该在电压监控器上内置自检功能
- 诊断百分比为 90%
- 应该在所有输出电源轨上检测欠压/过压和电流限制
- 应该具有用于覆盖 MCU CPU 运行状况诊断的看门狗 (窗口或 Q&A)
- 针对所有电源轨的电流限制和温度保护
- 用于监控 MCU 硬件故障诊断输出的错误信号监控器 (ESM)

您可以为 MCU 使用内部/外部 VREF。图 2-1 和图 2-2 展示了相应的解决方案。

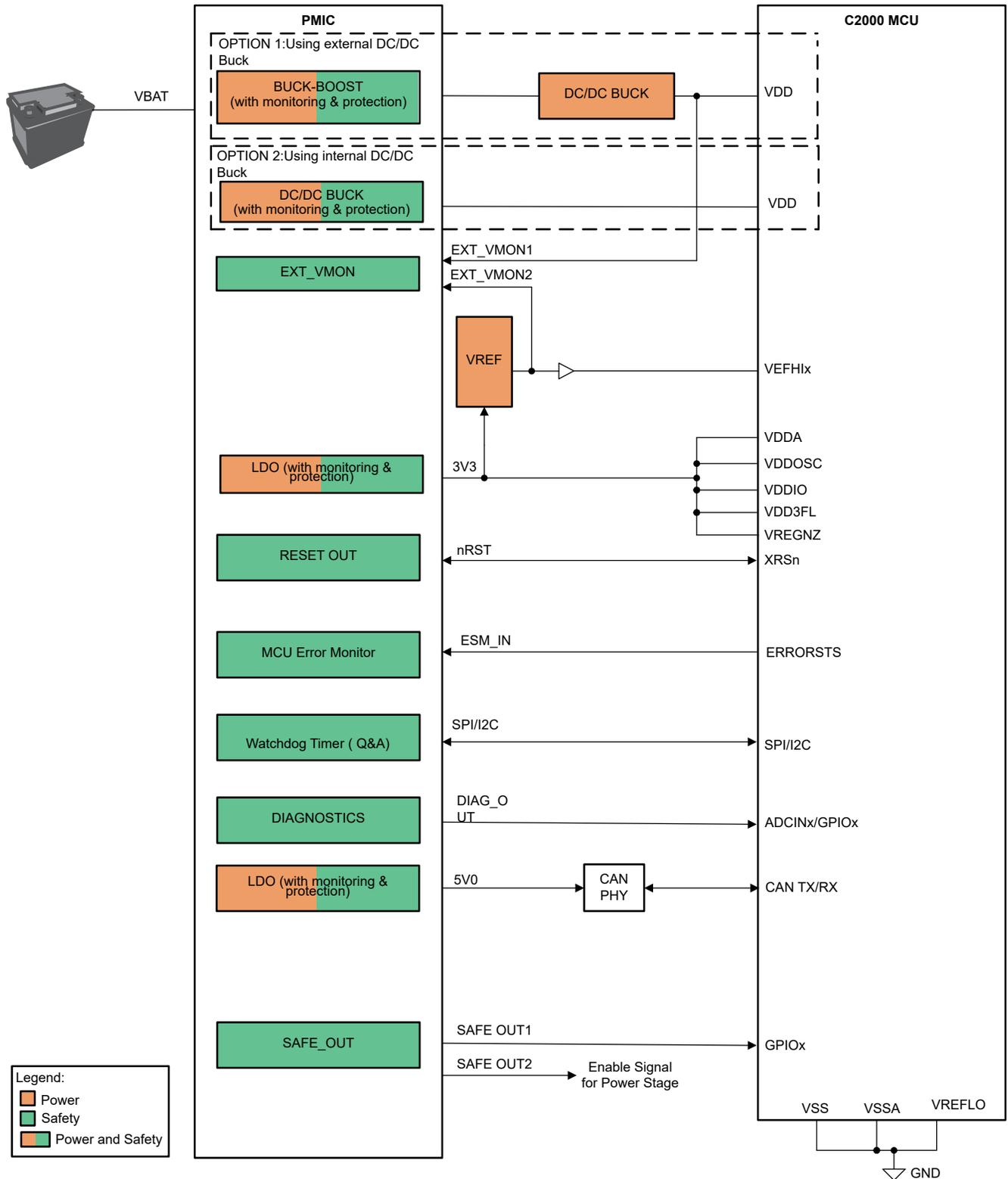


图 2-1. ASILD : 具有外部 VREFHI 和外部 VREG 的 MCU

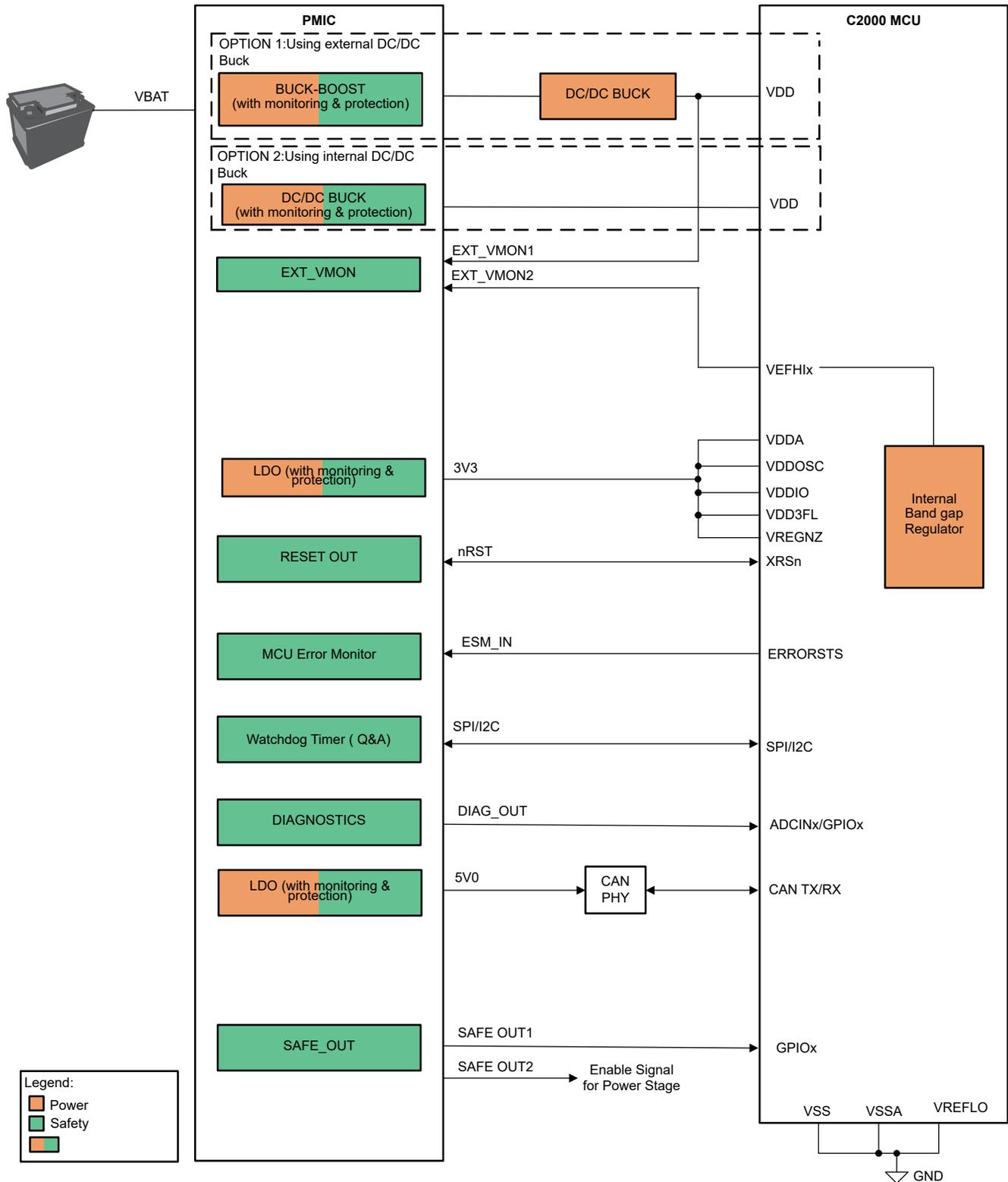


图 2-2. ASILD : 具有内部 VREFHI 和外部 VREG 的 MCU

2.2 ASIL-B : 要求

在满足 ASIL-B 功能安全要求方面，您可以选择 PMIC 或分立式解决方案。

2.2.1 PMIC 解决方案

为了满足 ASIL-B 要求，所选的 PMIC 应满足以下所有标准：

- 集成式 PMIC 应符合汽车应用要求。
- 应该在电压监控器上内置自检功能
- 诊断百分比为 60%
- 应该在所有输出电源轨上检测欠压/过压和电流限制
- 应该具有看门狗（窗口或 Q&A）

2.2.2 分立式解决方案

对于分立式解决方案，请确保满足以下标准，以确保符合 ASIL-B 要求。

1. 系统电源要求

这是我们为 MCU 和系统其余部分设计电源和监控解决方案时的其中一个重要步骤。根据 MCU 的数据表计算 I_{DD} 和 I_{DDIO} 的最大电流消耗值，并考虑每个电源轨上其他元件的所有电流消耗。

2. 选择 LDO/降压转换器

- a. 选择 LDO 作为 VDD 和 VDDIO 的电源时，请确保它们提供功能安全、通过了汽车认证并具有良好的精度（建议精度为 1% 或更高）
- b. 选择降压转换器作为 VDD 或 VDDIO 的电源时，请确保它们提供功能安全且通过了汽车认证
- c. 选择双路降压转换器作为 VDD 或 VDDIO 的电源时，请确保它们提供功能安全并通过了汽车认证
- d. 为了选择适用于特定应用的合适稳压器，需要考虑输入电压、所需输出电压、最大负载电流、尺寸效率和额定功率等参数，以便充分发挥稳压器的特性。如果效率不是您的首要考虑因素，热量不是问题，所需的电流非常小，或 V_{in} 仅略高于 V_{out} ，则可以使用 LDO。但是，如果效率和性能是您最关心的问题，即使它更复杂并且可能更昂贵，也最好选择降压转换器。

至于电气噪声，LDO 的本底噪声比降压转换器要低。这是因为降压转换器（和其他开关电源）使用的电感器往往会产生大量噪声。

3. 选择监控器

选择可以监控 VDD 和 VDDIO 电源轨的 IC。可以使用单个多通道监控器，也可以为每个电源轨选择单独的监控器。选择符合功能安全要求并通过汽车认证的 IC。有关监控 VDD 的更多信息，请参阅器件特定数据表。

4. 为 ADC 选择外部 VREF

确保选择的 IC 提供功能安全并通过了汽车认证。

VREF 可由外部或内部提供。与使用电源轨的外部基准相比，为 ADC 使用内部基准可以提供更高的精度。如果使用了外部 VREF，请使用缓冲器来尽量降低电源轨上的噪声。根据应用的功能安全目标，可能需要对 ADC VREF 进行电压监控。

5. 选择看门狗

您可以使用外部看门狗或具有集成式窗口/Q&A 看门狗的监控器。

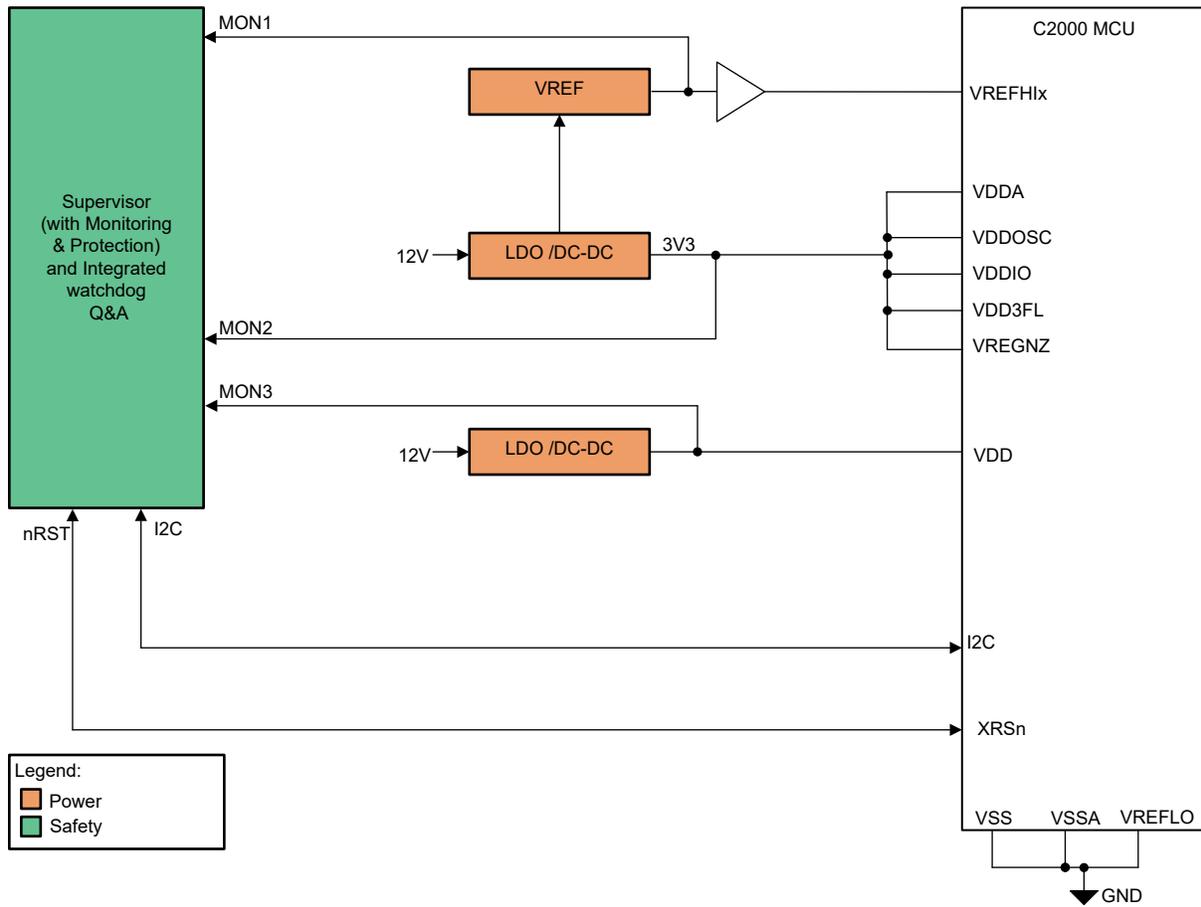


图 2-3. ASILB : 具有外部 VREFHI 和外部 VREG 的 MCU

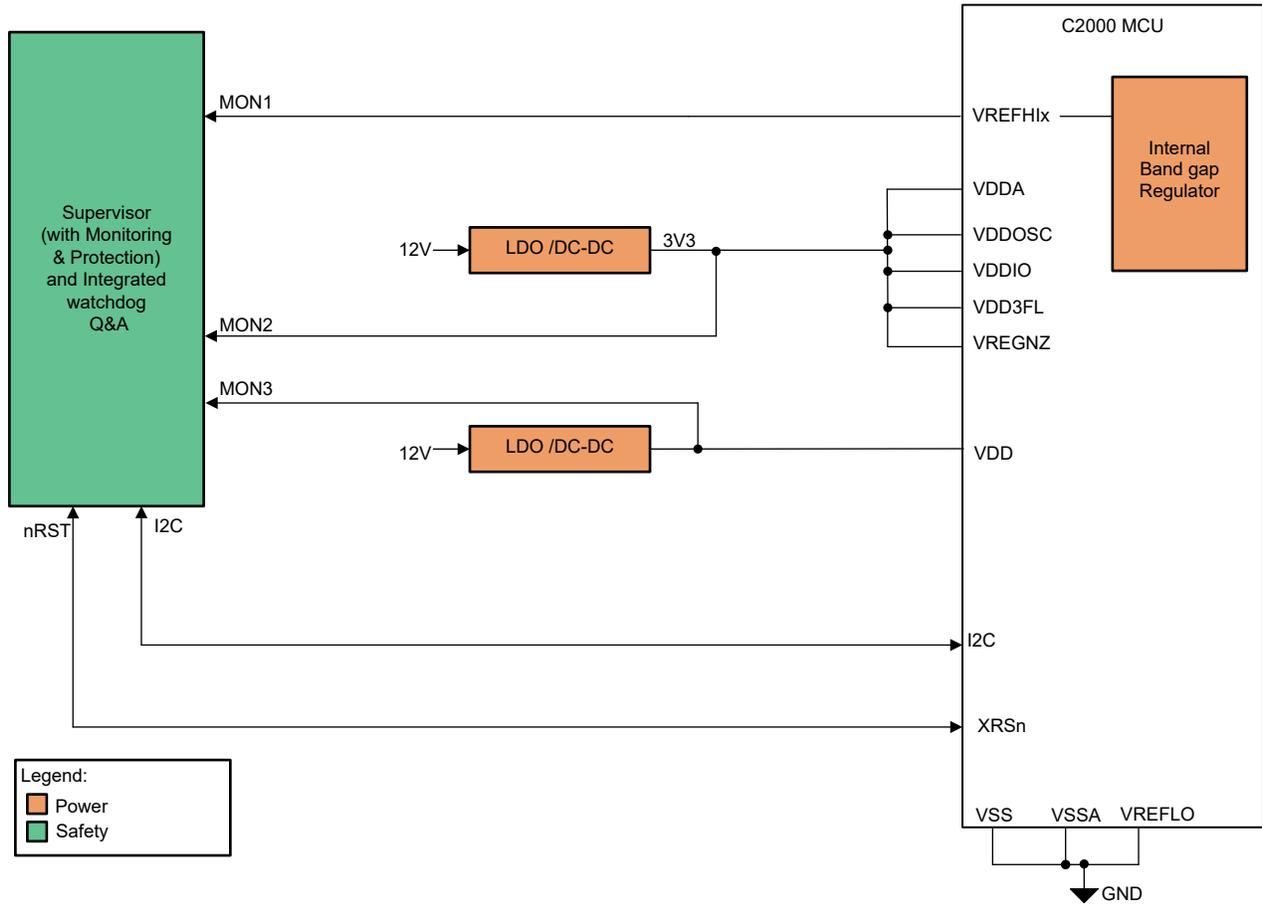


图 2-4. ASILB : 具有内部 VREFHI 和外部的 VREG 的 MCU

3 用于非安全应用的电源解决方案

该解决方案需要能够为 MCU 提供 VDD 和 VDDIO 的稳压器，而不需要监控器来监控电压轨。

1. 系统电源要求

这是为 MCU 和系统其余部分设计电源和监控解决方案时的其中一个重要步骤。根据器件特定数据表计算 MCU 的 IDD 和 IDDIO 的最大电流消耗值，并考虑每个电源轨上其他元件的所有电流消耗。

2. 选择 LDO/降压转换器

- 选择 LDO 作为 VDD 和 VDDIO 的电源时，请确保它们通过了汽车认证并具有良好的精度 (>1%)
- 选择降压转换器作为 VDD 和 VDDIO 的电源时，请确保其稳压输出为 1 并通过了汽车认证
- 选择双路降压转换器作为 VDD 和 VDDIO 的电源时，请确保其稳压输出为 2 并通过了汽车认证

有关 LDO/降压转换器的选择，请参阅第 2.2.2 节中的第 2 步。

3. 选择监控器 (可选)

选择可以监控 VDD 和 VDDIO 电源轨的 IC。可以使用单个多通道监控器，也可以为每个电源轨选择单独的监控器。选择通过汽车认证的 IC。有关监控 VDD 的更多信息，请参阅器件特定数据表。

4. 为 ADC 选择外部 VREF (可选)

确保所选的 IC 通过了汽车认证。

5. 选择看门狗 (可选)

外部看门狗或监控器与集成式窗口/Q&A 看门狗搭配使用。

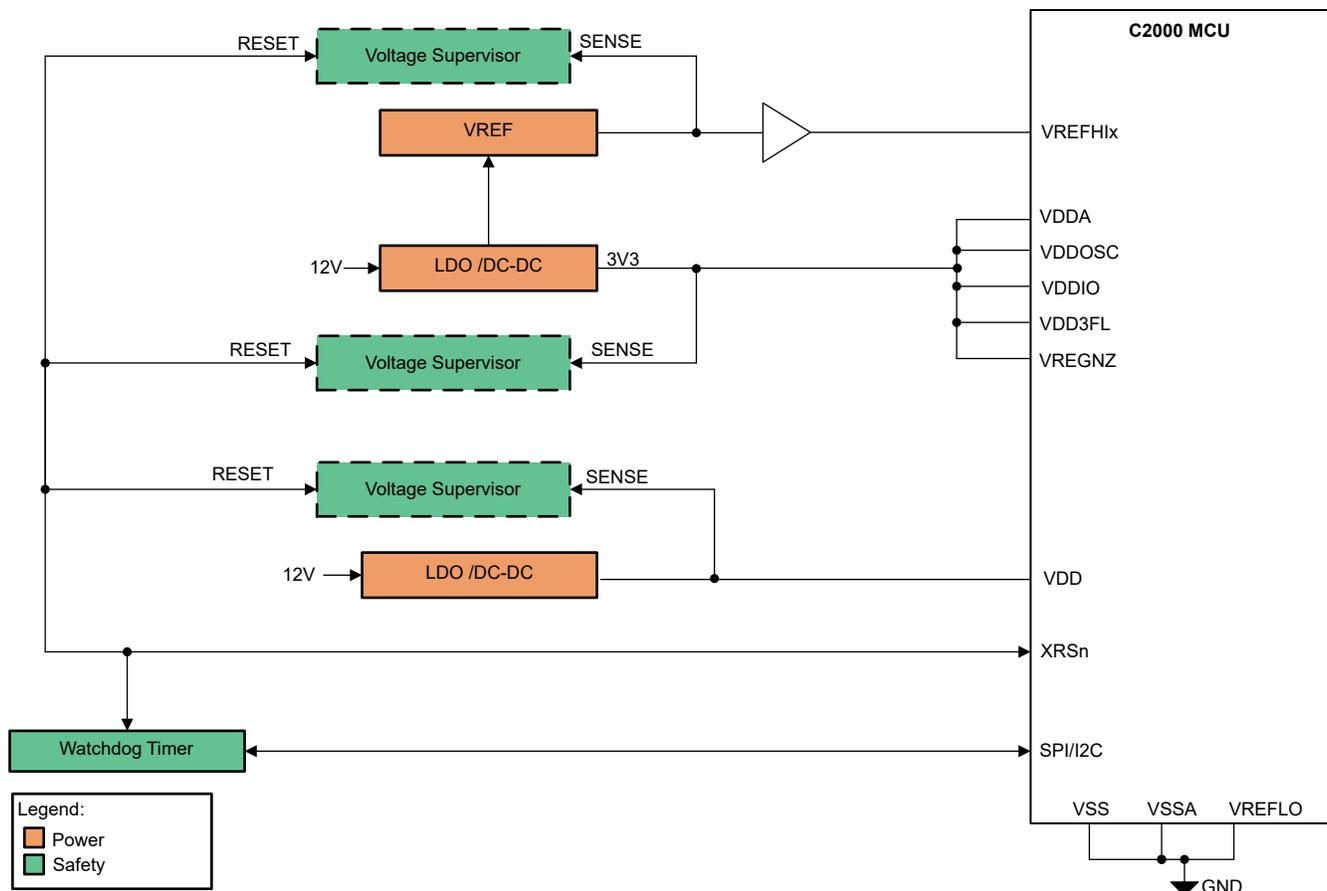


图 3-1. 非安全：具有外部 VREFHI 和外部 VREG 的 MCU

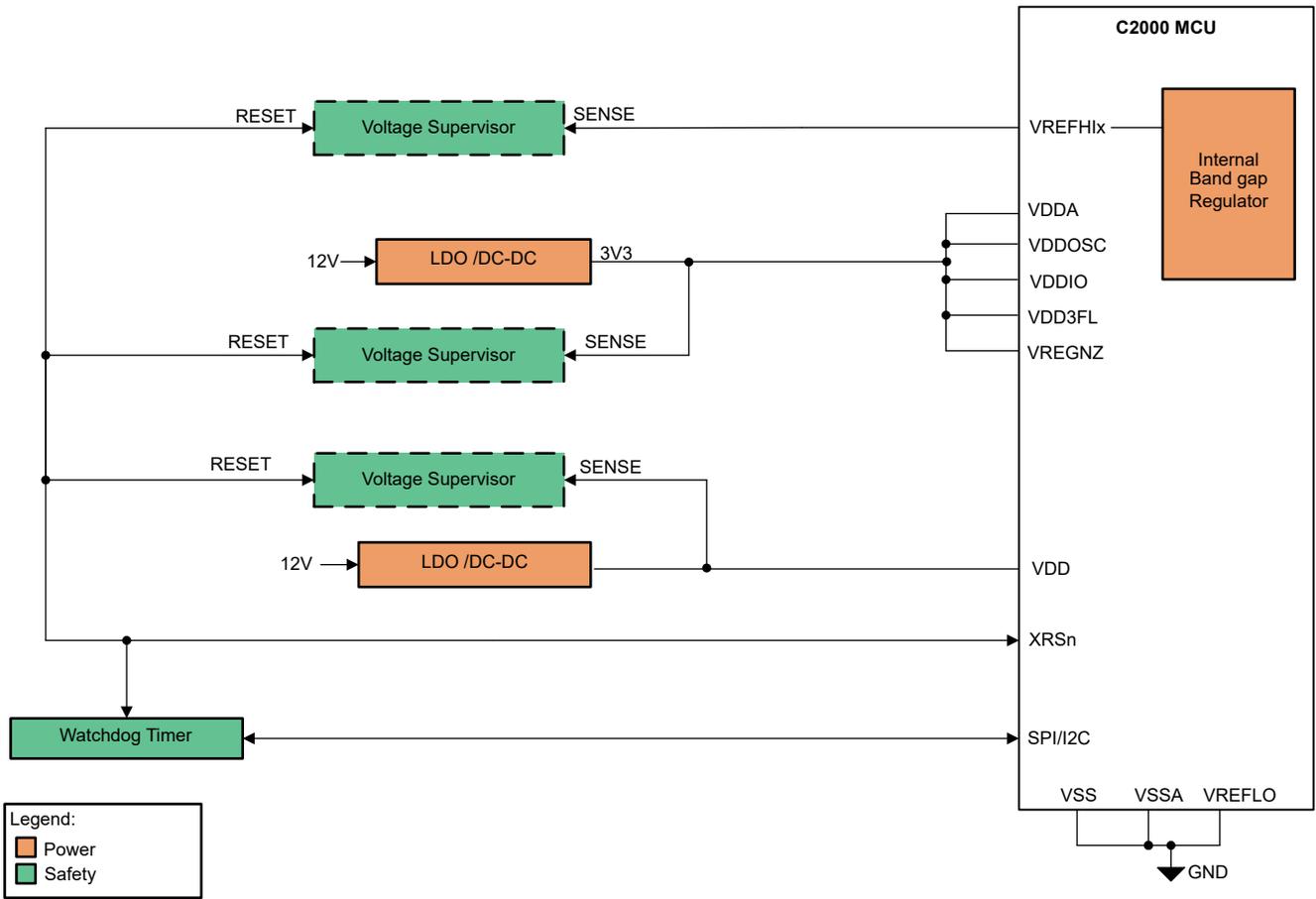


图 3-2. 非安全：具有内部 VREFHI 和外部的 VREG 的 MCU

4 总结

本文档详细介绍了如何使用降压转换器和电压监控器来监控所有关键电压轨，以提供功耗和成本优化型电源设计。本文档还详细介绍了分立式 IC 需要哪些外部元件才能满足系统的 ASIL-B 要求。本文档可用作参考，以便为安全和非安全应用提出电源解决方案。

5 参考文献

- [在功能安全应用中使用电压监控器监控电压轨](#)
- [为安全 MCU 设计电源以满足功能安全 ASIL 要求](#)
- [电压基准和监控器如何帮助实现 ASIL 功能安全目标](#)

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