

Design Guide: TIDA-HVBMS-ESS-PLTFRM

高达 1500V 组合电压的高压锂离子 (Li-Ion) 和磷酸铁锂 (LiFePO₄) 电池组设计参考

说明

该参考设计包括三种高压锂离子 (Li-ion) 和磷酸铁锂 (LiFePO₄) 电池组设计，电压最高可达 1500V。该架构结合的各个参考设计是电池管理单元 TIDA-101279、高压管理单元 TIDA-010272 和电池控制单元 TIDA-010253。该设计可监控每个电芯的电压、电芯温度、总线电压、并联电流、绝缘阻抗，并保护电池组以确保安全使用。得益于这些特性，该参考设计适用于高容量电池包应用。

资源

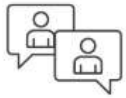
TIDA-HVBMS-ESS-PLTFRM, TIDA-010279 设计文件夹
TIDA-010253、TIDA-010272 设计文件夹

特性

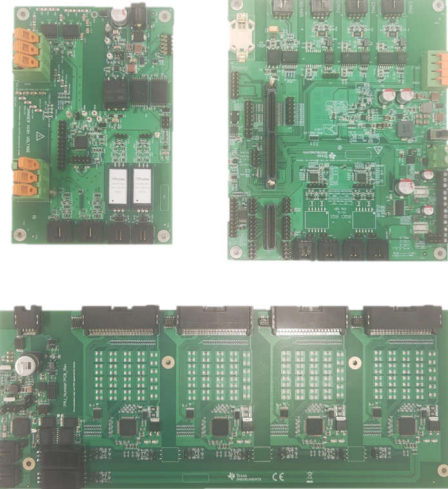
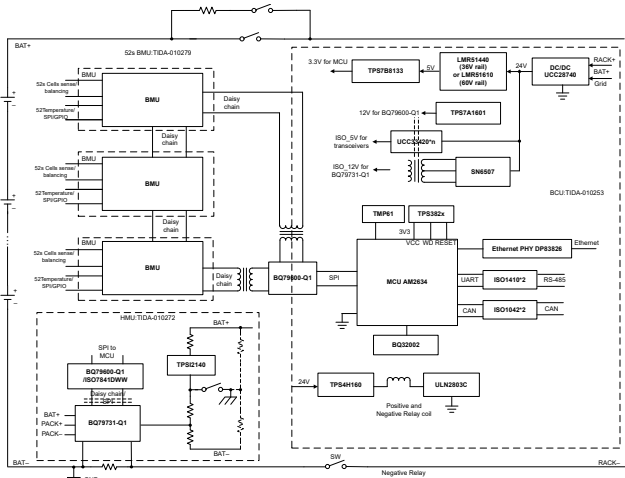
- -40°C 至 125°C 时的电芯电压精度为 $\pm 2.4\text{mV}$ ，无需校准
- 25°C 时总线电压精度为 $\pm 0.5\%$
- 25°C 且 $<10\text{A}$ 时并联电流误差为 $\pm 10\text{mA}$ ；25°C 且 $>10\text{A}$ 时并联电流误差为 $\pm 0.1\%$
- 通过菊花链和高达 1500V 的控制器局域网 (CAN) 接口支持堆叠式架构
- 具有数据重新计时和环形架构的稳健菊花链通信
- 强大的可编程电池电芯和电池包保护

应用

- ESS - 电池管理系统 (BMS)



请咨询我司 TI E2E™ 支持专家



1 系统说明

目前，电池储能系统 (BESS) 在住宅、商业和工业以及电网储能和管理领域发挥着重要作用。此类系统正在朝着高精度监测、预测性保护、智能管理的方向发展，同时注重环境可持续性。

BESS 包含多个电池组，每个电池组又由若干个串并联的电池电芯组成。电池组和电池电芯需要适当的工作和存储温度、电压范围、电流范围，以保证使用寿命和安全。设计人员必须在电池组层面监测并保护电池电芯。电池管理单元 (BMU) 是一种控制器，用于监控电池组中每个电池电芯的电压和温度，且测量精度要求很高。BMS 的高压监测单元 (HMU) 部分是一个关键元件，主要负责管理和维护电池组高压方面的安全。

BMU 和 HMU 收集的信息将传输到机架级控制器电池控制单元 (BCU)，以进行安全和充电管理。BMU 和 BCU 之间还需要稳健且快速的通信。对于通信接口，传统上广泛使用控制器局域网 (CAN) 来确保通信的稳健性。然而，菊花链具有成本优势，尤其是用于大容量电池组应用时，因为在此类应用中，对由许多 BMU 节点和 CAN 接口器件组成的 CAN 结构而言，成本是一项重要考虑因素。

通过整合 BMU、BCU 和 HMU 的设计，该架构形成了一个完整的 BESS 系统，适用于可应用于住宅、商业、工业和电网储能系统的大容量电池组应用。

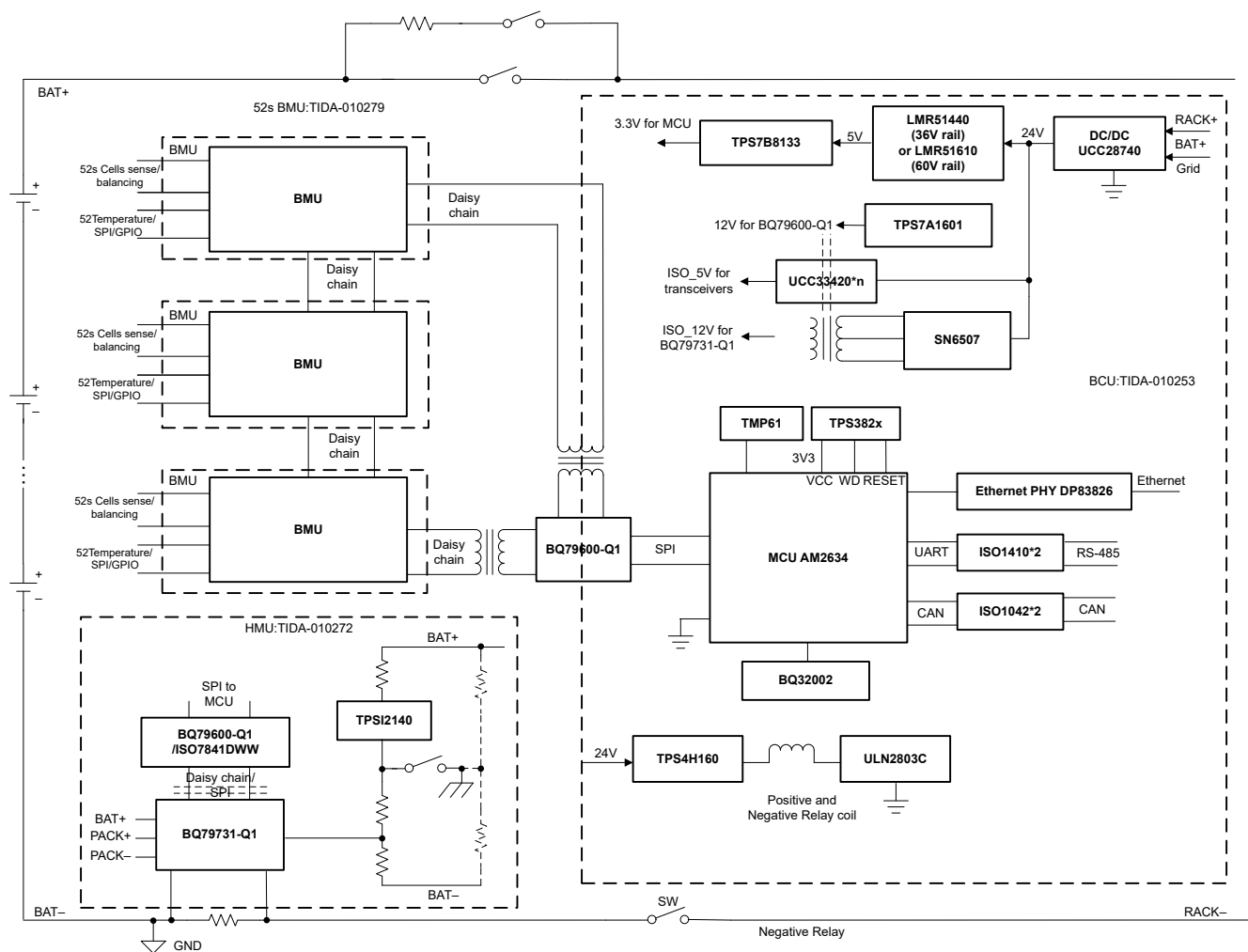
2 系统概述

BMU 负责电芯电压和温度传感以及电芯平衡。HMU 负责监测电池组的电压和电流、控制继电器，以及执行绝缘检测。BCU 负责电池组的 SOC 计算和外部通信，并以统一的方式处理所有数据。

在图 2-1 中，三块电路板的整体连接方式如下：

- BMU 收集的电压和温度信息通过通用异步收发器 (UART) 或菊花链传输到 BCU 电路板。
- HMU 检测到的高压和绝缘采样信息通过 SPI 或菊花链传输到 BCU。
- BCU 计算和处理来自 HMU 和 BMU 电路板的信号，并提供对外的 RS-485、CAN 和以太网通信接口。

图 2-1 展示了系统方框图。



2.2 重点参考设计

2.2.1 TIDA-010279

该参考设计是一种全面的电芯温度传感和高电芯电压精度锂离子 (Li-ion)、磷酸铁锂 (LiFePO₄) 电池组 (52 芯)。该设计可监控每个电芯的电压和电芯温度，并保护电池包以确保安全使用。该设计支持菊花链和控制器局域网 (CAN) 接口，用于高达 1500V 电池储能系统的可堆叠通信。得益于这些特性，该参考设计适用于高容量电池包应用。

2.2.2 TIDA-010272

该参考设计是一款具有高电压、电流和绝缘阻抗精度的锂离子 (Li-ion)、磷酸铁锂 (LiFePO₄) 电池架。该设计可以监测四个高压总线输入、一个分流电流与温度，以及电池的一个绝缘阻抗，从而确保电池架的安全运行。该设计提供板载串行外设接口 (SPI) 和非板载菊花链通信接口，使堆叠连接更加经济高效，并且具备加强的绝缘保护。得益于这些特性，该参考设计适用于大容量电池架应用。

2.2.3 TIDA-010253

该参考设计是一款适用于高压锂离子 (Li-ion)、磷酸铁锂 (LiFePO₄) 电池架的中央控制器。该设计提供高压继电器驱动电路、通信接口 (包括 RS-485、控制器局域网 (CAN)、菊花链和以太网)、湿度传感器的可扩展接口、高压模数转换器 (ADC) 和电流传感器。

该设计使用高性能微控制器来开发和测试应用程序。得益于这些特性，该参考设计适用于高容量电池架应用的中央控制器。

3 设计和文档支持

3.1 设计文件

3.1.1 原理图

要下载原理图，请参阅 [TIDA-HVBMS-ESS-PLTFRM](#) 中的设计文件。

3.1.2 BOM

要下载原理图，请参阅 [TIDA-HVBMS-ESS-PLTFRM](#) 中的设计文件。

3.2 文档支持

1. 德州仪器 (TI), [TIDA-010279](#) : 适用于储能系统的高达 1500V 可堆叠电池管理单元参考设计的设计指南
2. 德州仪器 (TI), [TIDA-010253](#) : 适用于储能系统的电池控制单元参考设计的设计指南
3. 德州仪器 (TI), [TIDA-010272](#) : 适用于储能系统的 1500V 高压电池架监测单元参考设计的设计指南
4. 德州仪器 (TI), [LiFePO₄ 设计注意事项应用手册](#)
5. 德州仪器 (TI), [BQ78706 功能安全合规型 14 节串联电池监测器数据表](#)
6. 德州仪器 (TI), [如何为高电芯数工业应用堆叠电池监测器 E2E™ 论坛](#)
7. 德州仪器 (TI), [德州仪器 \(TI\), GESS-BMS 中的绝缘电阻检测设计应用简报](#)
8. 德州仪器 (TI), [扩展电池管理系统中电芯监控单元的功能应用简报](#)

3.3 支持资源

[TI E2E™ 中文支持论坛](#) 是工程师的重要参考资料，可直接从专家处获得快速、经过验证的解答和设计帮助。搜索现有解答或提出自己的问题，获得所需的快速设计帮助。

链接的内容由各个贡献者“按原样”提供。这些内容并不构成 TI 技术规范，并且不一定反映 TI 的观点；请参阅 TI 的[使用条款](#)。

3.4 商标

TI E2E™ and E2E™ are trademarks of Texas Instruments.

所有商标均为其各自所有者的财产。

4 作者简介

JUNHUA YAN 是 SEM 能源基础设施团队的 TI 系统工程师。Junhua 专注于电池包和储能系统应用，并创造了多种设计来解决工业电池包设计难题。

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