

Mike Emanuel

摘要

随着太阳能电池板作为电源的广泛普及，人们越来越需要能够使用太阳能输入源灵活地为电池充电。为了满足不同输入源和/或电池的要求，需要使用不同的拓扑。多种电池充电器（本文档的其余部分中统称为**太阳能电池充电器**）使用最大功率点跟踪（**MPPT**）算法来从太阳能电池板获取最大功率并为电池充电。这些设备涵盖广泛的电池电压范围，并采用不同的拓扑来适应这些输入电压和充电电压。

内容

| | |
|---|---|
| 1 引言..... | 2 |
| 2 MPPT 和 VINDPM 在太阳能电池充电器上如何工作 | 2 |
| 2.1 降压 MPPT..... | 2 |
| 2.2 升压 MPPT..... | 3 |
| 2.3 降压/升压 MPPT..... | 3 |
| 3 总结..... | 4 |
| 4 参考文献..... | 5 |

插图清单

| | |
|----------------------------|---|
| 图 1-1. I-V 和 P-V 曲线示例..... | 2 |
| 图 2-1. 太阳能降压充电器..... | 3 |
| 图 2-2. 太阳能升压充电器..... | 3 |
| 图 2-3. 太阳能降压/升压充电器..... | 4 |

表格清单

| | |
|---------------------------|---|
| 表 3-1. 太阳能电池充电器的特性比较..... | 4 |
|---------------------------|---|

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 引言

太阳能电池板的输出电压与从太阳能电池板汲取的电流紧密相关。如果从太阳能电池板汲取太多电流，太阳能电池板的输出将会崩溃。成功使用太阳能电池板的关键是找到所谓的最大功率点 (MPP)。太阳能电池板在 MPP 处提供可能的最大功率 [1]、[2]、[3]。图 1-1 显示了电流与电压以及功率与电压之间的关系曲线。请注意，功率与电压间的关系曲线显示大约 7W 和 13.5V 处存在清晰的 MPP。通过将电池板电压增加这个值以上或减少到这个值以下会降低电池板输出功率。

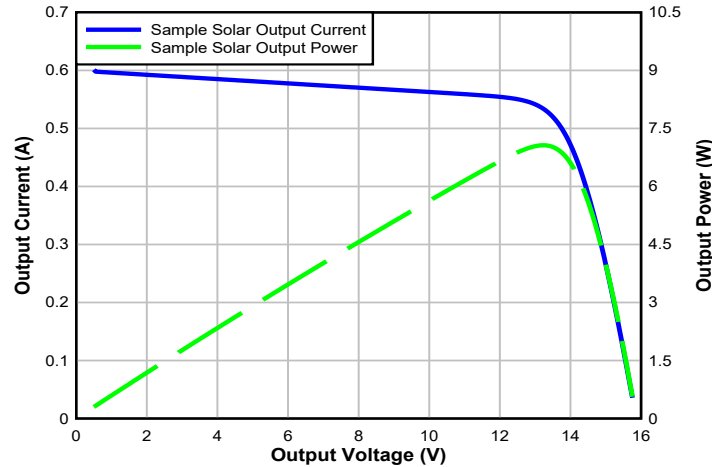


图 1-1. I-V 和 P-V 曲线示例

为了适应不同的输入和输出电压，以及实现更高的开关充电器效率，需要使用不同的开关模式拓扑。本应用手册讨论了降压、升压和降压/升压拓扑。

2 MPPT 和 VINDPM 在太阳能电池充电器上如何工作

为了从太阳能电池板获取 MPP，需要使用 MPPT 算法。一种很好的方法是使用分数开路电压 (FOCV) 技术。在这种方法中，太阳能电池充电器输入电压会调节至太阳能电池板开路电压 (OCV) 的一定百分比。此 OCV 是太阳能电池板在无负载条件下的输出电压 [4]。在正常日照条件下，该比率 (也称为 K 系数) 通常介于 75% 至 85% 之间。另一种方法是将输入电压调节至固定值。这里介绍的所有太阳能电池充电器都使用这两种算法之一。以下几节详细介绍了每个充电器具体如何实现 MPPT 操作。

使用 MPPT 需要输入电压调节，也称为 VINDPM (输入电压动态电源管理)。当电池充电器需要的输出功率超过输入能够处理的功率时，VINDPM 便会激活，从而开始降低输入电压。通过选择适当的 VINDPM 设置，充电电流将在 VINDPM 下降低，以确定系统负载的优先级并防止输入电压降低到低于 VINDPM 值。VINDPM 设置由外部电阻分压器或 I²C 设置确定。从 OCV 中选择所需的 K 系数与通过 VINDPM 调节至目标输入电压相结合，提供了一种清晰的 MPPT 解决方案。

2.1 降压 MPPT

在降压转换器中，输入电压始终大于输出电压。请参阅图 2-1，其中以灰色显示了降压拓扑。在降压充电器中，要对 VINDPM 进行编程，一种简单方法是使用电阻分压器，例如图 2-1 中的 R3 和 R4。一个基准电压针对 MPPSET。目标是对电阻分压器进行编程，以便在输入处于 VINDPM 阈值时满足 MPPSET 基准电压。

BQ24650 是一款 26V 10A 降压充电控制器，通过 MPPSET 引脚提供 MPPT 功能。MPPSET 的目标基准电压为 1.2V。充电器将仅从太阳能电池板中拉出电流，从而将输入电压保持在所需的 MPPT 电压上，并将 MPPSET 电压保持在 1.2V。BQ24650 是独立的，但附带两个 STATx 引脚，用于提供器件的详细状态。

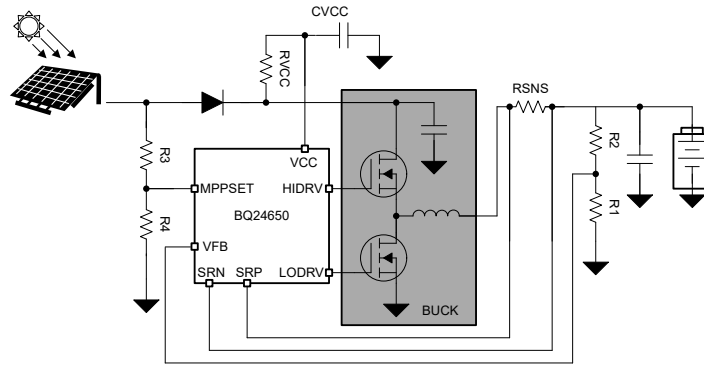


图 2-1. 太阳能降压充电器

2.2 升压 MPPT

在升压转换器中，输入电压始终小于输出电压。请参阅图 2-2，其中以灰色显示了升压拓扑。在升压充电器中，要对 VINDPM 进行编程，一种简单方法是使用电阻分压器，例如图 2-2 中由 R_{OC2} 和 R_{OC1} 构成的 VOC_SAMP 分压器。首先，转换器被禁用，然后在输入电压下对太阳能电池板的 VOC 进行采样。在 VOC 条件下，在 VOC_SAMP 处测量基准电压，这是下一次采样之前的 VINDPM 设置。

BQ25504、BQ25505 和 BQ25570 是通过 VOC_SAMP 引脚提供 MPPT 功能的 100mA 升压充电器。在该系列器件中，通过禁用转换器，每 16 秒（典型值）对输入电压采样一次。然后，转换器将输入电压调节为 OCV 的所需百分比。BQ25505 和 BQ25570 为太阳能设备提供 80% MPPT（或 K 系数）选项。对于这两个器件和 BQ25504，可通过调整 VOC_SAMP 分压器来设置 K 系数。

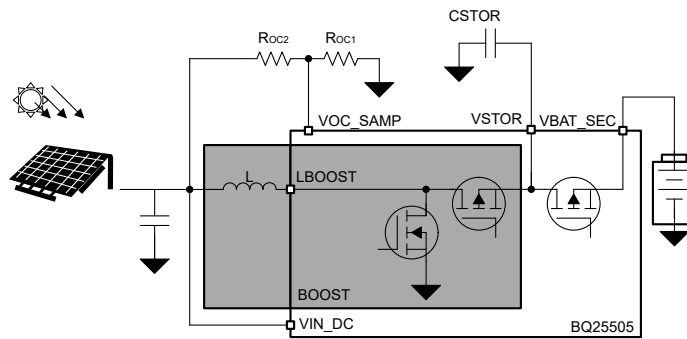


图 2-2. 太阳能升压充电器

2.3 降压/升压 MPPT

在降压/升压转换器中，输入电压可以大于、小于或等于输出电压。请参阅图 2-3，其中以灰色显示了降压/升压拓扑。主机控制型充电器提供了更多用于对 MPPT 进行编程的选项。实现 MPPT 的一种可靠方法是通过 I²C 对所需的 K 系数进行编程，如图 2-3 的 SDA 和 SCL 引脚所示。充电器将定期禁用充电并测量输入电压，也称为太阳能电池板的 OCV。接下来，充电器会将 OCV 乘以 K 系数，并在太阳能电池板过载时将输入保持为此值来作为 VINDPM。

BQ25798 是一款具有 MPPT 功能的 18.8V、5A、I²C 降压/升压充电器。BQ25798 非常适合温度会变化的环境，因为随着太阳能电池冷却或加热，BQ25798 将相应地更改输入电压调节，而无需设置固定的 OCV。I²C 功能还让用户可以灵活地即时更改 K 系数。

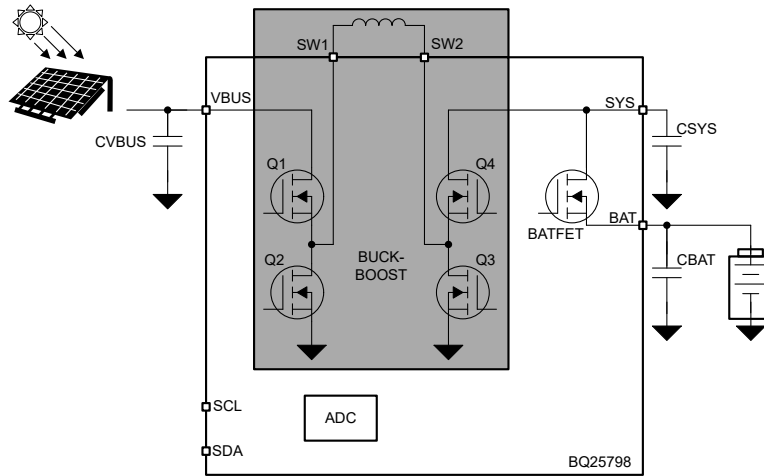


图 2-3. 太阳能降压/升压充电器

3 总结

太阳能电池充电器有许多选择。可以使用降压、升压和降压/升压转换器拓扑以及宽范围的充电电流。每个电池充电器要么使用固定的 MPP 电压，要么通过测量空载输入电压 (或 OCV) 并将输入电压调节为 OCV 的固定比率。

有关详细特性和运行情况，请参阅表 3-1，以了解多种太阳能电池充电器的比较。

表 3-1. 太阳能电池充电器的特性比较

| 器件 | BQ24650 | BQ25798 | BQ25504、BQ25505、BQ25570 |
|---------------|----------------------|----------------------|--|
| 输入电压 (最大值) | 28 V | 24V | 3V (BQ25504) 和 5.1V (BQ25505 和 BQ25570) |
| 电池电压 (最大值) | 26V | 18.8 V | 5.25V (BQ25504) 和 5.5V (BQ25505 和 BQ25570) |
| 充电电流 (最大值) | 10A | 5A | 0.1A |
| 拓扑 | 降压 | 降压升压 | 升压 |
| 化学成分 | 铅酸、锂离子/锂聚合物、磷酸锂/磷酸铁锂 | 锂离子/锂聚合物、磷酸锂/磷酸铁锂 | 锂离子/锂聚合物、超级电容器 |
| 接口 | 独立 (可设置型 RC) | I ² C | 独立 (可设置型 RC) |
| 如何对 MPPT 进行编程 | 电阻器可编程 | I ² C 可编程 | 电阻器可编程 |
| MPPT 类型 | 固定 MPP 电压 | FOCV | FOCV |

4 参考文献

1. S. Negi, A. Maity, A. Patra, and M. Sharad, *Adaptive Fractional Open Circuit Voltage Method for Maximum Power Point Tracking in a Photovoltaic Panel*, 2019 32nd International Conference on VLSI Design and 2019 18th International Conference on Embedded Systems (VLSID), Delhi, India, 2019, pp. 482-487.
2. 德州仪器 (TI), [实现简单的最大功率点跟踪 \(MPPT\) 算法](#) 应用手册。
3. 德州仪器 (TI), [BQ24650 充电器的最大功率点跟踪](#) 应用手册。
4. T. Eswam and P. L. Chapman, *Comparison of Photovoltaic Array Maximum Power Point Tracking Techniques*, in IEEE Transactions on Energy Conversion, vol. 22, no. 2, pp. 439-449, June 2007.

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 © 2023，德州仪器 (TI) 公司