

微处理器控制、宽输入电压、SMBus 智能电池充电器的实施

作者: Keith Keller, TI 模拟现场应用/电源管理部

随着锂离子化学电池在各种电子产品设计中的使用越来越普遍,为这些电池充电的创新解决方案变得越来越必不可少。为了获得最大程度的系统灵活度,我们可以使用微处理器来控制电池充电的各个方面,包括旨在提高充电速率和电池寿命的独特充电算法。这种方法还能够允许更高电压的电池组实施。

本文将介绍如何利用一颗微处理器来控制一个宽输入电压 DC/DC 控制器的功率级板。这种解决方案可支持高达 55V 的输入电压;5V 到 51V 范围的电池充电电压;以及在大多数情况下高达 10A 的输出电流。本文中所讨论的硬件和软件均由 TI 应用工作人员开发,并经过他们的测试,目的是让客户能够快速地进行解决方案原型机制造。

为了易于开发,我们将电池充电器分解为两个单独的板:微处理器控制器板和 DC/DC-转换器功率级板(请参见图 1)。正负电池端均连接至功率级板,而系统管理总线 (SMBus) 通信线则连接至微处理器板。智能电池将我们想要的充电电压和电流信息发送给微处理器,之后将两个脉宽调制 (PWM) 信号发送给 DC/DC-转换器功率级板,以设置实际输出电压和电流。

为了能够使用标准宽输入电压 DC/DC 转换器,功率级板设计有一个特殊的反馈电路(请参见图 2),以正确地控制电池充电。微处理器遵循的充电序列是,在电池电压接近其规定最大电压以前一直对充电电流进行限制。当达到最大电压时,充电电压便保持恒定,从而让充电电流逐渐减少,直到认为电池获得完全充电为止。这时,PWM 输出信号便关闭。

初始电流限制充电速率有两个电流电平。当电池过度放电时,在电池电压达到某个足够安全的级别来接受标准充电速率以前,将一直使用很低的充电速率来进行充电。

在如图 2 所示反馈电路中,U3:B 将 PWM-电流基准电压 (I_PWM1) 同提供给电池的测量电流 (ISNS1) 进行对比。如果 PWM 基准电压高于测量电流,则放大器输出为高。如果基准电压较低,则放大器输出为低。

一个电阻分压器 (R30 和 R34) 用于测量 U3:A 的 VBATT1 输入端的输出电压。我们将该电压同 PWM-输出基准电压 (V_PWM1) 进行对比。如果该基准电压更高,则放大器输出为高。如果基准电压更低,则放大器输出为低。最大输出电压可由如下方程式表示:

$$V_{OUT(max)} = \frac{VBATT1}{R34 \times (R34 + R30)}$$

图 1 宽输入电压智能电池充电器的高级系统结构图

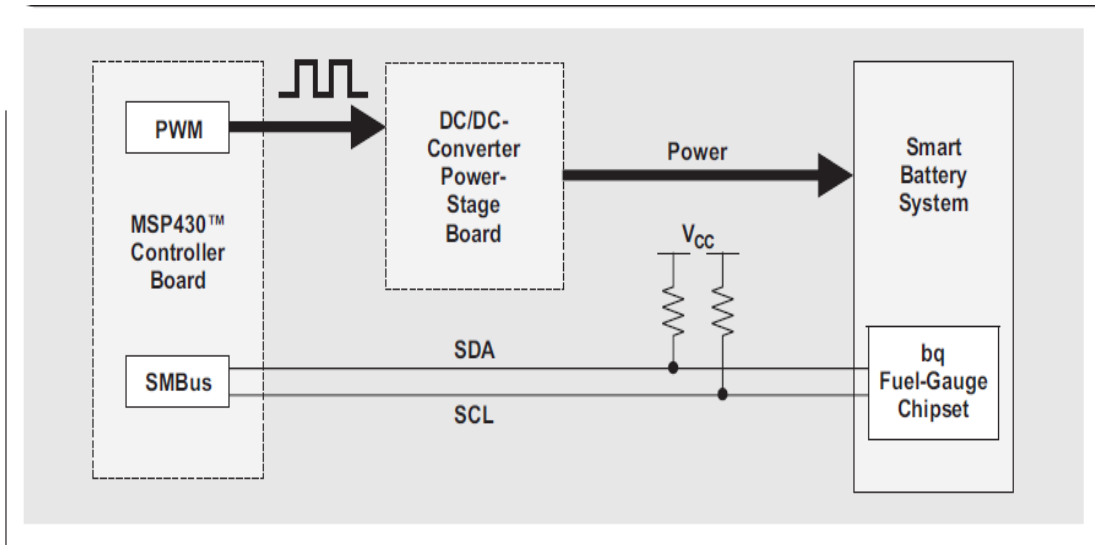


图 2 正确对电池充电的恒流/电压-反馈电路

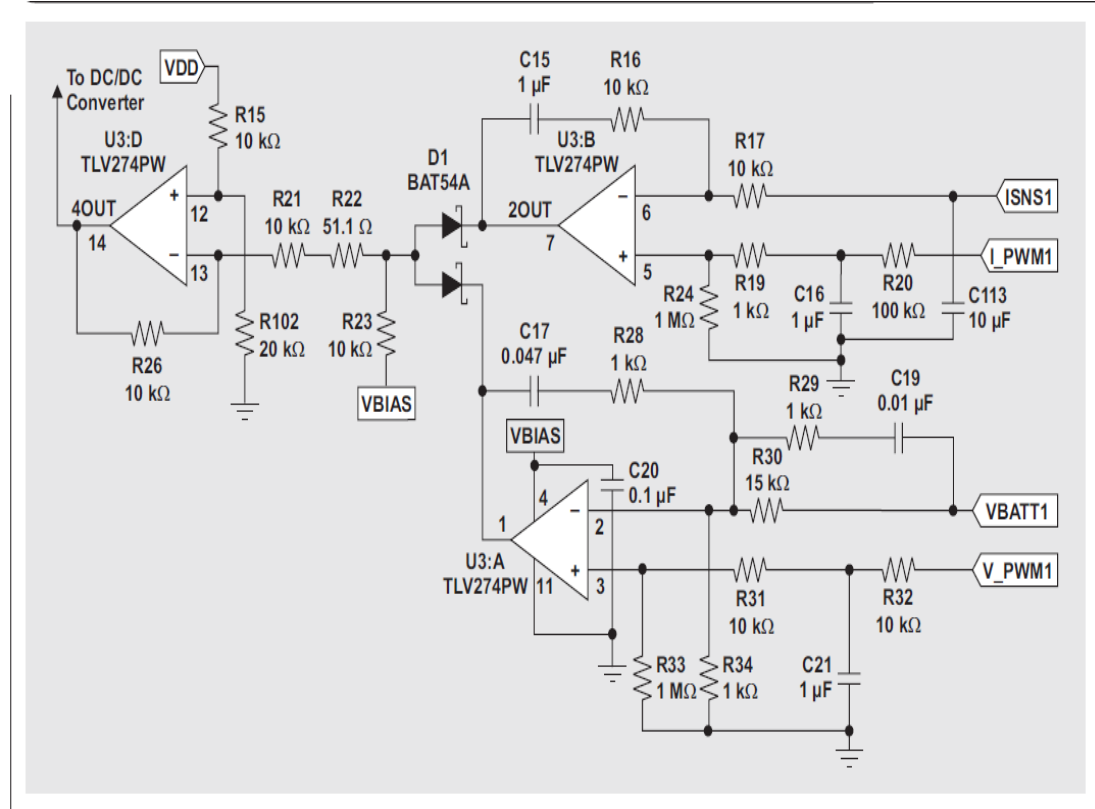


图 3 过压及反极保护电路

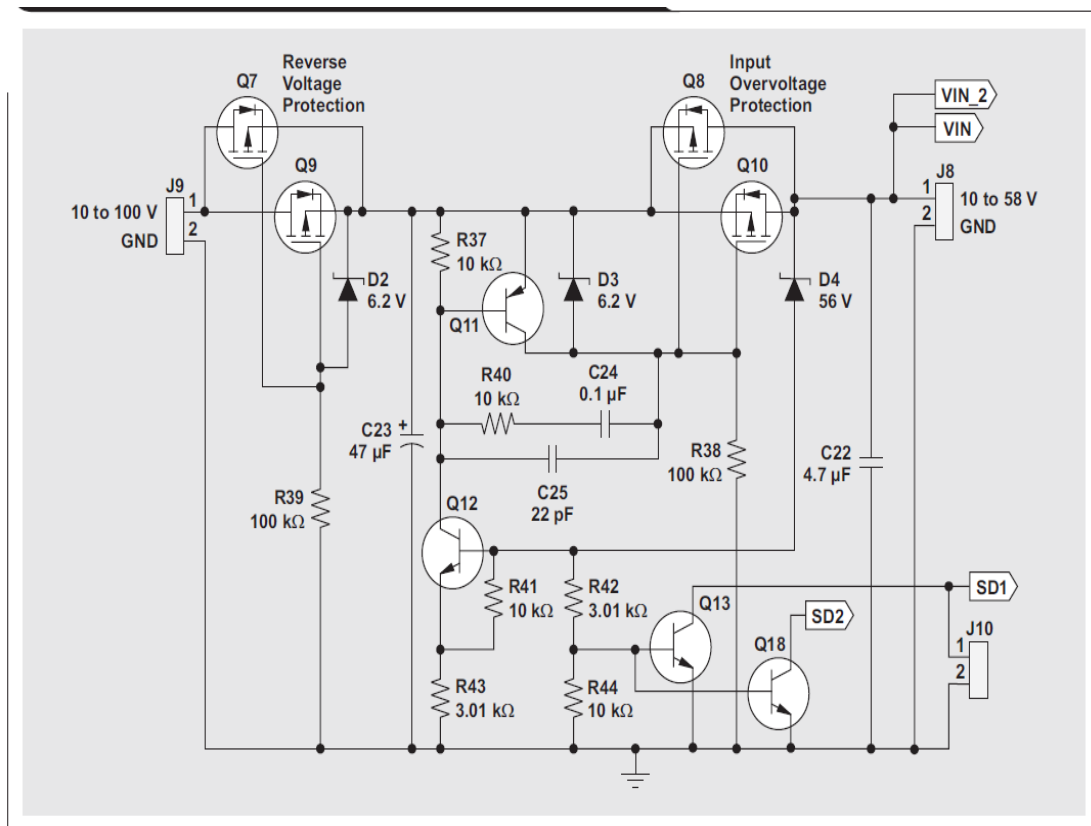
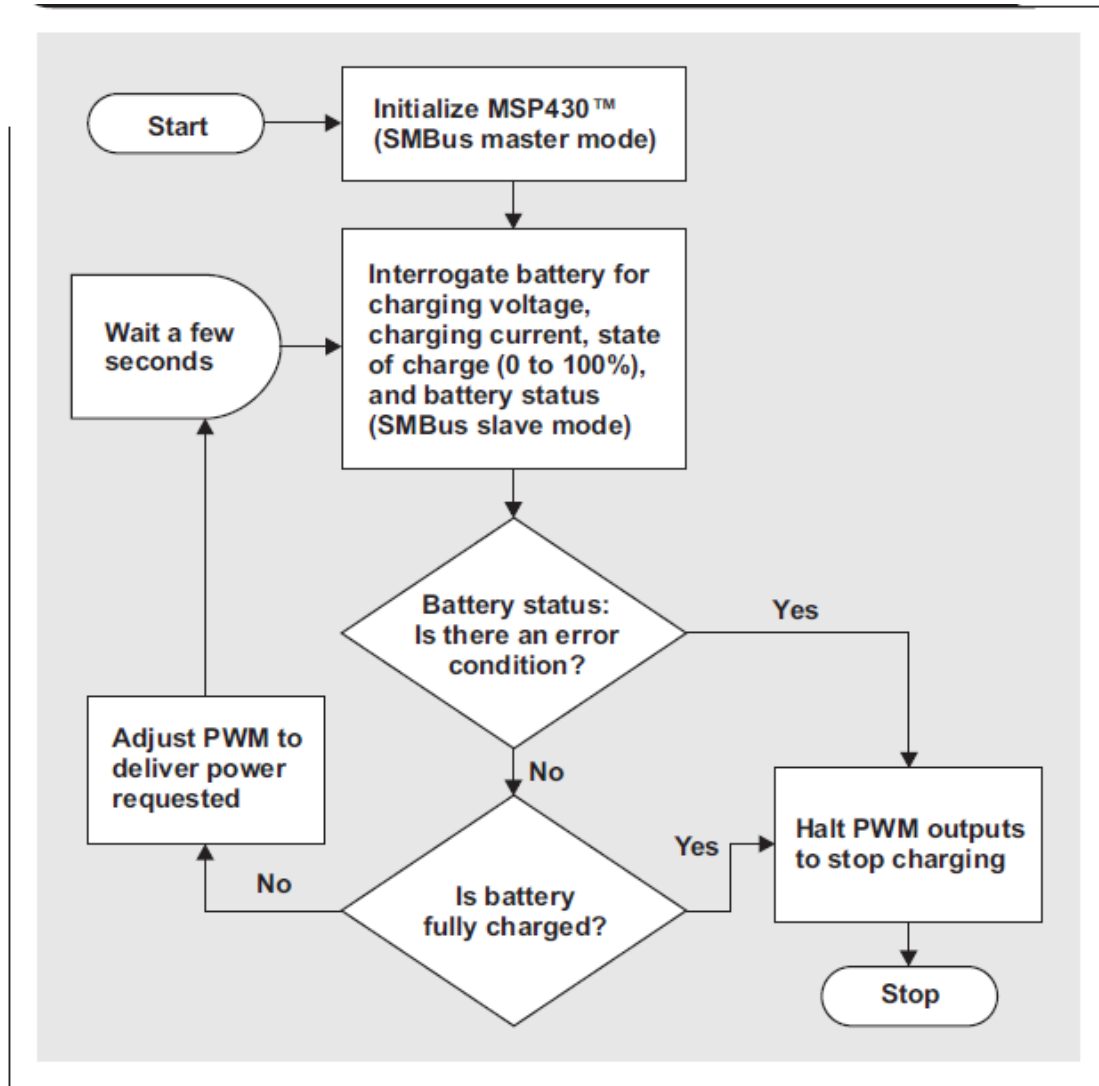


图 4 软件流程图简述



D1 二极管将两个放大器输出与一个逻辑 OR 组合。最低电压供给反相放大器 (U3:D)，其让误差信号极性在使用 DC/DC 控制器（这里为 TI 的 TPS40170）时为正确的。基本工作原理是：控制器尝试发送一个设定电流；同时，如果负载可以接受该电流，则控制器便调节为该电流级别。如果负载不接受全部电流，则电压开始上升，并最终达到 $V_{OUT(max)}$ 。当出现这种情况时，电压环路接管，并对输出电压进行调节。

若想提高解决方案的安全性，功率级板上还要有过电压状态（高达 100V）和反向电压连接（其正负极被交换）的保护电路。图 3 显示了这种电路。

输入电压反接时，反向电压保护由 MOSFETs Q7 和 Q9 以及 D2 来提供。这样便不允许对系统施加负电压。输入过电压保护由 MOSFET Q8 和 Q10 提供。齐纳二极管 D4，设置电路开始钳位的电压。一旦超出齐纳电压，FET 的栅-源电压便开始下降。这使 FET 工作在线性区域，并让微处理器继续得到供电。与此同时，DC/DC 转换器关闭，而信号 SD1 和 SD2 被拉至接地。

软件实施与硬件实施同等重要。简要软件流程图已显示在图 4 中。微处理器通

过 SMBus 询问电池，请求其想要的充电电压和电流。在确认这些值以后，它便设置两个 PWM 输出，以对到达电池的输出电压和电流进行调节。如果在任何时候，电池发布了一条充电警告，则 PWM 输出关闭。另外，一旦电池的充电状态达到 100% 或者设置的完全充电位，则 PWM 输出关闭。

电池充电期间，安全是最重要的问题。所有解决方案都应该有数个保护层。第一个保护层是具有内部保护 MOSFET 的智能电池本身。在充电期间，微处理器应定期（每隔 2 秒钟较好）与电池通信，对“电池状态”寄存器中的所有安全标志进行监控。要求响应的一些标志位包括过充电警告 (OCA)、终止充电警告 (TCA)、超高温警告 (OTA)，以及完全充电 (FC) 状态。微处理器的板上模数转换器，可用作过电压或者过电流事件的二次检查。

结论

通过将一颗微处理器与一个宽输入电压 DC/DC 控制器配合使用，我们可以设计出一种完全可编程、宽输入电压电池充电器。本文为你介绍了一种解决方案，其使用 TI 的低功耗 MSP430F5510 微处理器，配合 TPS40170 DC/DC 控制器，构建起一种能够支持高达 55V 输入电压的结构。文章描述了一种 TI 应用工作人员为实施正确电池充电而开发的特殊反馈网络。另外，我们还讨论了一种用于过电压保护和反向电压保护的新颖解决方案。通过 SMBus 通信协议与智能电池进行通信所需的软件，可通过“参考文献 1”（一份应用报告）中的链接下载到。SMBus 智能电池充电器的相关详情，也可在“参考文献 1”中找到。

参考文献

如欲了解更多本文相关信息，敬请访问 www.ti.com/lit/litnumber 并用具体的 TI Lit. # 替换“litnumber”，以便下载 Acrobat® Reader® 文件，获取下面所列资料。

文献,标题

TI Lit. #

1、《应用报告》的“使用 MSP430™ MCU 和 bq 电量计之间 SMBus 通信接口的宽输入电压电池充电器”，作者：Abhishek A. Joshi 和 Keith J. Keller

slaa476

相关网站

power.ti.com

www.ti.com/sc/device/MSP430F5

www.ti.com/sc/device/TPS40170

重要声明

德州仪器(TI) 及其下属子公司有权在不事先通知的情况下, 随时对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其它更改, 并有权随时中止提供任何产品和服务。客户在下订单前应获取最新的相关信息, 并验证这些信息是否完整且是最新的。所有产品的销售都遵循在订单确认时所提供的TI 销售条款与条件。

TI 保证其所销售的硬件产品的性能符合TI 标准保修的适用规范。仅在TI 保证的范围内, 且TI 认为有必要时才会使用测试或其它质量控制技术。除非政府做出了硬性规定, 否则没有必要对每种产品的所有参数进行测试。

TI 对应用帮助或客户产品设计不承担任何义务。客户应对其使用TI 组件的产品和应用自行负责。为尽量减小与客户产品和应用相关的风险, 客户应提供充分的设计与操作安全措施。

TI 不对任何TI 专利权、版权、屏蔽作品权或其它与使用了TI 产品或服务的组合设备、机器、流程相关的TI 知识产权中授予的直接或隐含权限作出任何保证或解释。TI 所发布的与第三方产品或服务有关的信息, 不能构成从TI 获得使用这些产品或服务的许可、授权、或认可。使用此类信息可能需要获得第三方的专利权或其它知识产权方面的许可, 或是TI 的专利权或其它知识产权方面的许可。

对于TI 的产品手册或数据表, 仅在没有对内容进行任何篡改且带有相关授权、条件、限制和声明的情况下才允许进行复制。在复制信息的过程中对内容的篡改属于非法的、欺诈性商业行为。TI 对此类篡改过的文件不承担任何责任。

在转售TI 产品或服务时, 如果存在对产品或服务参数的虚假陈述, 则会失去相关TI 产品或服务的明示或暗示授权, 且这是非法的、欺诈性商业行为。TI 对此类虚假陈述不承担任何责任。

TI 产品未获得用于关键的安全应用中的授权, 例如生命支持应用(在该类应用中一旦TI 产品故障将预计造成重大的人员伤亡), 除非各方官员已经达成了专门管控此类使用的协议。购买者的购买行为即表示, 他们具备有关其应用安全以及规章衍生所需的所有专业技术和知识, 并且认可和同意, 尽管任何应用相关信息或支持仍可能由TI 提供, 但他们将独力负责满足在关键安全应用中使用其产品及TI 产品所需的所有法律、法规和安全相关要求。此外, 购买者必须全额赔偿因在此类关键安全应用中使用TI 产品而对TI 及其代表造成的损失。

TI 产品并非设计或专门用于军事/航空应用, 以及环境方面的产品, 除非TI 特别注明该产品属于“军用”或“增强型塑料”产品。只有TI 指定的军用产品才满足军用规格。购买者认可并同意, 对TI 未指定军用的产品进行军事方面的应用, 风险由购买者单独承担, 并且独力负责在此类相关使用中满足所有法律和法规要求。

TI 产品并非设计或专门用于汽车应用以及环境方面的产品, 除非TI 特别注明该产品符合ISO/TS 16949 要求。购买者认可并同意, 如果他们在汽车应用中使用任何未被指定的产品, TI 对未能满足应用所需要求不承担任何责任。

可访问以下URL 地址以获取有关其它TI 产品和应用解决方案的信息:

	产品		应用
数字音频	www.ti.com.cn/audio	通信与电信	www.ti.com.cn/telecom
放大器和线性器件	http://www.ti.com.cn/amplifiers	计算机及周边	www.ti.com.cn/computer
数据转换器	http://www.ti.com.cn/dataconverters	消费电子	www.ti.com/consumer-apps
DLP® 产品	www.dlp.com	能源	www.ti.com/energy
DSP - 数字信号处理器	http://www.ti.com.cn/dsp	工业应用	www.ti.com.cn/industrial
时钟和计时器	http://www.ti.com.cn/clockandtimers	医疗电子	www.ti.com.cn/medical
接口	http://www.ti.com.cn/interface	安防应用	www.ti.com.cn/security
逻辑	http://www.ti.com.cn/logic	汽车电子	www.ti.com.cn/automotive
电源管理	http://www.ti.com.cn/power	视频和影像	www.ti.com.cn/video
微控制器 (MCU)	http://www.ti.com.cn/microcontrollers	无线通信	www.ti.com.cn/wireless
RFID 系统	http://www.ti.com.cn/rfidsys		
RF/IF 和 ZigBee® 解决方案	www.ti.com.cn/radiofre		
	TI E2E 工程师社区		http://e2e.ti.com/cn/

邮寄地址: 上海市浦东新区世纪大道 1568 号, 中建大厦 32 楼 邮政编码: 200122
Copyright © 2011 德州仪器 半导体技术 (上海) 有限公司