

MPS 应对电动自行车新国标 GB42295 的电池管理方案

卢平

2023 年10 月

MPS

电动自行车起火事故

1.8万

2022年一年电动自行车火灾1.8万起

23.4%

比2021年增长23.4%

80%

80%来自于充电起火

ICS 43.140
CCS Y 14



中华人民共和国国家标准

GB 42296—2022

电动自行车用充电器安全技术要求

Safety technical requirements of charger for electric bicycles

2022-12-29 发布

2023-07-01 实施

ICS 43.140
CCS Y 14



中华人民共和国国家标准

GB 42295—2022

电动自行车电气安全要求

Safety requirement for electric bicycles electrical

2022-12-29 发布

2024-01-01 实施

GB42295的几个核心要求

- 先握手，再充电
- 充电时主回路断开
- 电门锁关闭主输出断开
- 保护，保护，保护
- 明确精度要求



GB42295实施涉及到电池管理的几个关键变化

电门锁关闭后主输出切断



需要辅路供电解决防盗系统供电问题

充电状态下主回路需要切断



充电口和放电口分口

充电先识别才开始充电



高边驱动更便利设计

充放电口都需要短路保护



充电回路需要背靠背的MOSFET

保护装置失效断电



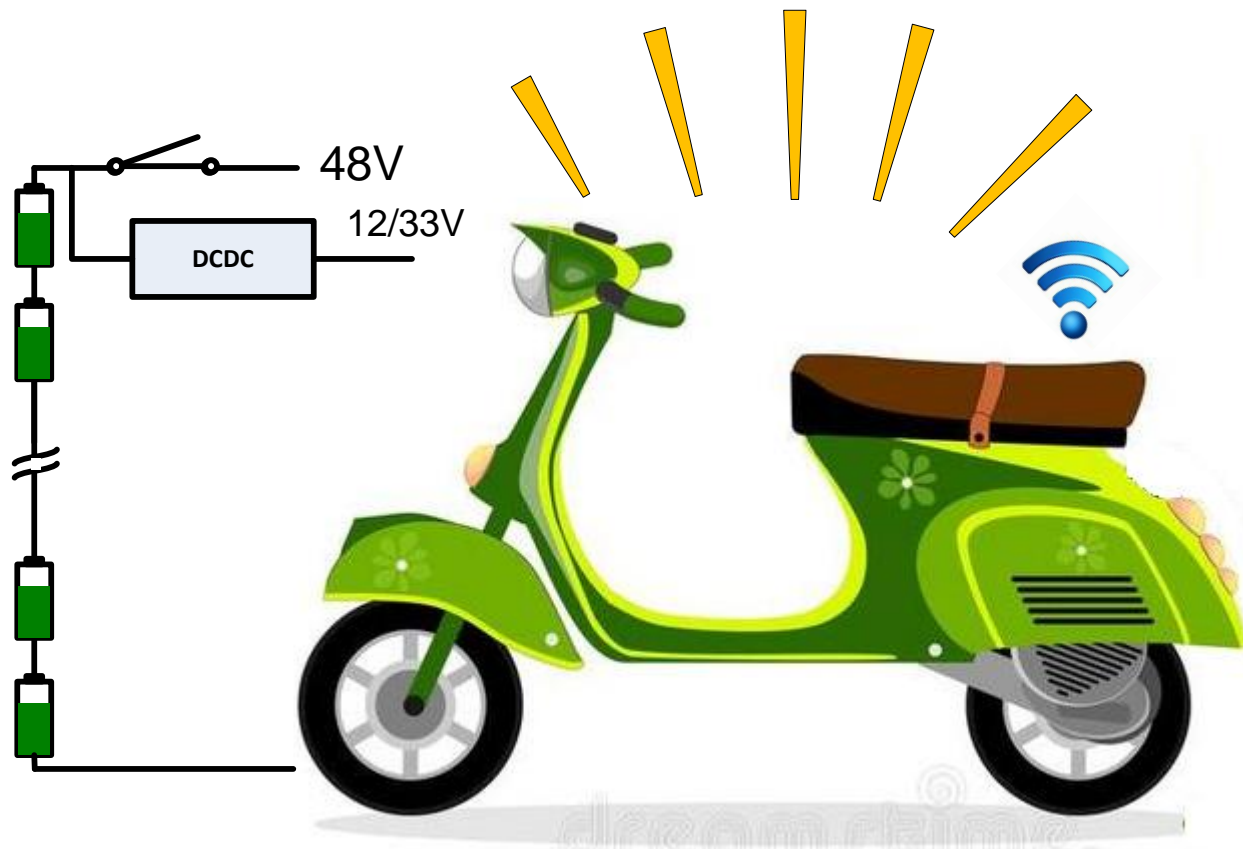
添加三端保险丝

电门锁关闭切断主输出带来系统供电问题

电门锁关闭切断主输出导致整车掉电，
防盗和定位需要解决供电

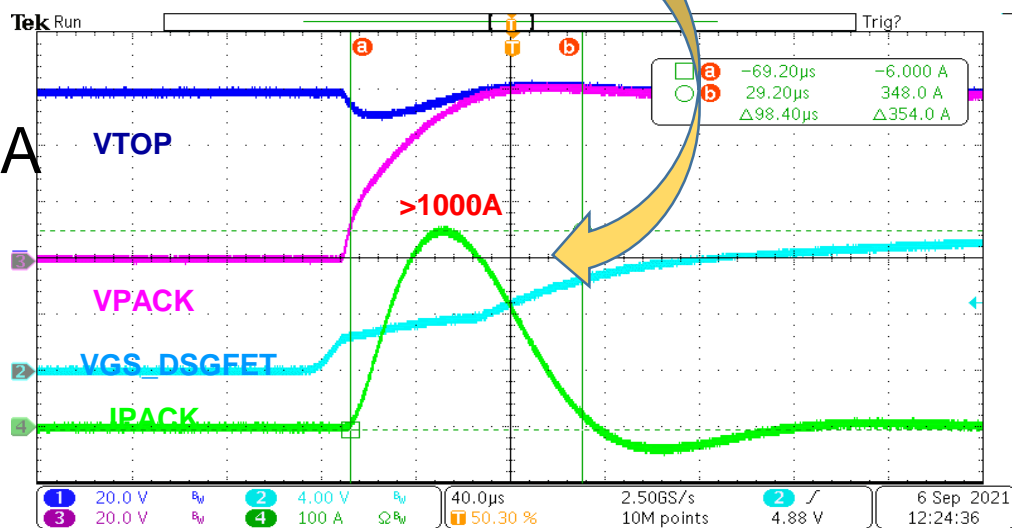
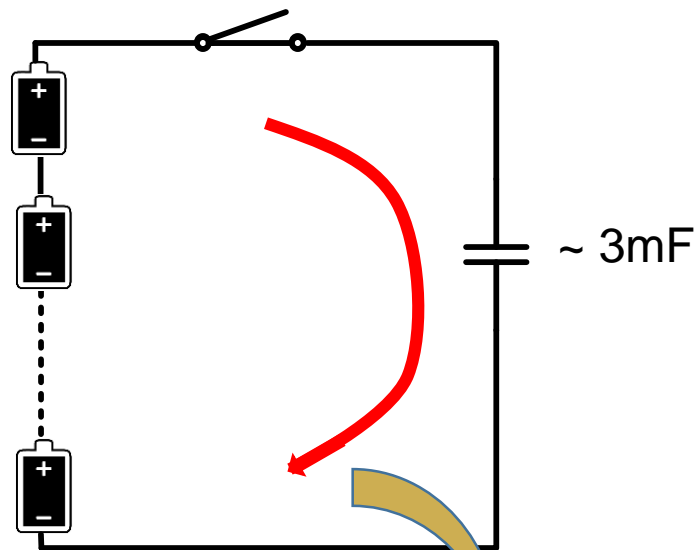


通过增加辅助电源来解决供
电问题



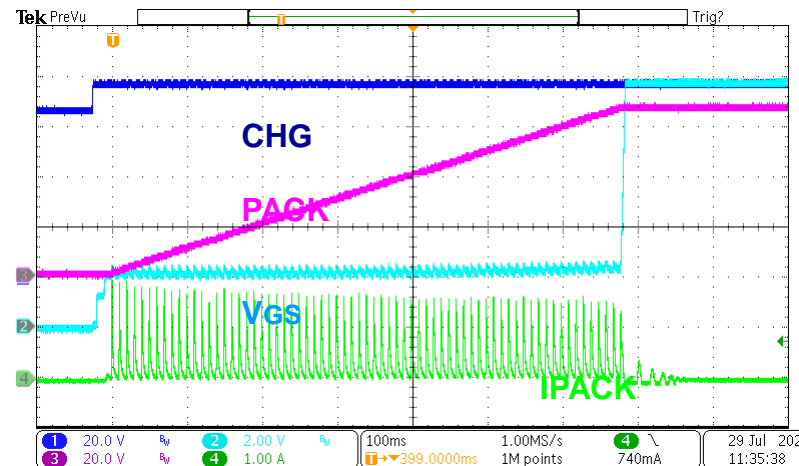
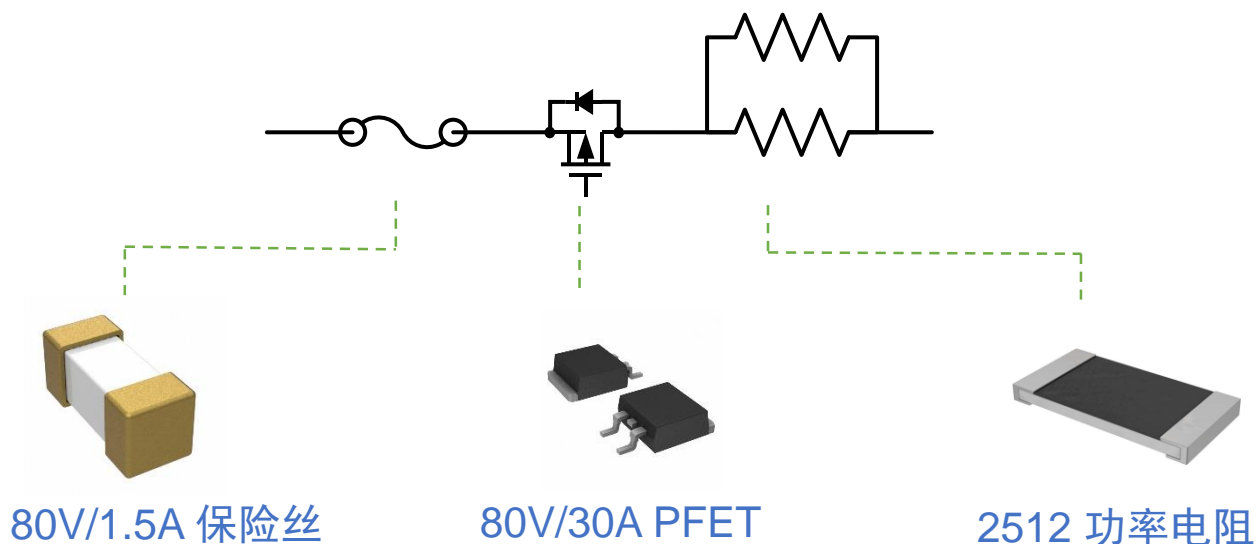
电门锁频繁开关带来冲击电流问题

- 传统电动自行车电池包和系统一直连接
- 新国标导致每次电门锁开启，电池包对输出电容进行放电
- 如果硬启动，冲击电流可以达到 $>1000A$
 - MOSFET损坏
 - 连接器损坏



MP279x 软启动可以解决启动冲击电流问题

- MP279x通过控制高边MOSFET的驱动电压的上升斜率从而实现Pack输出电压按相同斜率上升。
- 旁路软启动电路需要增加额外成本并增加占板面积

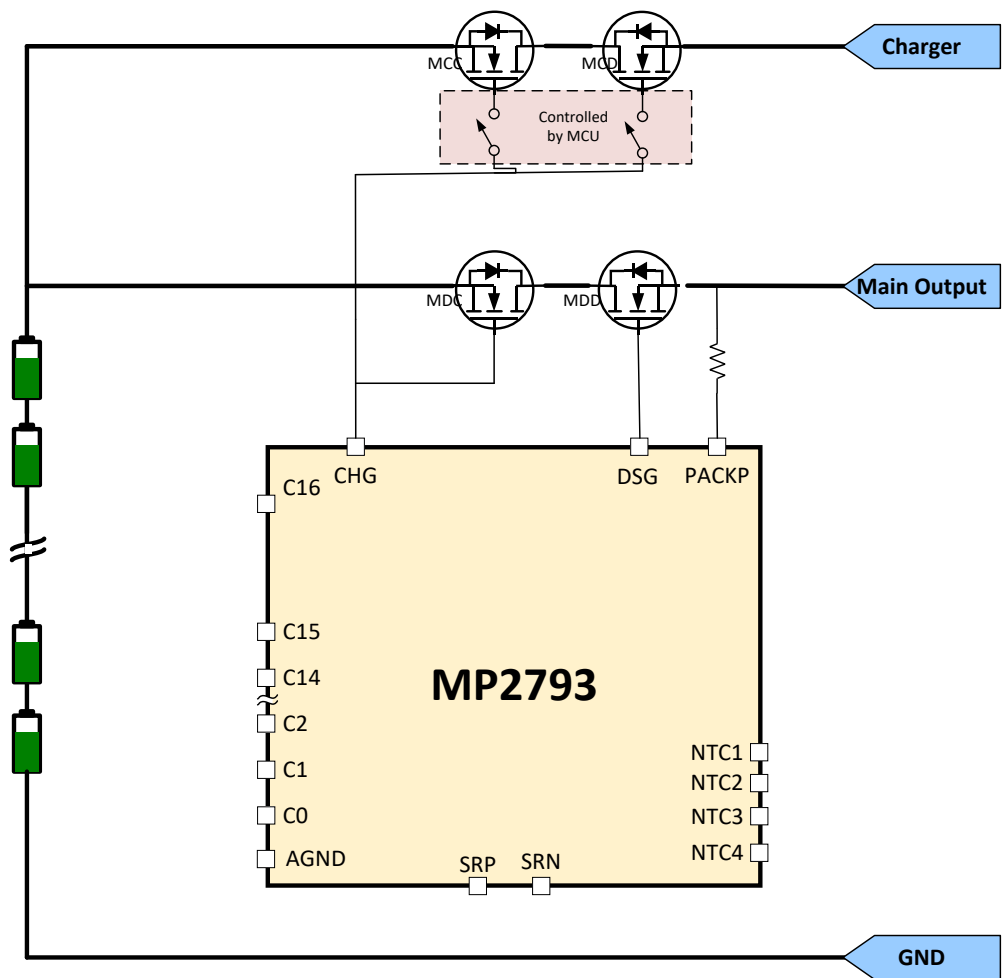


器件清单

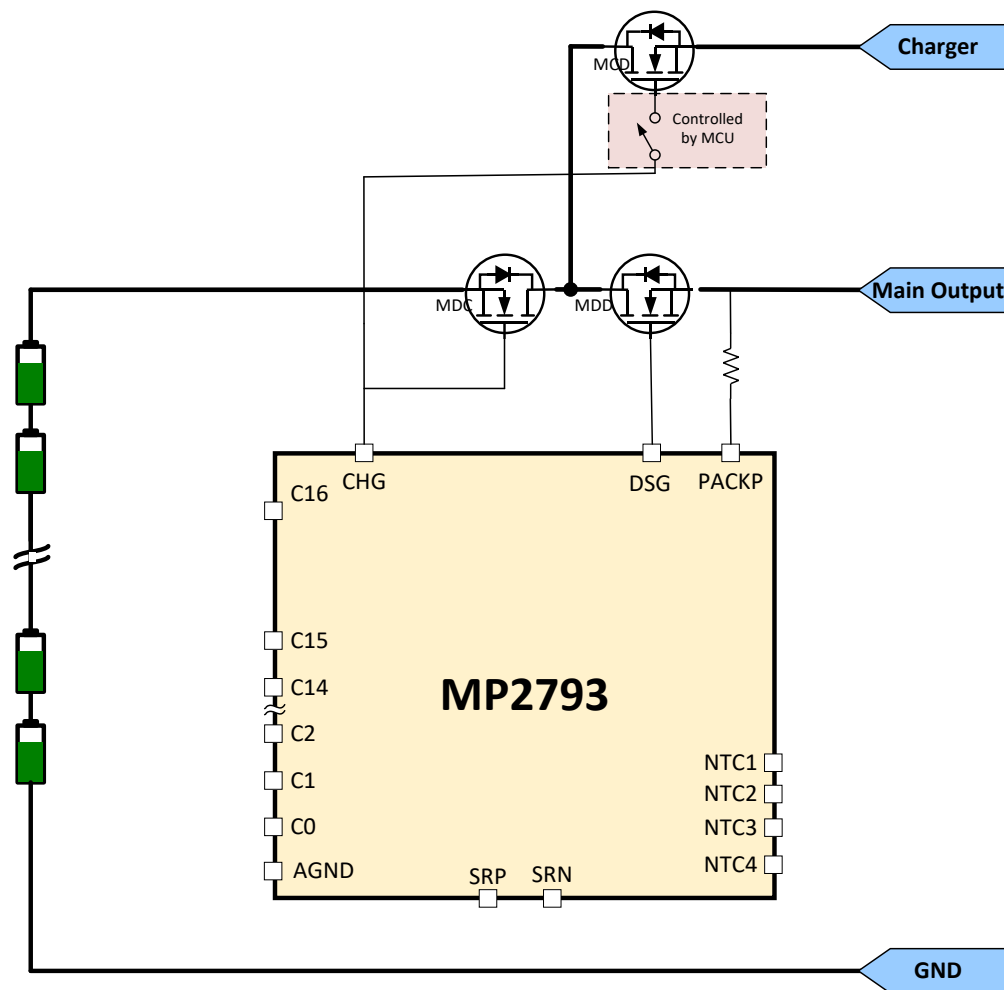
¥3 ~ 4 !

器件	封装	数量	成本
80V/1.5A 保险丝	2410	1	\$0.25
80V/30A PFET	TO252	1	\$0.2
1W 功率电阻	2512	2	\$0.06
总计			\$0.51

充电时主回路断开

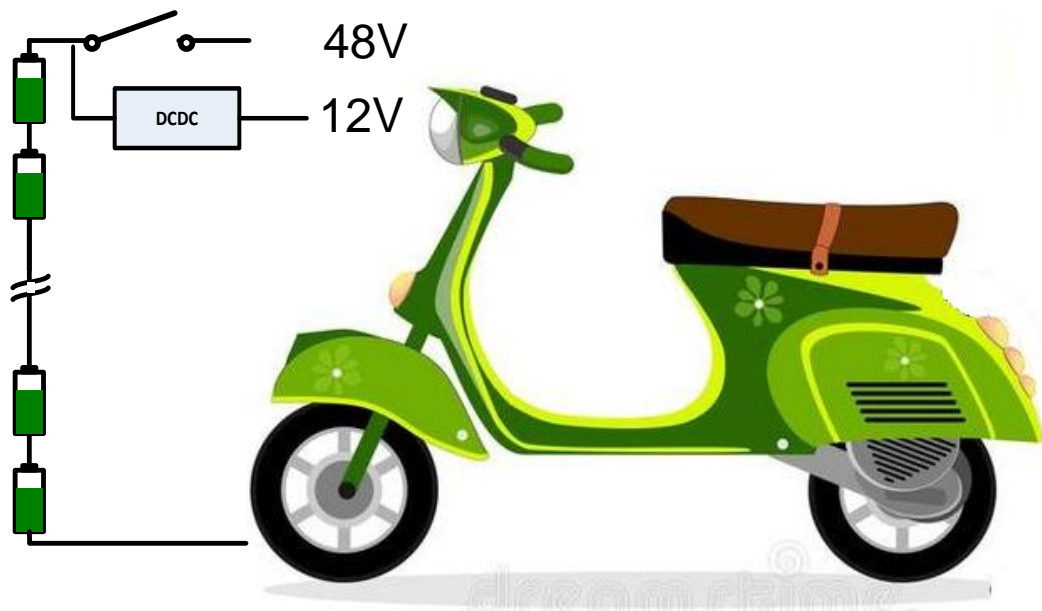


全分口

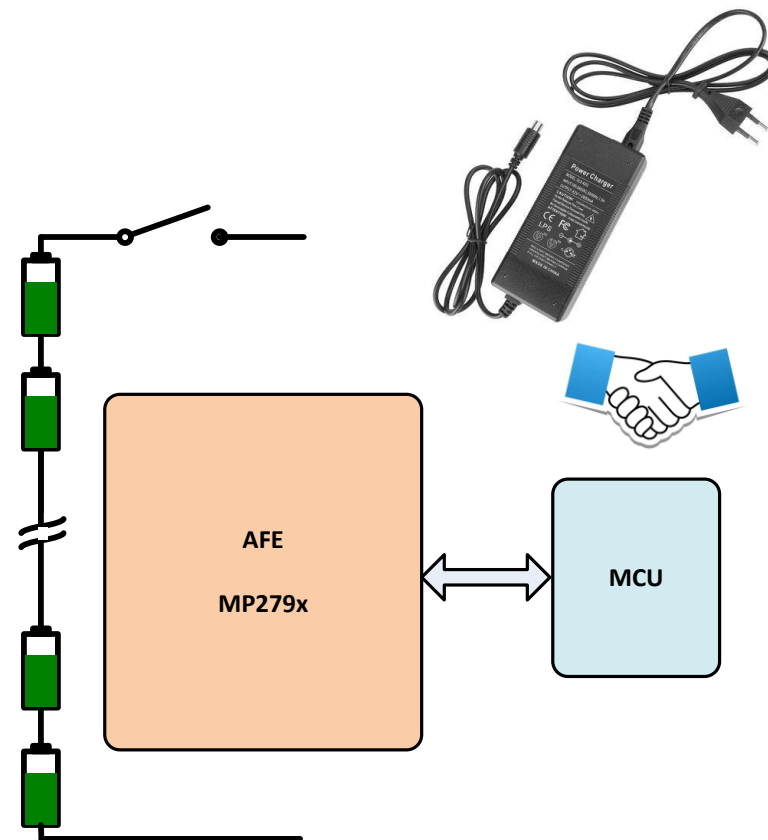


半分口

高边驱动将成为标配



主回路如果低边关断，辅助供电仍有地回路

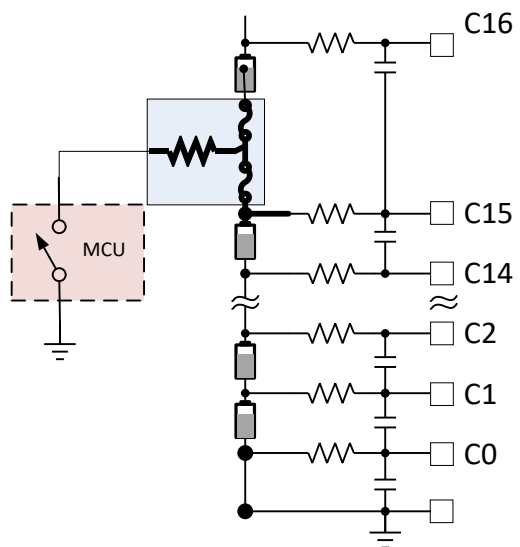


适配器和电池包需要先通讯再供电，低边难以实现

三端保险丝实现保护装置失效切断功能

4.8.8 保护装置失效断电

采用锂离子蓄电池系统的车辆在任何状态下出现保护装置失效时,应能立即切断蓄电池组的内部连接,且不能自动恢复连接。



- 在检测到MOSFET失效之后, MCU控制三端保险丝来切断连接
- 三端保险丝需要放置在电池组内部, 建议放在最高串与第二串电池之间

MPS 针对新国标的锂电池BMS 整体解决方案

辅助电源： 48V to 12V@10A

辅助电源：

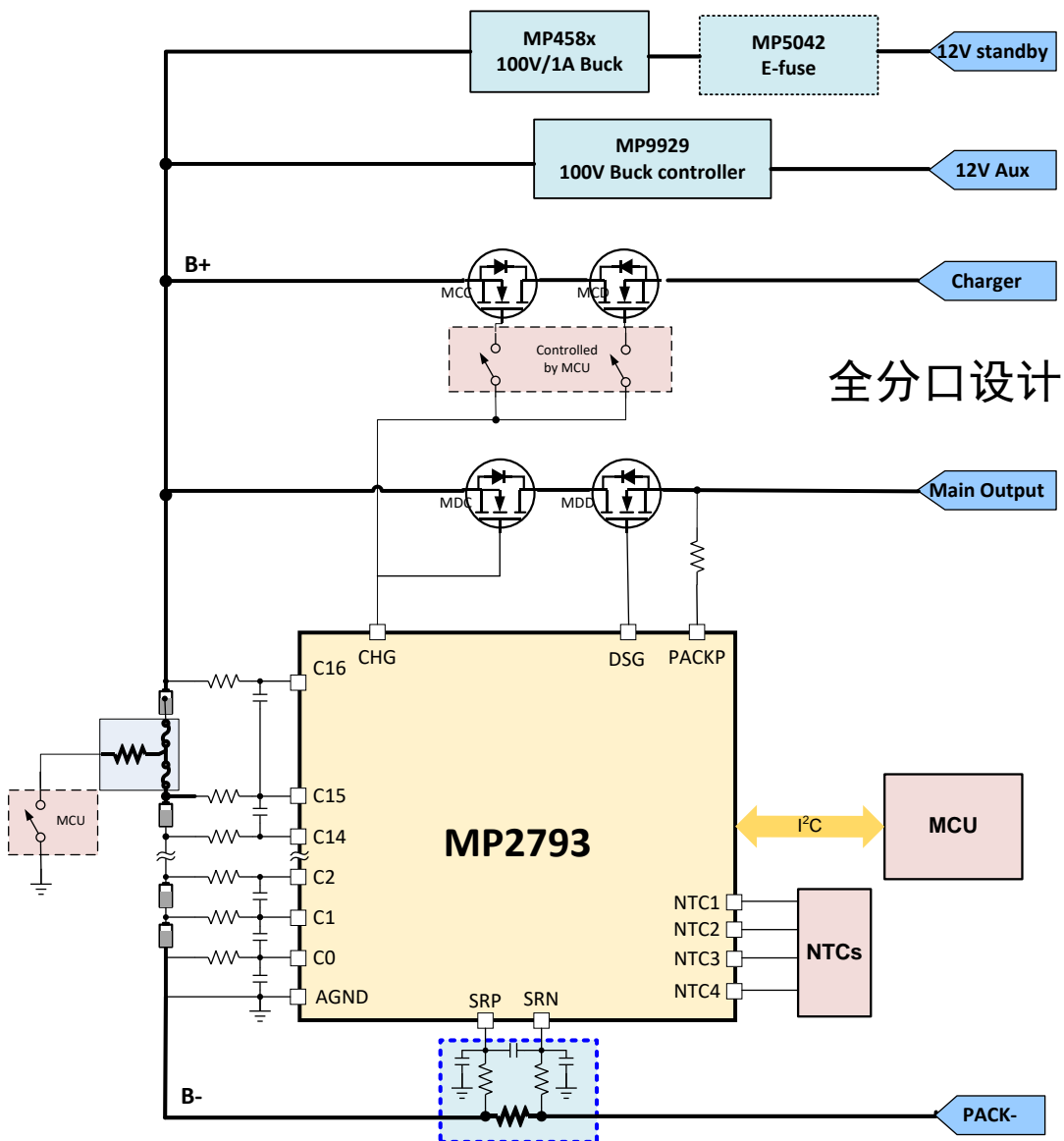
MP9929 提供高效率的电源转换，待机功耗可以满足系统要求

BMS:

芯片内置强大的驱动分别驱动充电回路的双管和放电回路的双管

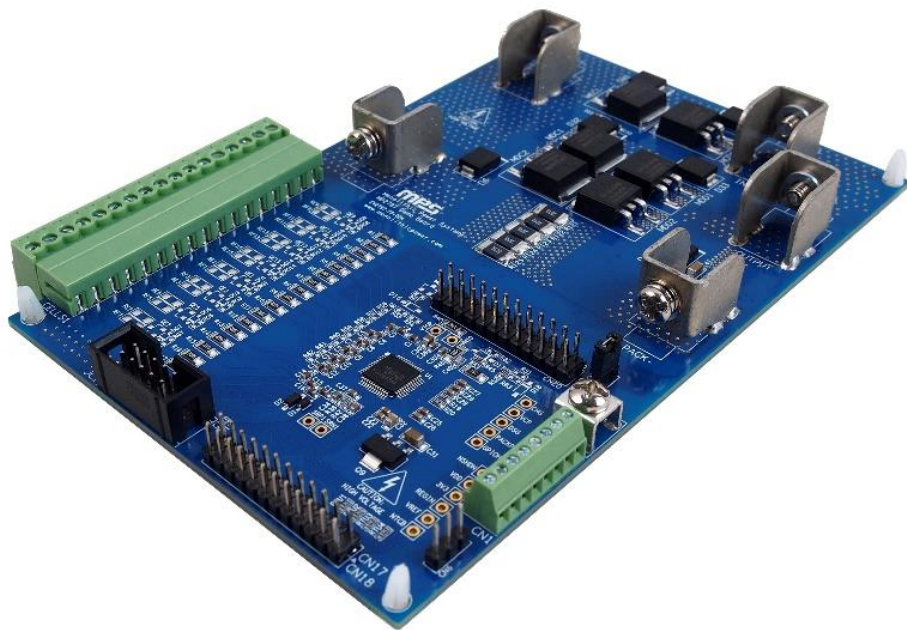
MP2797的软起动功能可以保护放电回路的管子不会被开机的冲击电流损坏，也节省了预放电的回路

三端保险丝可以放在电池组中间

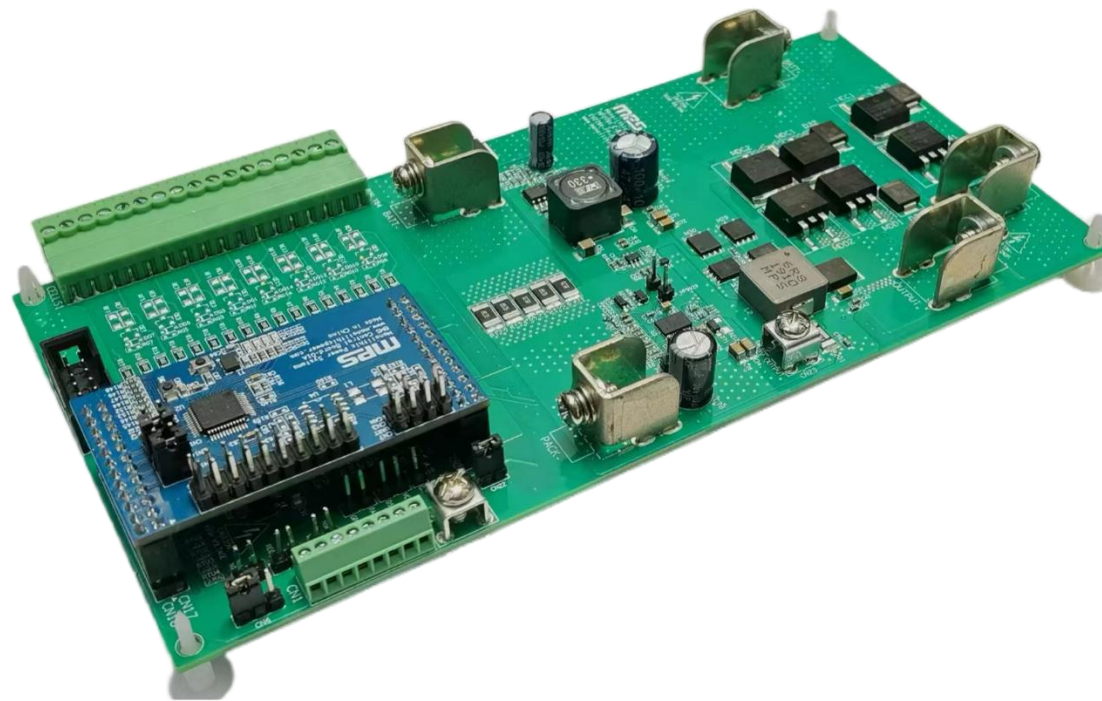


MPS 参考设计板 - BMS

EV2797-FP-02A: BMS solution



EV2793-FP-02B: Integrated BMS+DCDC Solution



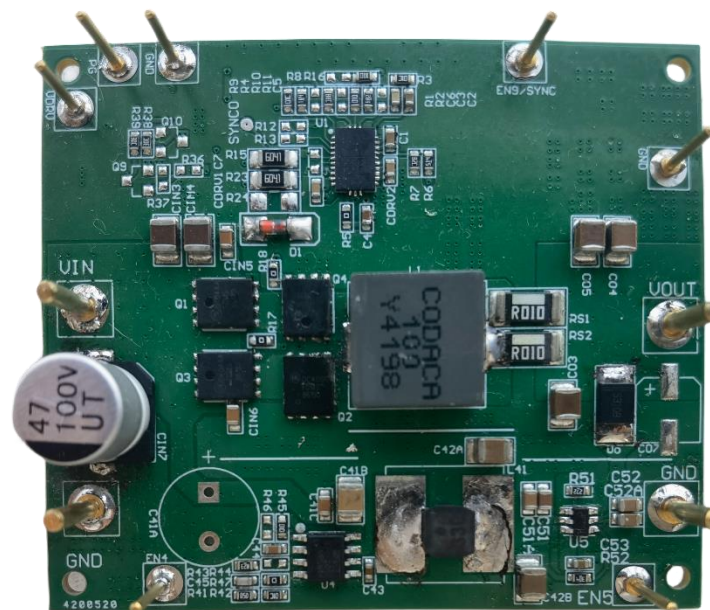
MPS 参考设计板 – 电源

MP9929+MP4581: 48V 转 12V@6A+1A, Mini

4 cm x 4cm



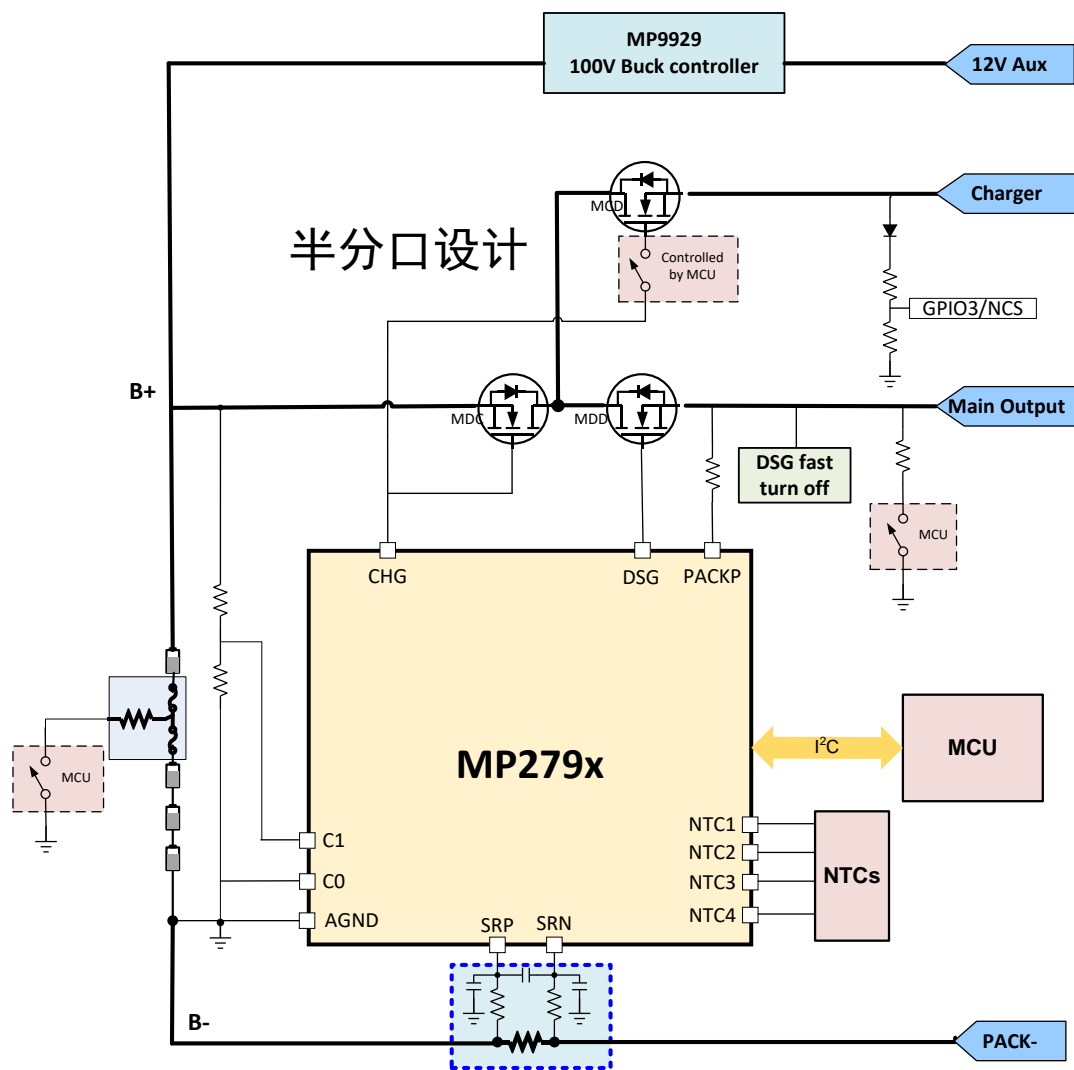
MP9929+MP4581: 48V 转 12V@6A+1A



MP9929+MP4581: 48V 转 12V@10A+1A



针对铅酸电池包的BMS 整体解决方案

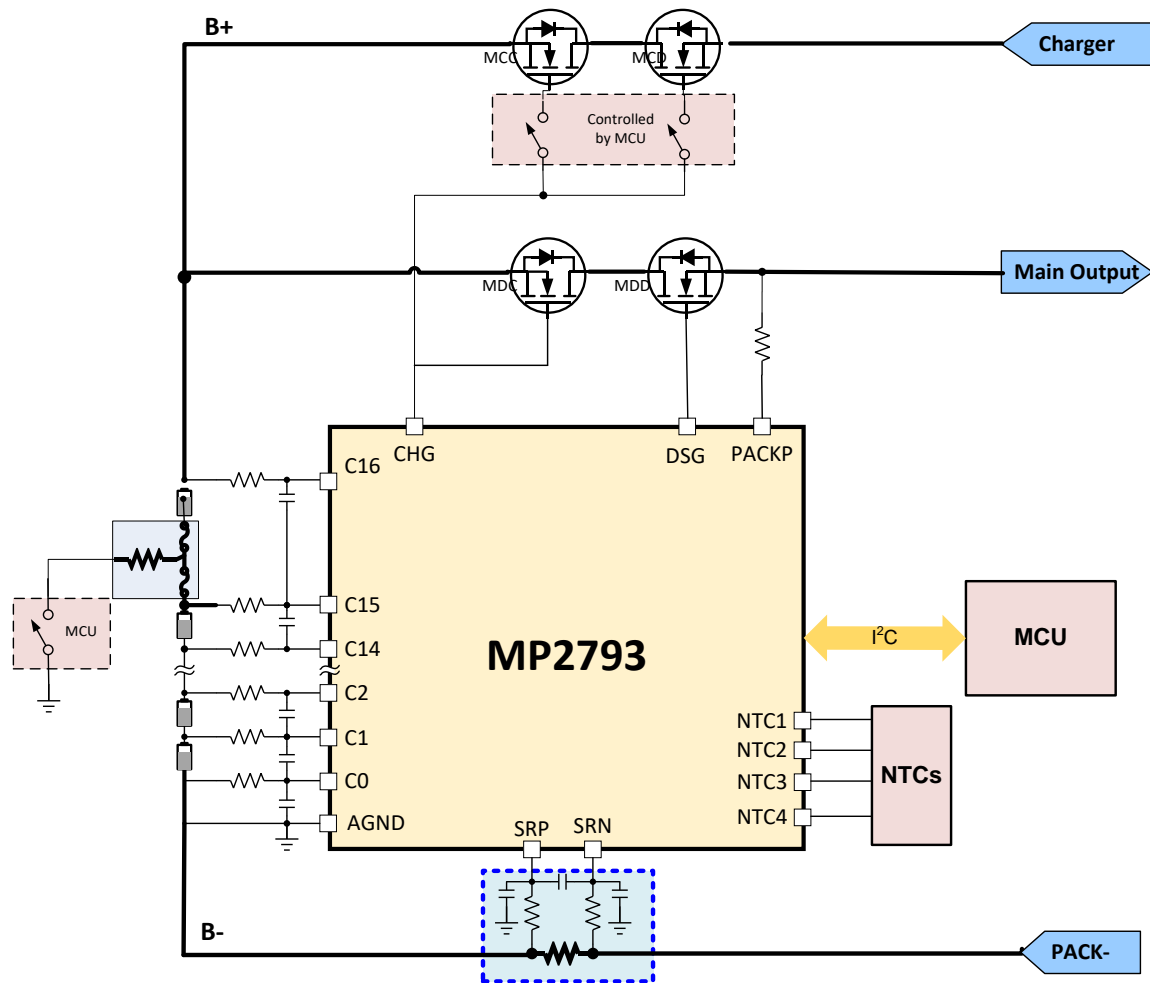


- GB42295并不局限于锂电池包，铅酸电池包也需要满足要求
- 铅酸电池管理需要实现以下功能：
 - 总压检测
 - 电流检测
 - 温度检测
 - 高边驱动及保护

电池管理

MP2793解决框图

输入回路和输出回路原理图 



- 充电回路由背靠背的MCC和MCD进行保护，MCC是充电MOSFET，MCD是阻止放电的MOSFET
 - 在MCC的栅极和MP2793的CHG之间增加开关电路的原因是，当输出回路导通的时候，充电回路可以断开。
- 输出回路由背靠背的MDC和MDD管子进行实现保护功能
 - MDD由MP2793的DSG引脚进行驱动，当发生放电等保护的时候，MP2793可以自行关闭放电管MDD。
 - MDC由MP2793的CHG引脚进行驱动，在下坡的时候，如果电机转动产生高压并且触发电池的充电过压或是过温保护，MP2793可以自行关闭放电路径充电管MDC。
- 三端保险丝推荐放在蓄电池模块的输出端口和最高串电池单元的正极之间，当保护器件失效的时候，MCU驱动保险丝熔断。
- 蓄电池模块的负极和系统端的负极之间串联电流采样电阻，由AFE的SRN和SRP负责采样
- 4通道NTC负责温度保护

MP2793解决方案 – 判断保护装置失效的方法

4.8.8 保护装置失效断电

采用锂离子蓄电池系统的车辆在任何状态下出现保护装置失效时，应能立即切断蓄电池组的内部连接，且不能自动恢复连接。

5.8.8 保护装置失效断电试验

将电压表并接在锂离子蓄电池组的正极和负极上，其读数为锂离子蓄电池组的总电压。用导线按以下任意一种方式连接后记录电压表的读数；移开导线后记录电压表的读数。

- a) 将锂离子蓄电池系统的输入端口正极与锂离子蓄电池组的正极进行连接；或
- b) 将锂离子蓄电池系统的输出端口（与主回路连接）正极与锂离子蓄电池组的正极进行连接；或

- 有两种方式可以实现此要求（注该测试应当在输出回路断开的时候测试）
 - a. 如果检测到放电电流，MCU控制三端保险丝熔断。
 - b. MCU控制输出端口的下拉电阻导通，等一段时间，读取AFE芯片中的PACKP引脚电压（或者读取VTOP和PACKP比较器的状态），如果PACKP电压和VTOP电压接近，MCU控制三端保险丝熔断。

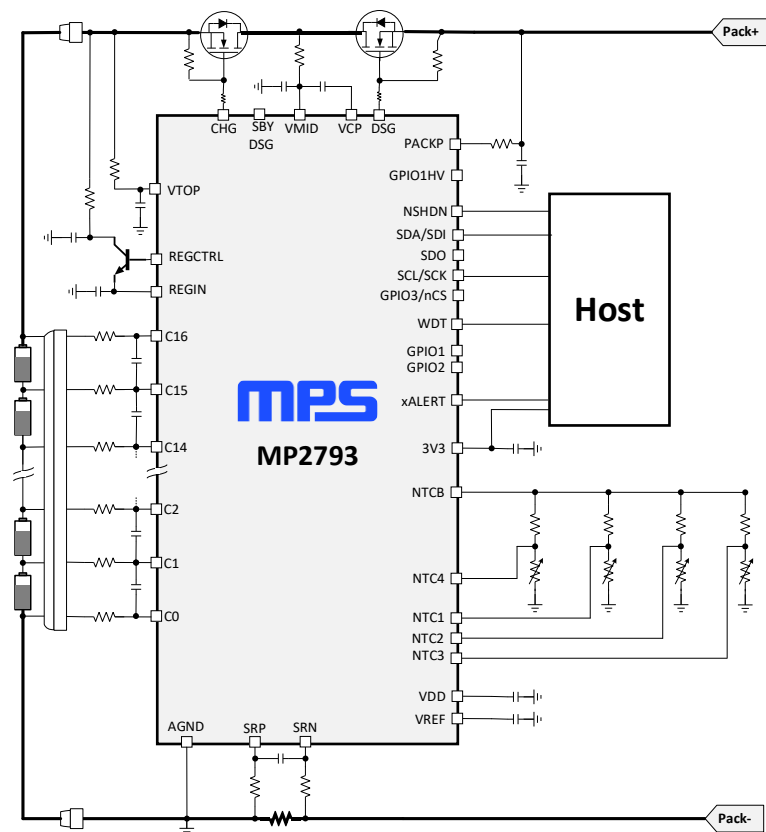
MP2793: 4 到 16 串集成库仑计的高精度电池监控和保护器

特性

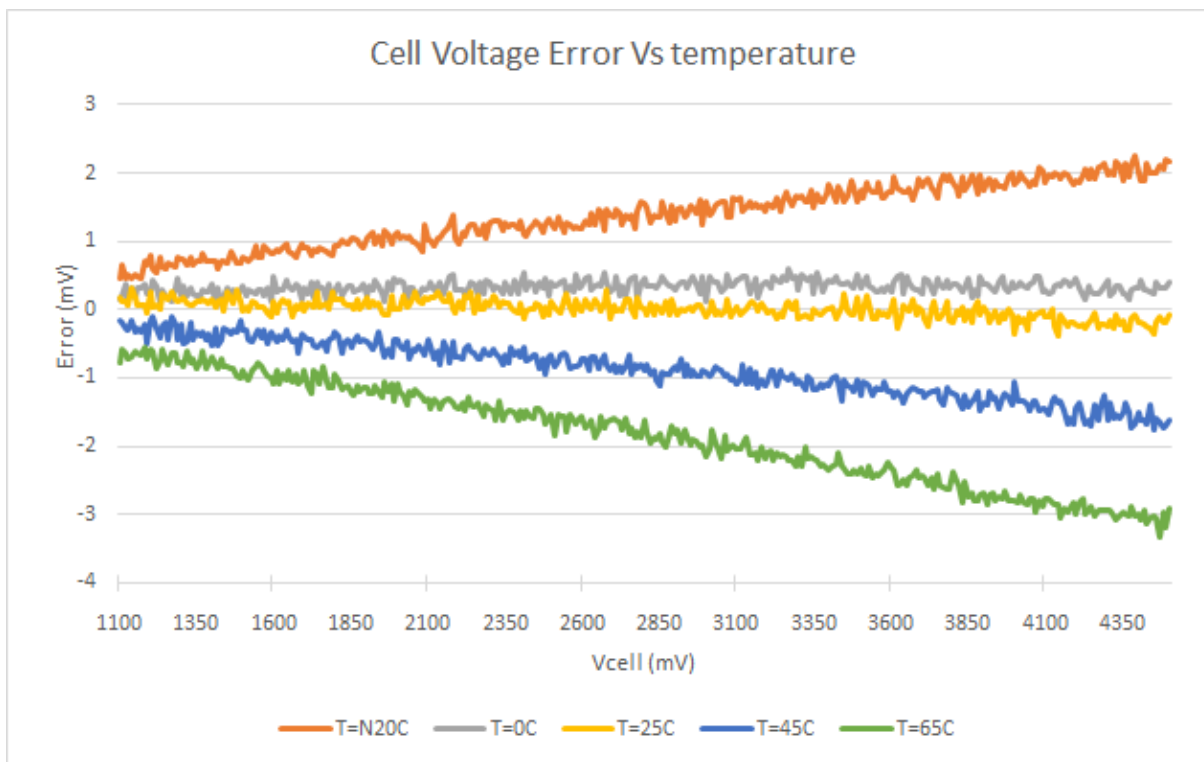
- 4 to 16 串电池的电压检测
 - 电池电压测量范围: 1V to 5V
 - 精度: $\pm 5\text{mV}$ @ 25°C / $\pm 12.5\text{mV}$ @ -20°C to 85°C
- 电流测量
 - 每节电池的同步电流和电压测量
 - 精度: $\pm 1.5\%$ (-40°C to 85°C , $\pm 100\text{mV}$ 测量范围)
 - 库仑计功能
- 内置高边MOSFET驱动
 - **放电软启动功能**可以无需预充电路
 - **强大下拉驱动能力**可以在短路情况下快速关断MOSFET
- 内部均衡电流能力达到: **58mA**
- 外部通过晶体管或是MOSFET实现更大的均衡电流能力
- 3.3V LDO输出, 50mA带载能力
- 关断模式下3.3V LDO disabled, 关断电流 $< 1\mu\text{A}$,
- 1 x 高压和 3 x 低压GPIOs
- 支持乱序电池连接
- I2C or SPI 通讯, CRC option
- 封装: TQFP 48 7mm x 7mm

安全特性

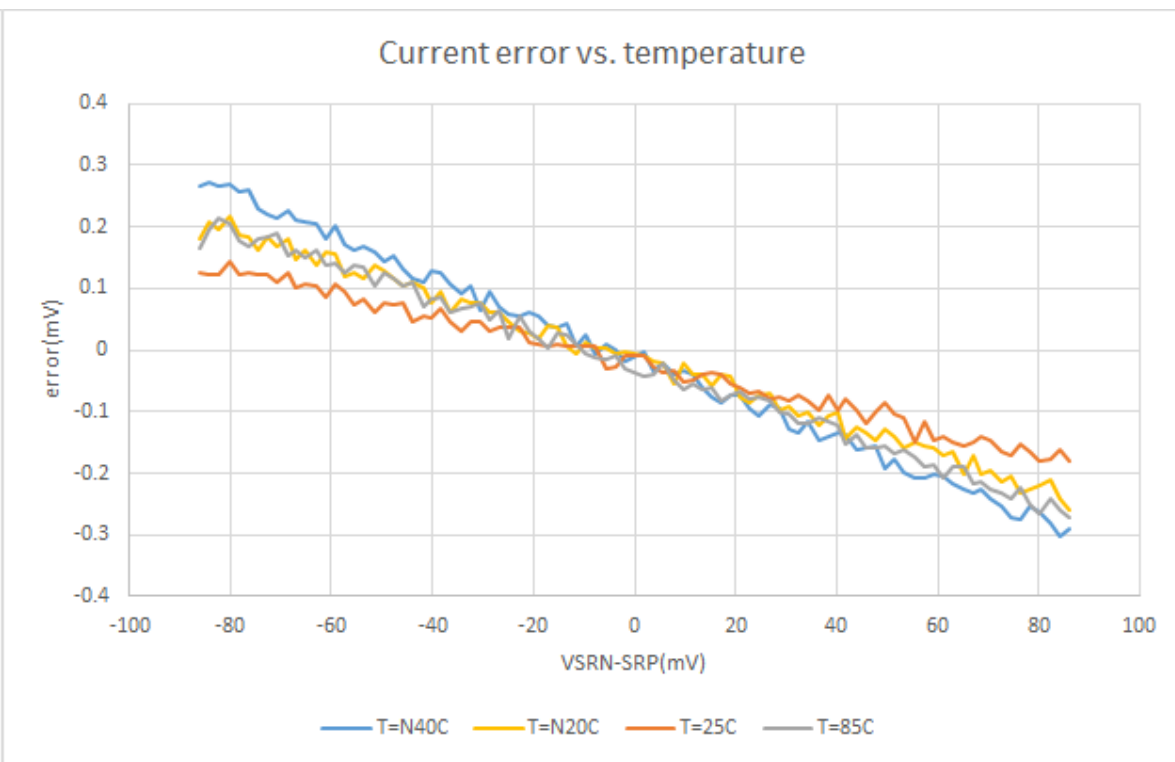
- 温度监控: 4 NTC + 芯片结温
- 可配置电池 OV / UV, Pack OV, UV
- 可配置过流/短路
- 电池严重欠压
- 电池不均衡检测
- 看门狗
- 自检测
- 开线检测



高精度电池电压和电流测量



±5mV at 25°C
±7.5mV at -20°C ~ 60°C
±12.5mV at -40°C ~ 85°C



±0.5% at 25°C

国标精度要求

20°C测试	GB42295	MP2793
电压精度	$\pm 1\%$	$< \pm 0.15\%$
电流精度	$\pm 1\%$	$< \pm 0.5\%$
温度精度	$\pm 2^\circ\text{C}$	$< \pm 1^\circ\text{C}$

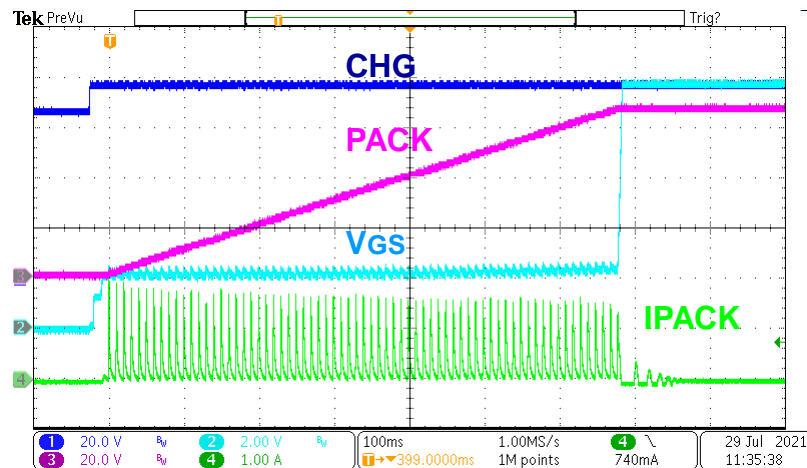
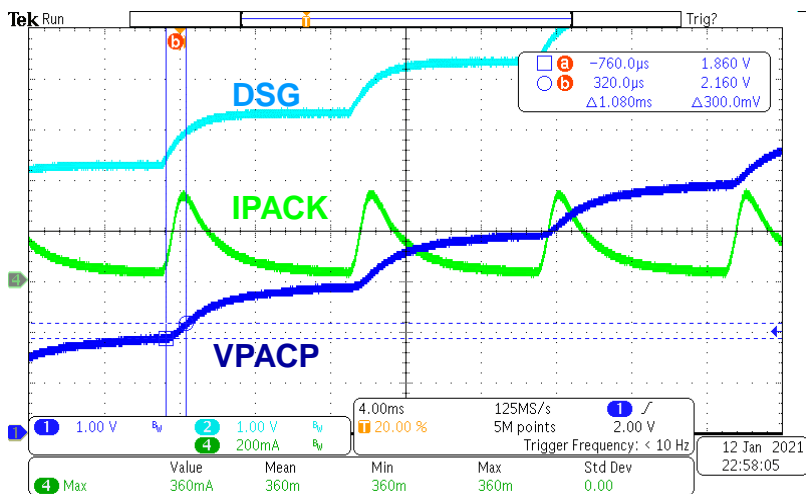
启动控制 – 软启动

软启动

预放电

直接启动

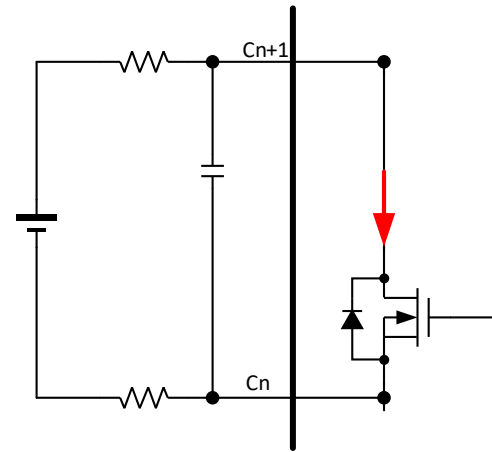
* 推荐方式



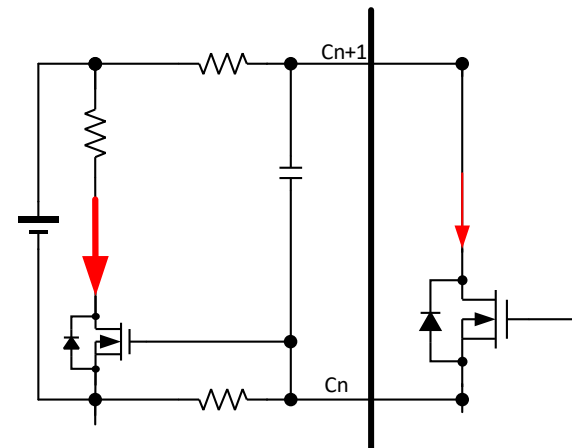
软启动控制DSG(驱动电压)斜率来限制MOSFET电流和功率在安全范围。MP279x可以支持20mF的输出电容，无需额外成本

均衡

- 灵活的均衡选项
 - 内部:
 - 可以实现紧凑的PCB
 - 支持4V情况下58mA的均衡电流（温升不超过20°C）
 - 外部均衡可以提供大于50mA 均衡电流
 - 最大电流限制于PCB发热
- 奇偶均衡方式
- 手动和自动控制模式



内部均衡
~ 58 mA at 4V



外部均衡
>50 mA

短路情况下的快速关断

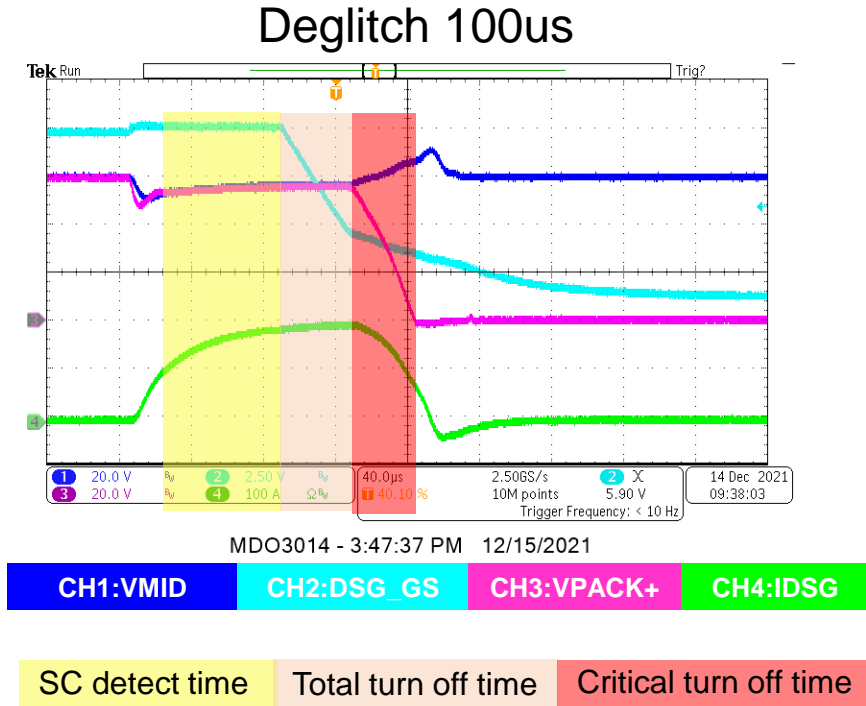
- 一旦检测到短路发生，芯片会立刻进行短路保护

案例:

12 对并联 NFETs (AMIF100S201, $R_{DSON}=4m\Omega$, 总 $C_{iss}=68.64nF$)

MP2797 可以实现:

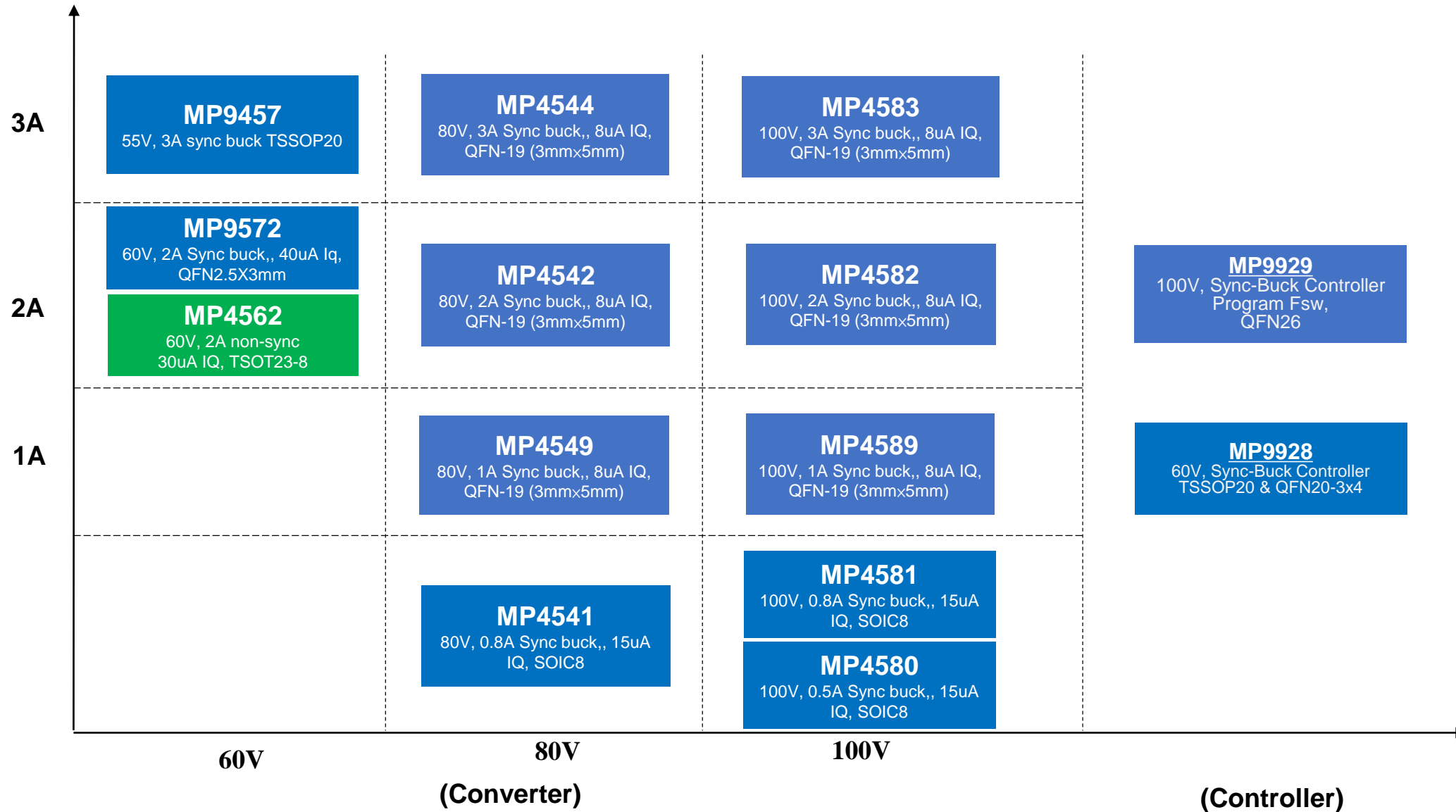
- 对于一个 60 V 电池包，短路电流达到200A时
- 55us 检测时间, 37 us 严格关断时间和75 us 总关断时间



MOSFET PN	Ciss(nF)	Critical turn off time (µs)	Total turn off time (µs)
AMIF100S201	68.64	37.2	74.8

辅助电源

MPS HV Buck Road Map Planning



Released

Newly Released

Sampling

In Development



MP9929-100V同步降压控制器，电流模式

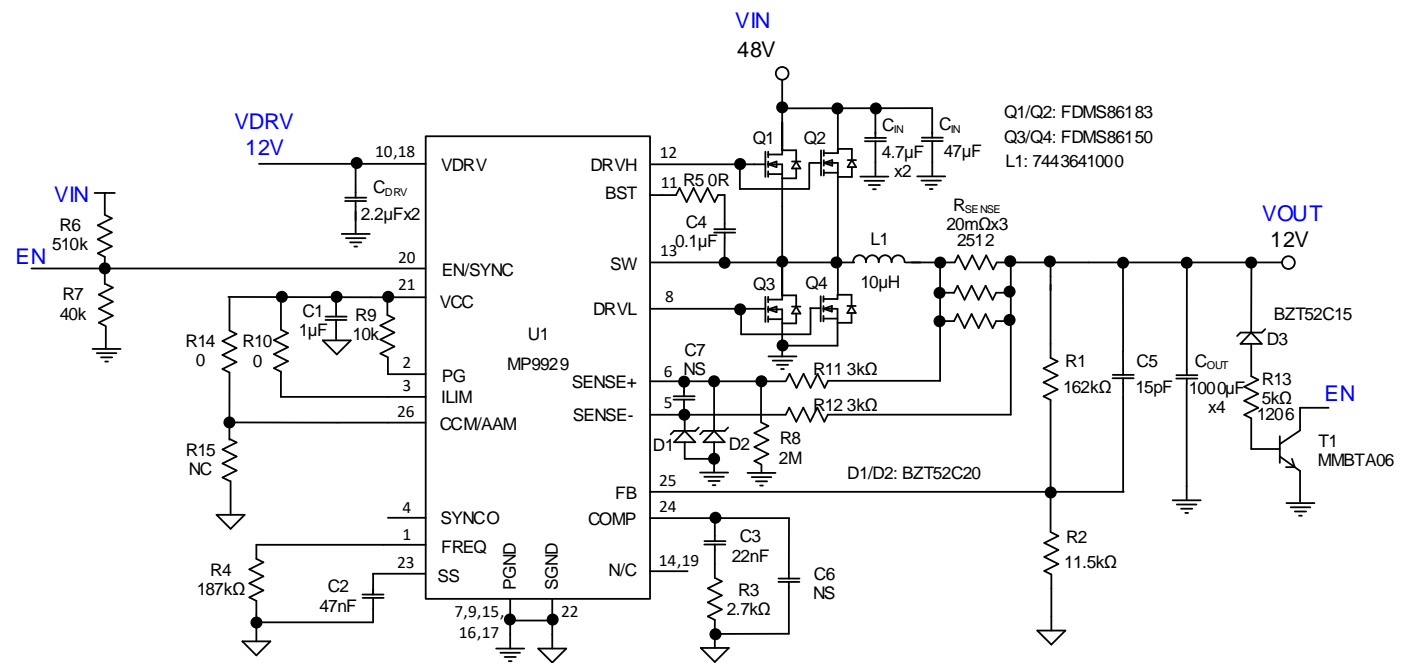
特点

- 最高100V输入范围
- 双N沟道MOSFET驱动器
- 低衰减操作：99.5%的最大占空比
- 可编程频率范围：100kHz-1000kHz
- 180°异相SYNCO，可降低输出纹波
- 外部软启动和PG引脚
- 可选择的逐周期电流限制
- 输出过电压保护，OTP保护
- 可编程CCM和AAM模式
- QFN-26（4mmx6mm）包装

应用

- PoE系统中的PD电源
- USB专用充电端口（DCP）
- 储能系统

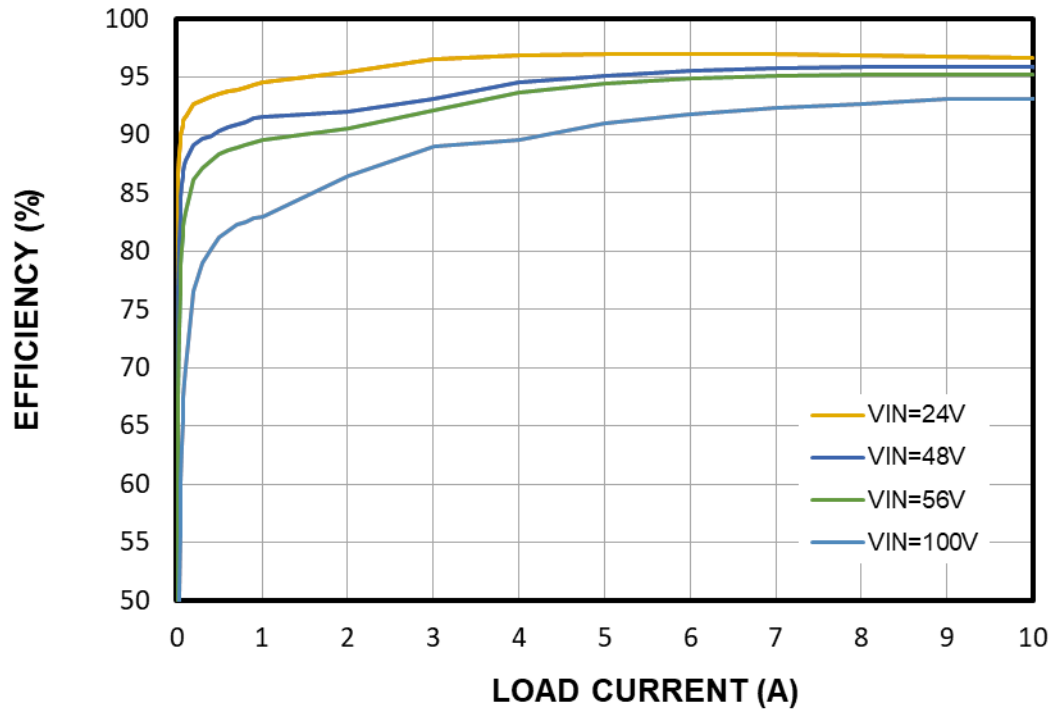
典型电路 48V to 12V@10A



MP9929 效率

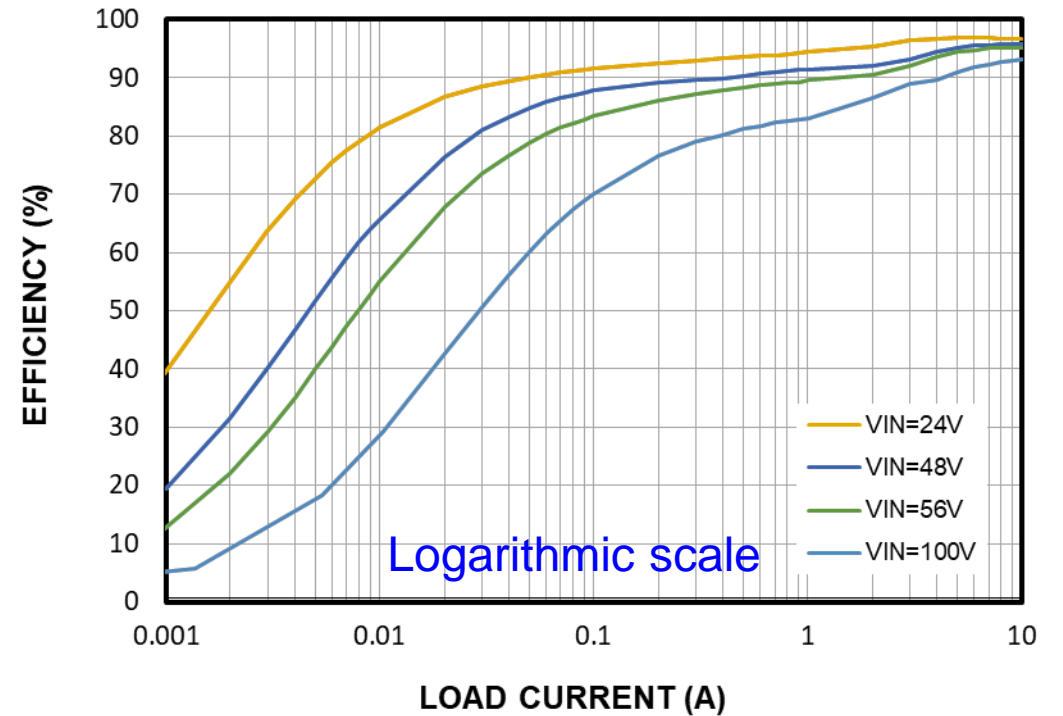
Efficiency vs. Load Current

Vout=12V, L=6.8 μ H, DCR=9.9m Ω



Efficiency vs. Load Current

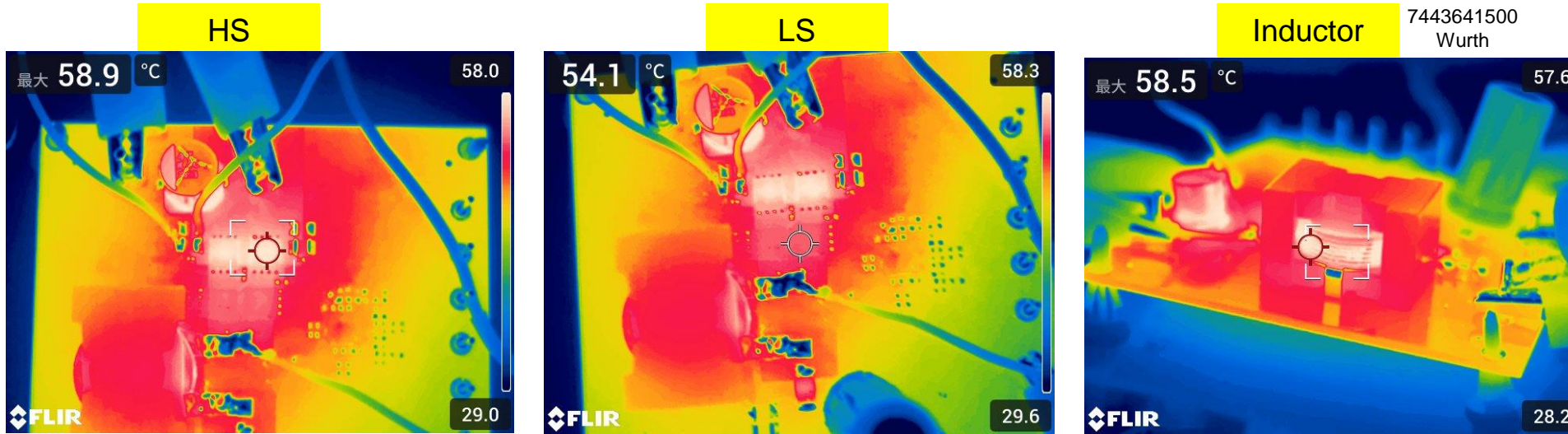
Vout=12V, L=6.8 μ H, DCR=9.9m Ω



Competitively high efficiency (up to **96.8%**) within the entire load range.

效率和温升 (12V@10A)

Test condition: $V_{in}=48V$, $V_o=12V$, $I_o=10A$, $T_a=28deg$, no air flow, 10mins burn in **with modified demo board**.



效率(%)	壳温 (deg)		
	HS	LS	Inductor
96.5	58.9	54.1	58.5

温升 30 度

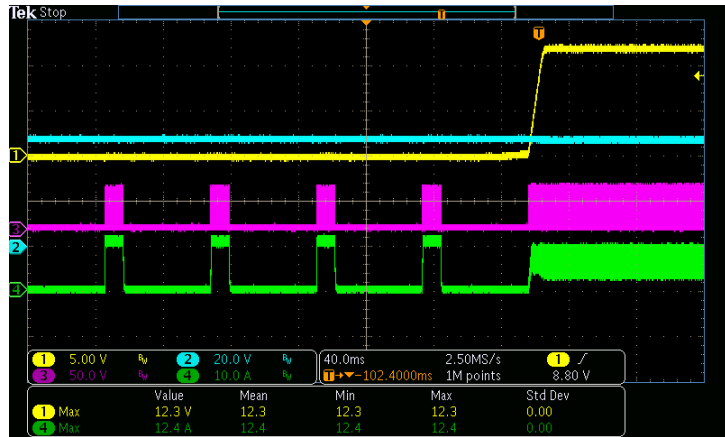
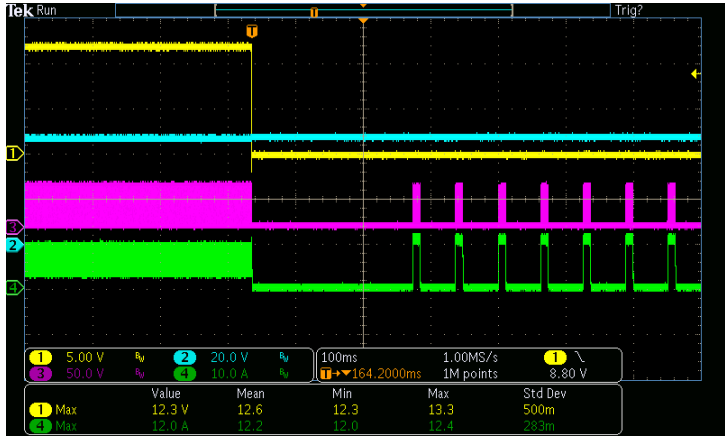
系统静态电流测试 (12Vout)

V _{in}	MP4581 EN OFF MP9929 EN ON	MP4581 EN OFF MP9929 EN OFF	MP4581 EN ON MP9929 EN ON	MP4581 EN ON MP9929 EN OFF
30V	0mA	0mA	0.48mA	0.29mA
36V	0mA	0mA	0.43mA	0.29mA
48V	0mA	0mA	0.35mA	0.20mA
70V	0mA	0mA	0.25mA	0.15mA

空载状态下，系统维持非常低的功耗。

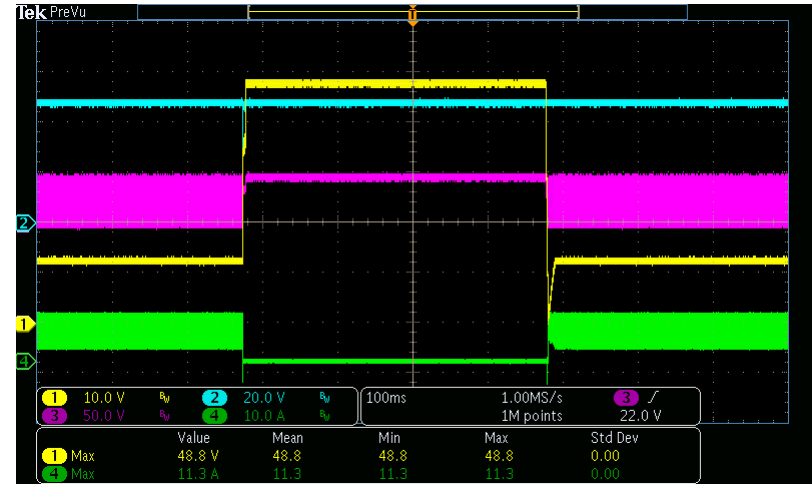
新国标电路测试

$I_o=6A$



输出短路测试

$I_o=6A$

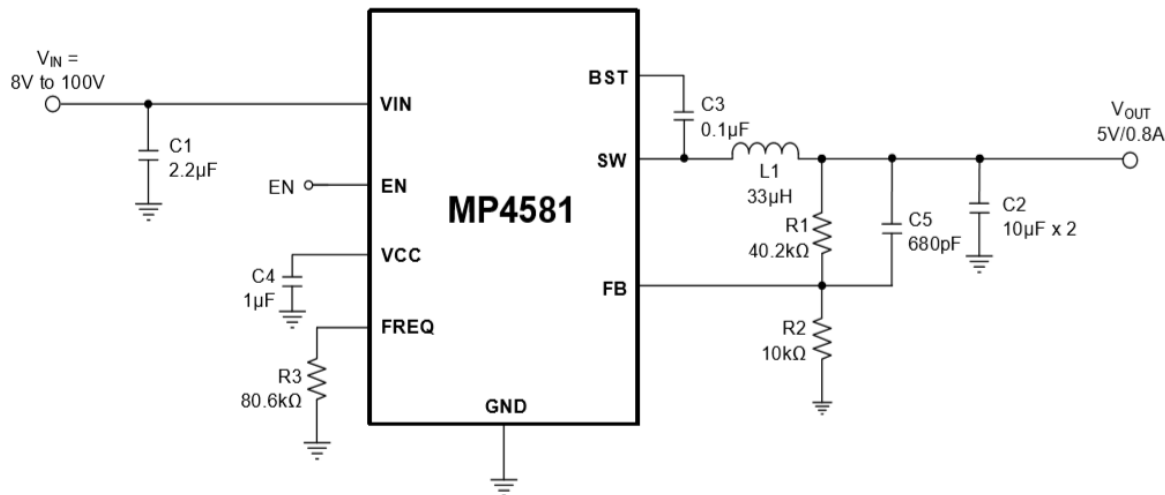


输出短接到输入

MP4580/1 – 100V, 0.6A/0.8A 同步整流Buck

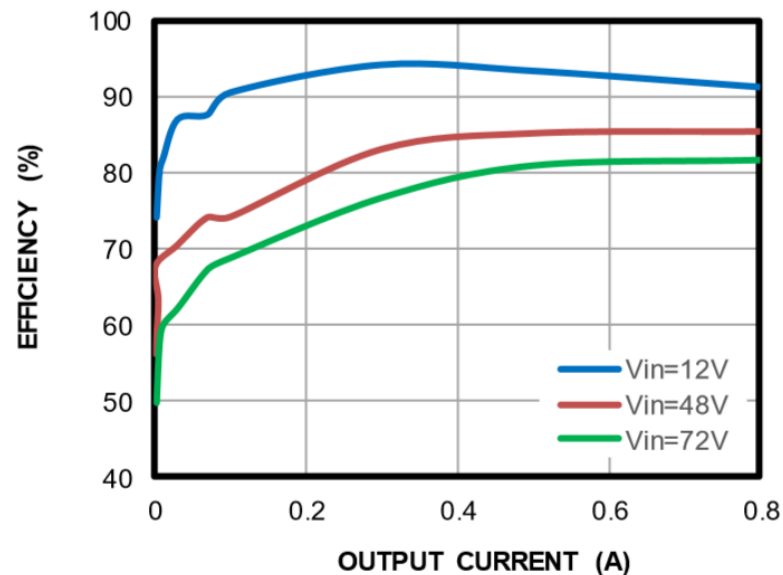
主要特征

- 8V 到 100V 输入范围
- **15uA** 超低待机功耗
- COT 控制模式
- 同步整流, MOS内置
- **90%**最大占空比工作
- 频率可调, 最高支持1MHz, 减小电感体积。
- 内置软起和环路补偿
- 完整的保护机制, 支持过流, 过压, 短路, 过温等



Available in a SOIC8-EP Packages

$V_{OUT} = 5V$

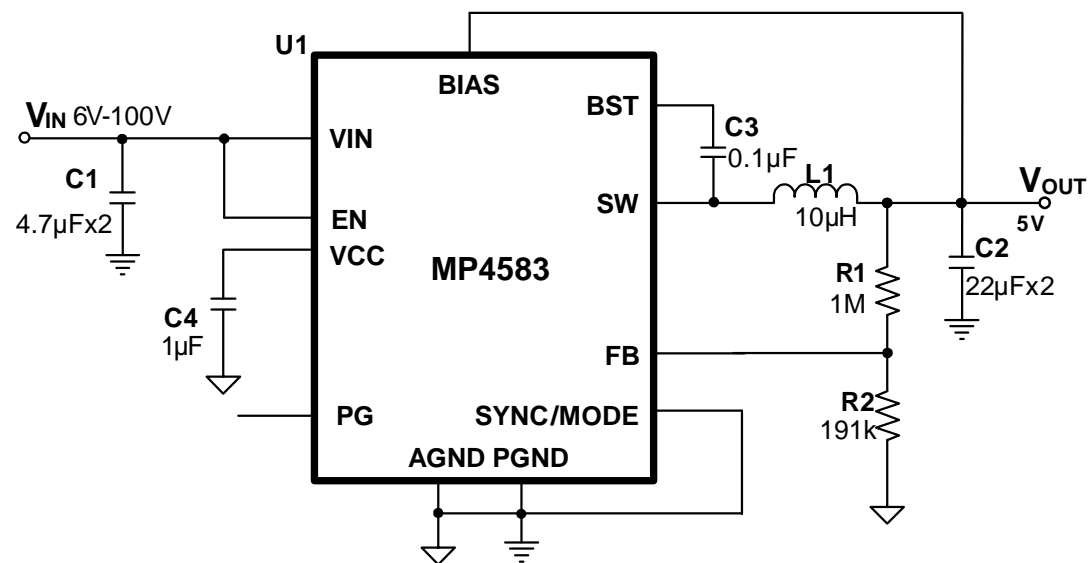


MP4583/2-100V, 超低IQ和高效同步降压变换器

Features

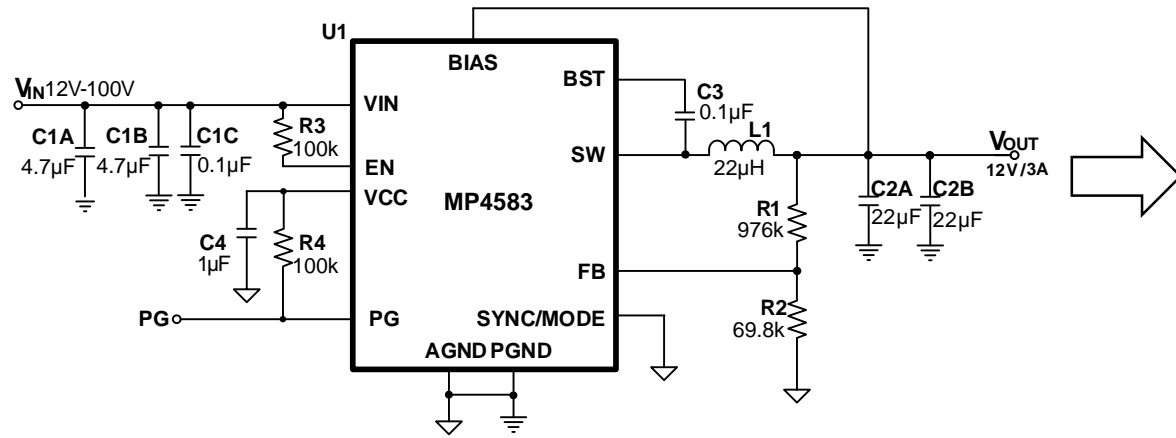
- AECQ和消费者选项
- 4.5V至100V输入电压范围
- 8 μ A静态电流
- 2A输出: MP4582
- 3A输出: MP4583
- 内部环路补偿和软启动
- 集成低Ron MOSFET
- 全功率范围高效率电源
- 轻负载下的可编程PSM/FCCM
- 可扩展外部低边MOSFET提高输出电流(12V/3.5A)
- 可提供QFN-19 (3mm \times 5mm) 封装5V/12V固定输出选项, 效率更高

Schematic



MP4583 效率

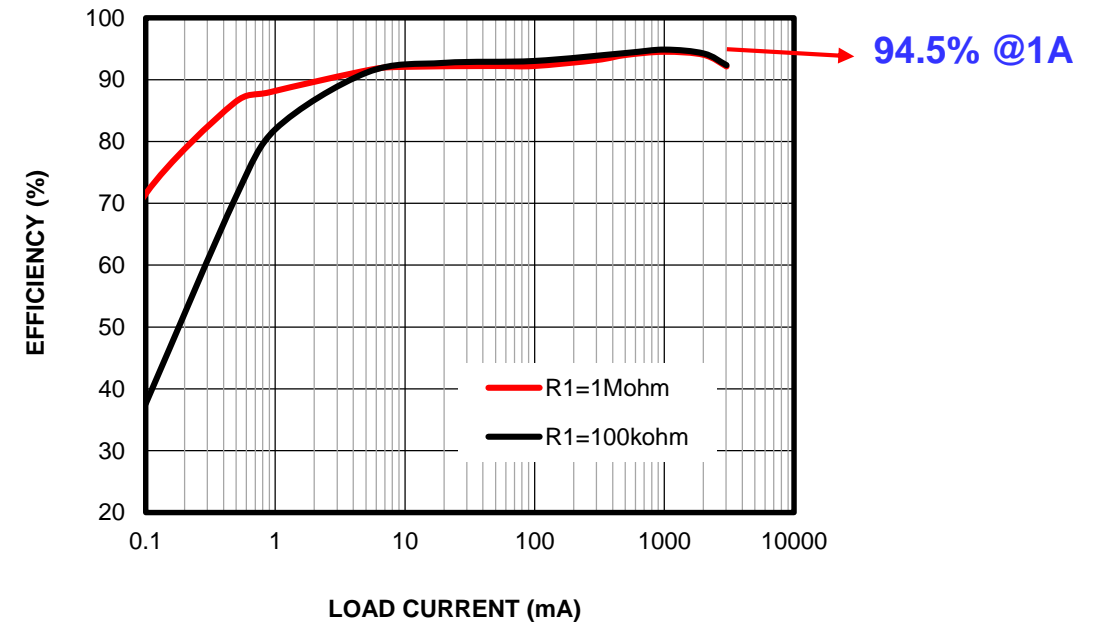
12V output:



Efficiency vs. Load Current

$V_{in}=48V$, $V_{out}=12V$, $I_{out}=0-3A$

$L=22\mu H$, $DCR=85m\Omega$

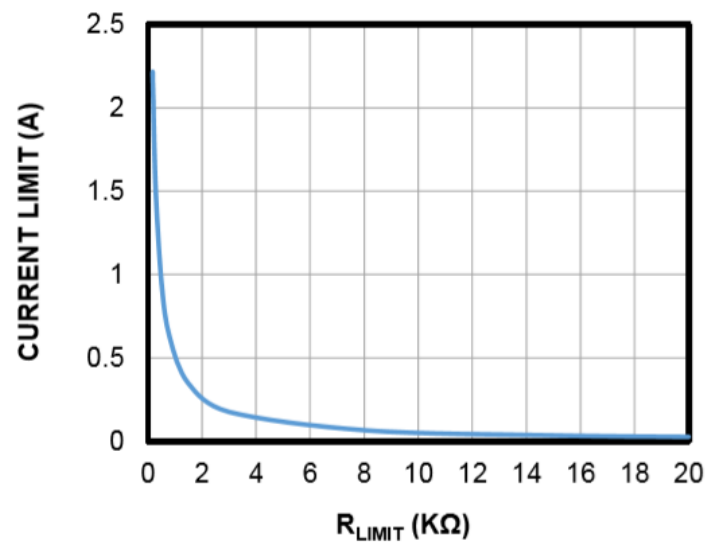
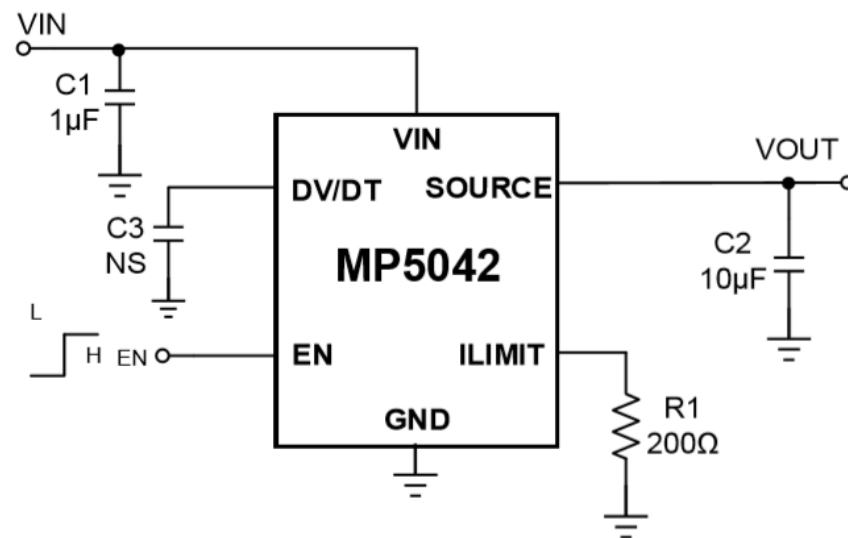


Large FB divider resistance can improve light load efficiency a lot.

MP5042 超宽输入范围2A可调限流 Efuse

主要特征

- 4.2~28V宽范围输入
- 200 μ A低静态电流
- 超宽范围可设置限流点25mA ~ 2A
- DV/DT可设置软启动时间
- 270mA +/-7% 电流限流精度, 800mA +/-5%限流精度
- 短路快速限流关断响应
- 打嗝式过流保护恢复
- 内置过温保护模块和自恢复功能
- TSOT23-6 超小封装



外部电阻可设置限流点

Q&A