



Richard Nowakowski

摘要

笔记本电脑、台式机和工业计算机可用于改善业务连续性、增强消费者娱乐性和精简工业过程控制环节。德州仪器 (TI) 为这些应用提供高性能的电源管理解决方案，从而提高性能和延长电池寿命。先进的处理器和平台（例如 Intel® Tiger Lake 微架构）需要使用负载点 (POL) 解决方案，为一组可充电电池或 12V 输入总线提供所需的内存、低功耗 CPU 电源轨以及 3.3V 和 5V 电源轨。本文档旨在重点介绍直流/直流转换器，并说明其满足 Tiger Lake 一般电源要求的特性。有关 Intel 处理器及其电源要求的具体信息，请登录到 Intel 资源与设计中心。若要获取专为满足 Intel 移动电压配置 (IMVP) 要求所设计的多相控制器和功率级的相关信息，请与 TI 联系。

内容

1 Tiger Lake 负载点建议解决方案.....	2
2 轻负载效率 (Eco-Mode™) 和低静态电流 (ULQ™).....	3
3 TPS51215A 的电压识别 (VID) 功能.....	4
4 通过 D-CAP3™ 和 D-CAP2™ 控制模式实现快速负载瞬态响应.....	4
5 小型 IC 封装.....	6
6 结论.....	6
7 资源.....	7
8 修订历史记录.....	7

插图清单

图 2-1. TPS51285A 效率图.....	3
图 4-1. TPS51395 瞬态波形.....	4
图 4-2. TPS51215A 负载瞬态波形.....	5
图 5-1. 采用 2x3mm QFN 封装的 TPS566335.....	6

表格清单

表 1-1. 建议用于 Tiger Lake 的直流/直流控制器、转换器和电源模块.....	2
表 4-1. TPS51215A 负载瞬态测试结果.....	5

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 Tiger Lake 负载点建议解决方案

表 1-1 重点介绍了具有集成式 MOSFET 的全新 POL 直流/直流转换器和适用于 Tiger Lake 应用的控制器。选择所建议的器件以在宽输出电流范围内满足不同的输入电压和控制模式的要求。左栏中的精选器件支持 22V 或更高的最大输入电压，旨在实现快速负载瞬态响应和自适应导通时间控制模式、在轻负载和满载条件下具有高效率以及低静态电流。一些器件包括集成的可编程电压识别 (VID)，从而满足处理器的自适应电压要求。右栏中的备选器件采用固定频率电流模式控制，其频率同步特性在噪声敏感的工业应用中非常有用，并且工作电压输入高达 17V。如果备选器件需要 VID，则除了转换器的电阻分压器网络之外，可考虑 LM10011 VID 电压编程器。

表 1-1. 建议用于 Tiger Lake 的直流/直流控制器、转换器和电源模块

精选 P/N ⁽¹⁾	电源轨	电流	类型	注释	备选 P/N ⁽²⁾	备选 P/N 电源模块
TPS51285A	V5A	≤20A 且每电源轨有 100mA LDO	双路控制器和两个 LDO	系统功耗	TPS51220A	TPSM41625
	V3P3					
TPS51395	V5A	≤8A 和 100mA LDO	转换器和 LDO	系统功耗	TPS543820	TPSM84824
TPS51393	V3P3					
TPS51215A	V _{CCIN_AUx}	≤32A	控制器	I/O 功率, 2 位 VID (支持 0V)	-	-
TPS51372	V1P8A, 选配旁路	≤6.5A	转换器	2 位 VID	TPS543620	TPSM84424
通用直流/直流转换器						
TPS51219	各种	≤25A	控制器	常规	TPS543B20	TPSM41625
TPS51397A	各种	≤10A	转换器	常规	TPS542A52	TPSM41615
TPS51396A	各种	≤8A	转换器	常规	TPS543820	TPSM84824
TPS566335	各种	≤6A	转换器	常规	TPS543620	TPSM84424
TPS56339	各种	≤3A	转换器	常规	TPS543320	TPSM84424
DDR 存储器电源解决方案						
TPS51486	V _{DDQ}	≤8A	多通道转换器	DDR4 存储器	TPS65295	TPSM84824
	V _{PP}	≤1A				TPS82150
	V _{TT}	±1A				TPS82150
	V _{TT_REF}	10mA				-
TPS51487X	V _{DD1}	≤8A	多通道转换器	LPDDR4/X 存储器	TPS65296	TPSM84824
	V _{DD2}	≤1A				TPS82150
	V _{DDQ_TX}	≤1.5A				TPS82140
TPS51716	V _{DDQ}	≤25A	控制器和 LDO	DDR4 存储器	考虑使用含 TPS51206 的通用器件	TPSM41625
	V _{TT}	±2A				使用 TPS51206
	V _{TT_REF}	10mA				使用 TPS51206
TPS51206	V _{TT}	±2A	LDO	DDR4 存储器	使用 TPS51206	使用 TPS51206
	V _{TT_REF}	10mA				

(1) 一些精选 24V 器件需要 Mysecure 访问才能下载数据表，单击器件链接即可请求访问。用户需要他们在 my.ti.com 上的帐户信息。

(2) 备选转换器采用固定频率控制模式工作，输入电压高达 17V

2 轻负载效率 (Eco-Mode™) 和低静态电流 (ULQ™)

通过一组电池产生低电压的 POL 稳压器必须采用一种节能的脉冲跳跃技术，现在被称为 **Eco-Mode**。同步降压转换器的电感器电流为三角波。当输出电流从重负载状态降低时，电感器电流减小，三角波的波纹谷值最终在连续导通模式 (CCM) 和不连续导通模式 (DCM) 的边界处达到零电平。在 **Eco-Mode** 下，当转换器检测到电感器中的零电流时，整流 MOSFET 关断。当负载电流进一步减小时，导通时间几乎保持不变，从而使关断时间延长，并降低开关频率来保持稳压。结果，功率 MOSFET 和电感器处于空闲状态的时间更长，传导损耗大大降低。IC 内消耗的功率较少，这使得具有低静态电流的直流/直流转换器和控制器获得高轻负载效率性能和更长的电池续航时间。TPS51285A 具有 25uA 超低静态电流 (ULQ)，可在系统待机模式下延长电池寿命。图 2-1 展示了 7.4V 输入和 5V 输出在 1mA 时达 90% 的效率，说明了 Eco-Mode 和 ULQ 的综合作用。

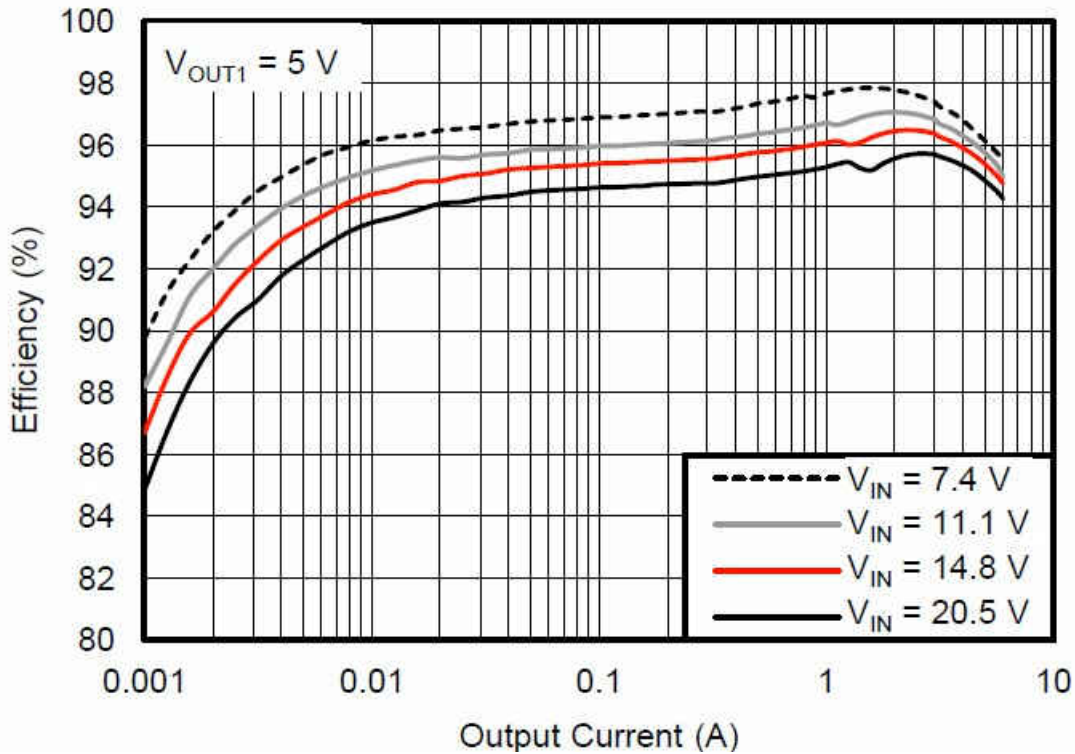


图 2-1. TPS51285A 效率图

3 TPS51215A 的电压识别 (VID) 功能

TPS51215A 支持 2 位 VID 和低功耗模式 (LPM) 来动态更改输出电压，从而适合涉及 VCCIN_AUX、VCCIO_0 和 VCCIO_1_2 电源轨的 Intel IMVP8/9 应用。采用分压电路则可对一个固定的 0V 输出电压和多达三个电压电平进行外部编程。该器件还能够配置为提供 1 位 VID 输出电压。更多信息请参阅 TPS51215A 的数据表。

4 通过 D-CAP3™ 和 D-CAP2™ 控制模式实现快速负载瞬态响应

负载在工业 PC 应用中的分布会发生巨大变化，因此考虑交流瞬态性能非常重要。选择采用非线性控制技术（例如恒定导通时间或 D-CAP3）实现快速瞬态响应的直流/直流转换器，可实现快速瞬态响应并具有超小的输出电容。采用 D-CAP3 控制模式的转换器在确定输出电容值时需考虑三个主要因素：瞬态（包括负载阶跃和负载阶跃的压摆率）、输出纹波和稳定性。在负载瞬变很严格的应用中，输出电容主要取决于瞬变要求。基于 D-CAP3 的设计为实现小信号稳定性，要求电容值超低。此要求可防止调制器出现次谐波多脉冲行为。图 4-1 所示为 8A TPS51395 的瞬态性能，其输出电压为 5V，过冲小于 100mV，恢复时间小于 30μs，输出电容为 0.1μF 和 4x22μF。0.8A 至 7.2A 负载阶跃的压摆率为 2.5A/μs。

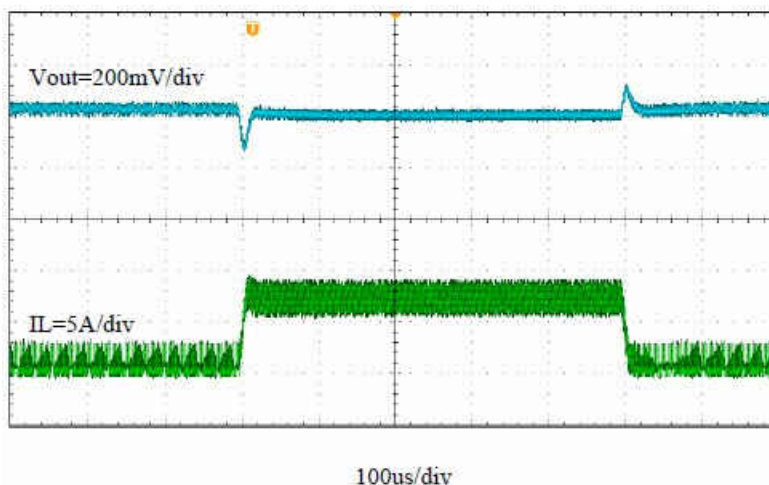


图 4-1. TPS51395 瞬态波形

该 TPS51215A 提供 V_{CCIN_AUX}，采用支持陶瓷输出电容器的自适应导通时间 D-CAP2 控制模式，并可在指定的波形条件下实现快速负载瞬态响应，如图 4-2 所示。过压和欠压测试结果均符合目标设计规格。在与 TPS51215A 负载瞬态波形相同的条件下，结果如表 4-1 所示。TPS51215A 波形条件为 V_{IN} = 12.6V，压摆率 = 12A/μs，F_{SW} = 600kΩ，L = 0.22μH，C_{OUT} = 220μF + 22 × 12μF。

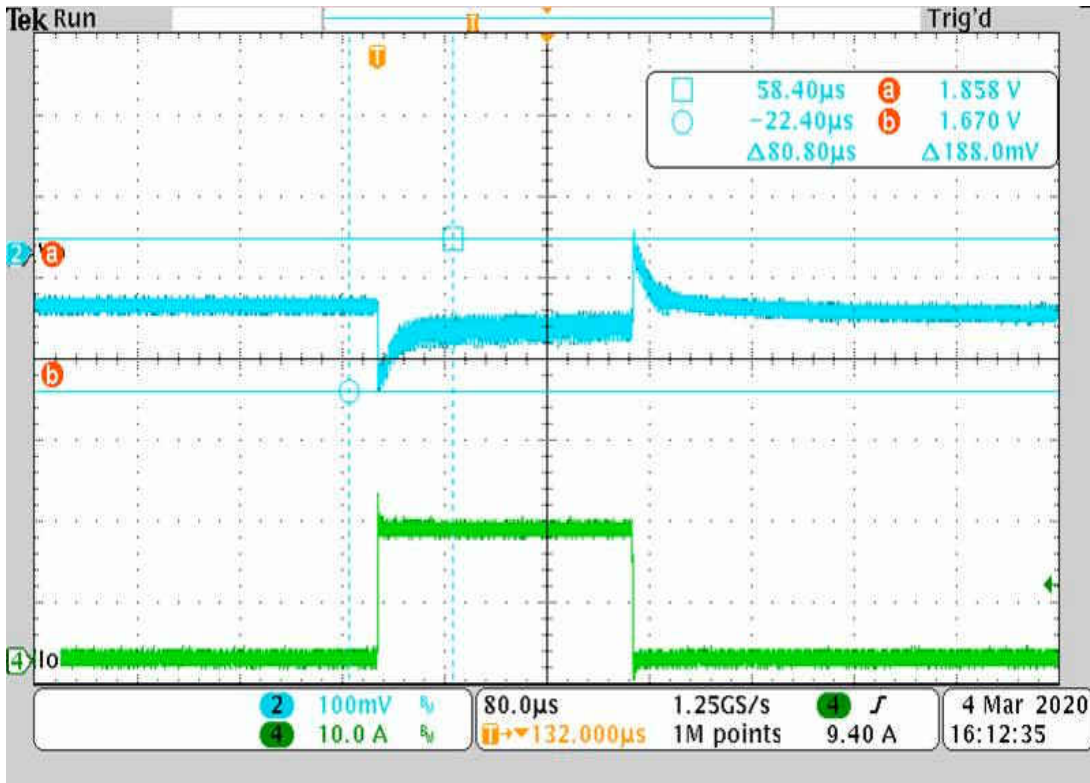


图 4-2. TPS51215A 负载瞬态波形

表 4-1. TPS51215A 负载瞬态测试结果

电压轨	类型	负载瞬态	验证结果 (V)	目标 (V)
1.8V	下冲	0A 至 16A	1.67	1.62
	过冲	16A 至 0A	1.858	1.89
1.8V	下冲	17A 至 29A	1.678	1.62
	过冲	29A 至 17A	1.882	1.89

5 小型 IC 封装

随着工艺技术的进步，集成电路封装技术必须跟上半导体晶圆制造的步伐。TI 已经发布了引线框上倒装芯片的封装，可减少封装尺寸、功耗和寄生效应。传统的键合线被直接连接到引线框上的铜柱所取代，这缩短了从 IC 到引线框的电流路径，从而能够在小型封装腔中使用更大的芯片，不仅降低了封装电阻，还减少了寄生封装电感回路。可考虑采用小型 2x3mm QFN 封装的 6A TPS566335。图 5-1 展示了丰富的引脚不仅可用于功率变换和 I/O 功能，还保持 0.5mm 的引脚间距，从而简化了电路板制造流程。

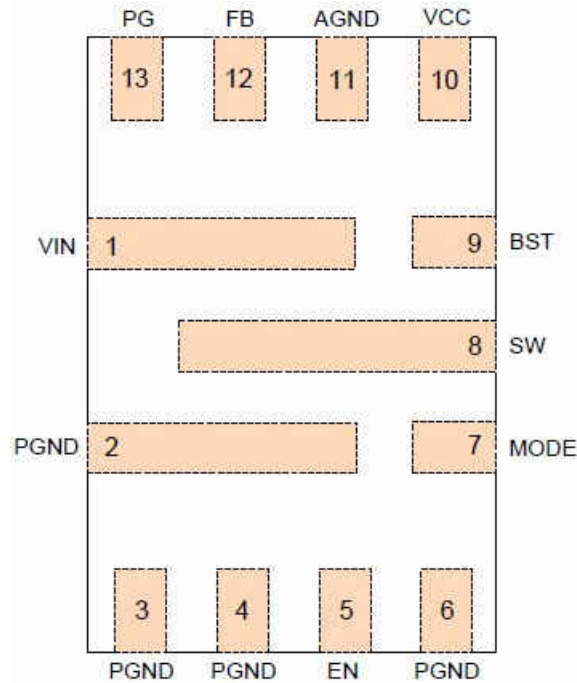


图 5-1. 采用 2x3mm QFN 封装的 TPS566335

6 结论

笔记本电脑和工业 PC 内的 Tiger Lake 平台等性能处理器都需要直流/直流转换器，用以实现快速瞬态响应、小型封装、低静态电流以及高轻负载效率和满载效率。TI 提供的高性能负载点解决方案，在满足这些要求的同时还能降低系统总成本。

7 资源

- 德州仪器 (TI), [LM10011 VID 编程器数据表](#)
- 德州仪器 (TI), [《适用于 D-CAP3 调制的精度提高型斜坡生成设计》应用报告](#)
- 德州仪器 (TI), [电源小贴士：Iq \(低静态电流\) 和轻负载效率](#)
- 德州仪器 (TI), [《HotRod QFN 封装 PCB 附件》应用手册](#)

8 修订历史记录

注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同

Changes from Revision A (May 2020) to Revision B (May 2021)	Page
---	------

- | | |
|---|---|
| • 在整个文档中增加了较新版本的直流/直流转换器和其他适用的电源模块..... | 2 |
|---|---|

Changes from Revision * (May 2020) to Revision A (May 2020)	Page
---	------

- | | |
|--|---|
| • 删除了“考虑使用 TPS 51206 通用器件” | 2 |
| • 添加了 24V..... | 2 |
| • 将副标题从“通过 D-CAP3™ 控制模式实现快速负载瞬态响应”更改为“通过 D-CAP3™ 和 D-CAP2™ 控制模式实现快速负载瞬态响应” | 4 |
| • 添加了对“TPS51395 瞬态波形”的交叉参考..... | 4 |
| • 添加了图：TPS51395 瞬态波形..... | 4 |

重要声明和免责声明

TI 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安全、安保或其他要求。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 (<https://www.ti.com/legal/termsofsale.html>) 或 [ti.com](https://www.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。

邮寄地址: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2021, 德州仪器 (TI) 公司

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 © 2022，德州仪器 (TI) 公司