



Tomi Koskela

## 摘要

本文详细介绍了使用 LP87522E-Q1 和 LP873244-Q1 电源管理 IC 作为 AutoChips AC8015 汽车 SoC (片上系统) 电源解决方案的设计注意事项。需使用另一个分立式降压型 TPS62813-Q1 用于为 3.3V 电源轨供电。该电源解决方案的假定输入电压为 5V (+/-5%)。如果系统输入电压较高,例如汽车蓄电池,则应使用降压转换器作为前置稳压器来产生 5V 的电压输入。当直接由汽车蓄电池供电时,LM25141-Q1 可用作前置稳压器。

LP87522E-Q1 具有四个降压转换器,可配置为一个三相转换器和一个单独的单相转换器。LP873244-Q1 具有两个 2A 降压转换器和两个 300mA LDO。这些器件都可进行 OTP 编程,默认寄存器值已在 TI 出厂配置中设为其所需值,且在上电后还可以通过 I<sup>2</sup>C 来再次设置。如需获取具有特定 OTP 设置的样片,请直接与 TI 销售联系。

TPS62813-Q1 是一款分立式降压转换器,具有高达 6V 的输入电压和 0.6V 至 5.5V 的输出电压。TPS62813-Q1 的最大输出电流为 3A,该产品系列还具有其他引脚对引脚兼容且电流范围为 1A 至 4A 的器件版本。因此,可以根据用例要求,轻松地将器件更改为其他版本。

此电源解决方案展示了如何使用 TI PMIC 为 AutoChips AC8015 所需的电源轨进行供电。时序的控制是通过 PMIC 和 GPIO 的可编程启动/关断延迟来实现的。时序的使能只需要由系统的一个使能信号管脚即可完成控制。此电源解决方案可以根据涉及当前要求、使用外设等的实际用例进行定制和优化。

通过 I<sup>2</sup>C 控制可以实现 PMIC 诊断和控制。在错误处理和控制方面,此解决方案还提供 SoC 的 PGOOD 输出、中断输出和复位输出。

## 内容

1 设计参数.....	3
2 电源解决方案.....	3
3 时序.....	5
3.1 启动.....	5
3.2 关断.....	6
4 原理图.....	7
5 软件驱动程序.....	9
6 推荐的外部元件.....	10
7 测量数据.....	11
8 总结.....	11
9 参考文献.....	11

## 插图清单

图 2-1. AC8015 电源解决方案框图.....	4
图 3-1. AC8015 电源启动时序图.....	5
图 3-2. AC8015 关断时序图.....	6
图 4-1. LP87522E-Q1 原理图.....	7
图 4-2. LP873244-Q1 原理图.....	7
图 4-3. TPS62813-Q1 原理图.....	8
图 7-1. LP87522E-Q1 效率 ( $V_{in} = 5V$ , $V_{out} = 0.9V$ , $25^{\circ}C$ ) .....	11
图 7-2. LP873244-Q1 效率 ( $V_{in} = 5V$ , $25^{\circ}C$ ) .....	11

## 表格清单

表 1-1. 设计参数.....	3
表 6-1. 物料清单.....	10

### 商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 1 设计参数

表 1-1 显示了电源轨、负载要求以及启动/关断时序要求，节 7 显示了典型的测量数据。

表 1-1. 设计参数

电压 (V)	电源轨名称	最大负载 (mA)	来源	启动延迟 (触发条件)	关断延迟 (触发条件)
0.9V	0V9_AON	900	LP8732 BUCK0	0ms ( LP8732 EN 高电平 )	0ms ( LP8732 EN 低电平 )
	0V9_SW	8500	LP87522 BUCK0..2	0ms ( LP87522 EN1 高电平 )	3ms ( LP87522 EN1 低电平 )
1.1	DDRV_AON	250	LP8732 BUCK1	3ms ( LP8732 EN 高电平 )	0ms ( LP8732 EN 低电平 )
	DDRV_SW	200	LP8732 BUCK1	3ms ( LP8732 EN 高电平 )	0ms ( LP8732 EN 低电平 )
1.8	1V8_AON	35	LP8732 LDO0	1ms ( LP8732 EN 高电平 )	2ms ( LP8732 EN 低电平 )
	1V8_SW	400	LP87522 BUCK3	2ms ( LP87522 EN1 高电平 )	2ms ( LP87522 EN1 低电平 )
3.3	3V3_AON	1	LP8733 LDO1	2ms ( LP8732 EN 高电平 )	1ms ( LP8732 EN 低电平 )
	3V3_SW	300	TPS62813	4ms ( LP87522 EN1 高电平 )	0ms ( LP87522 EN1 低电平 )
IO	RESET_N	-	LP8732 GPO	15ms ( LP8732 EN 高电平 )	0ms ( LP8732 EN 低电平 )
IO	PWR_GOOD	-	LP87522 GPIO2	30ms ( LP87522 EN 高电平 )	0ms ( LP87522 EN 低电平 )

## 2 电源解决方案

图 2-1 显示了为 AC8015 电源轨供电的 LP87522E-Q1、LP873244-Q1 和 TPS62813-Q1 器件的示例框图。LM215141-Q1 用作前置稳压器，可为 PMIC 和 TPS62813-Q1 降压稳压器产生 5V 输入电压。

LP87522E-Q1 和 LP873244-Q1 是用于 AC8015 电源轨的特定器件型号，并且已将输出电压、时序等参数预先编程到 OTP 存储器中。有关 OTP 设置的详细信息，请参阅这些器件型号的技术参考手册。

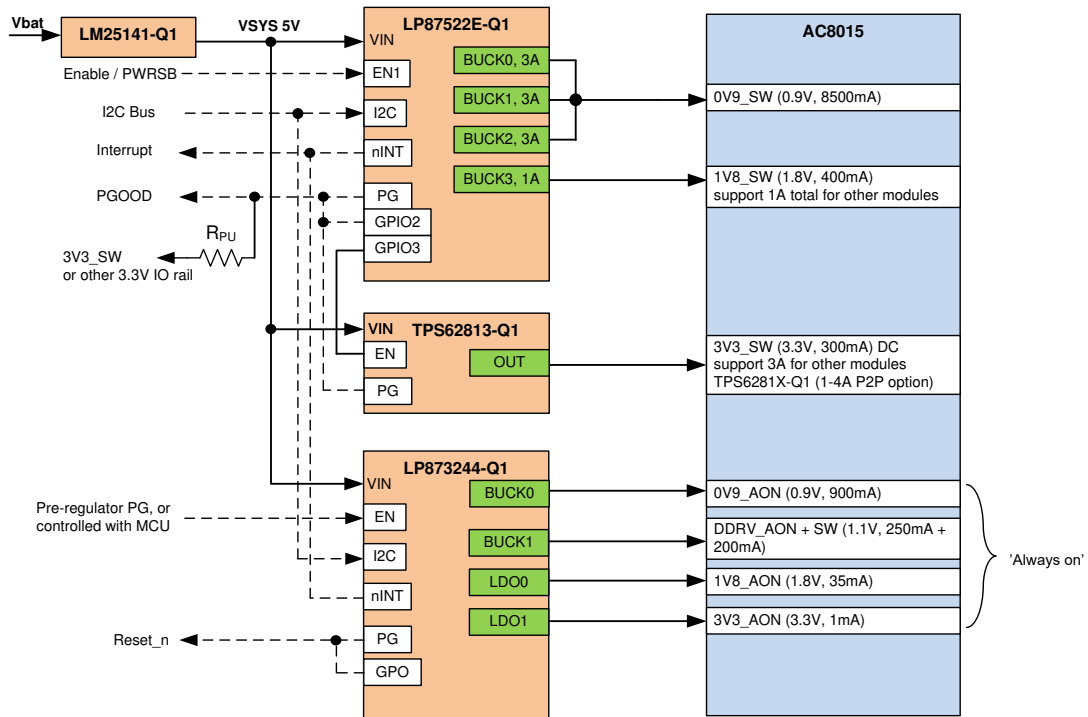


图 2-1. AC8015 电源解决方案框图

主要特性：

- 器件上电后，微控制器可以控制 LP873244-Q1 和 LP87522E-Q1 的 EN 信号。也可以通过前置稳压器电源正常状态信号来启用/禁用 LP873244-Q1。
- 启动延迟由 LP87522E-Q1 和 LP873244-Q1 逻辑内部控制，TPS62813-Q1 由 LP87522E-Q1 GPIO3 控制。节 3 提供了有关启动/关断序列的更多详细信息。
- 可使用 I<sup>2</sup>C 来读取状态寄存器和复位中断。由于中断线路连接在一起，因此当中断变为低电平时，应该读取/清除两个 PMIC 故障寄存器。
- 所有 PMIC 器件都有专用的 I<sup>2</sup>C 地址，因此它们可以共享同一条 I<sup>2</sup>C 总线。
- LP873244-Q1 GPO 信号为 SoC 的 nRESET 信号，而 LP87522E-Q1 GPIO2 信号用作 PGOOD 指示。请注意，在 PMIC 配置中已禁用 PGOOD 功能，但可以通过 I<sup>2</sup>C 总线启用该功能。

### 3 时序

#### 3.1 启动

图 3-1 显示了电源轨启动时序和相应信号的示例。

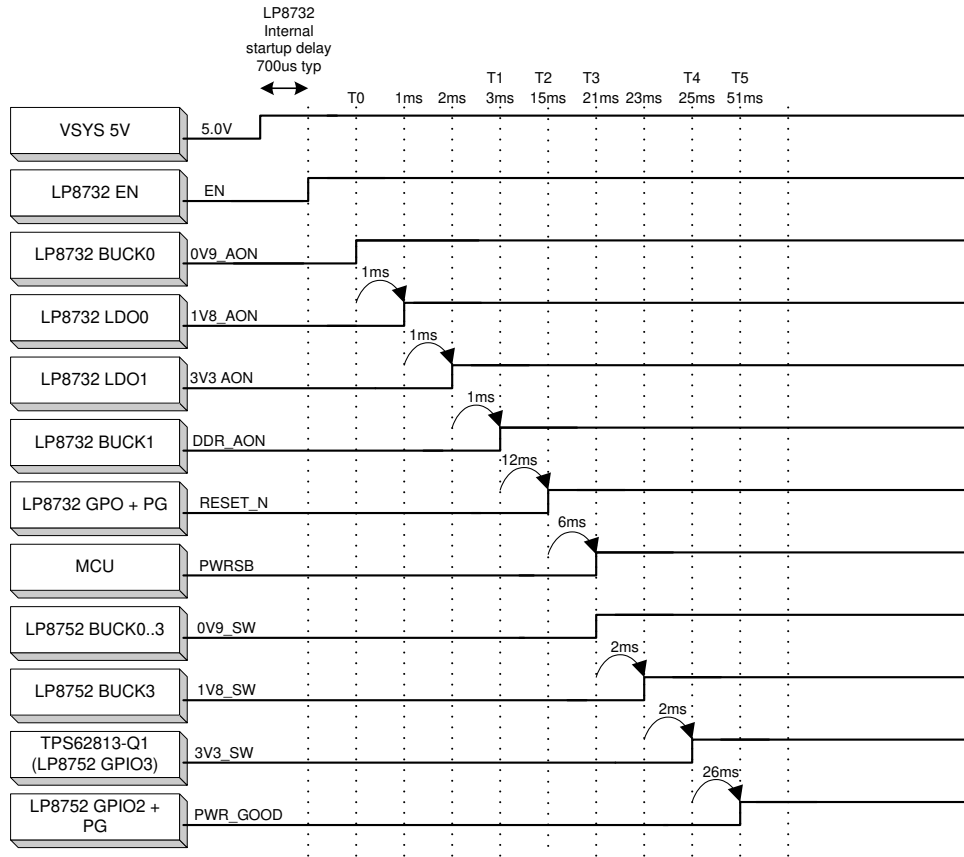


图 3-1. AC8015 电源启动时序图

### 3.2 关断

图 3-2 显示了电源轨关断时序和相应信号的示例。

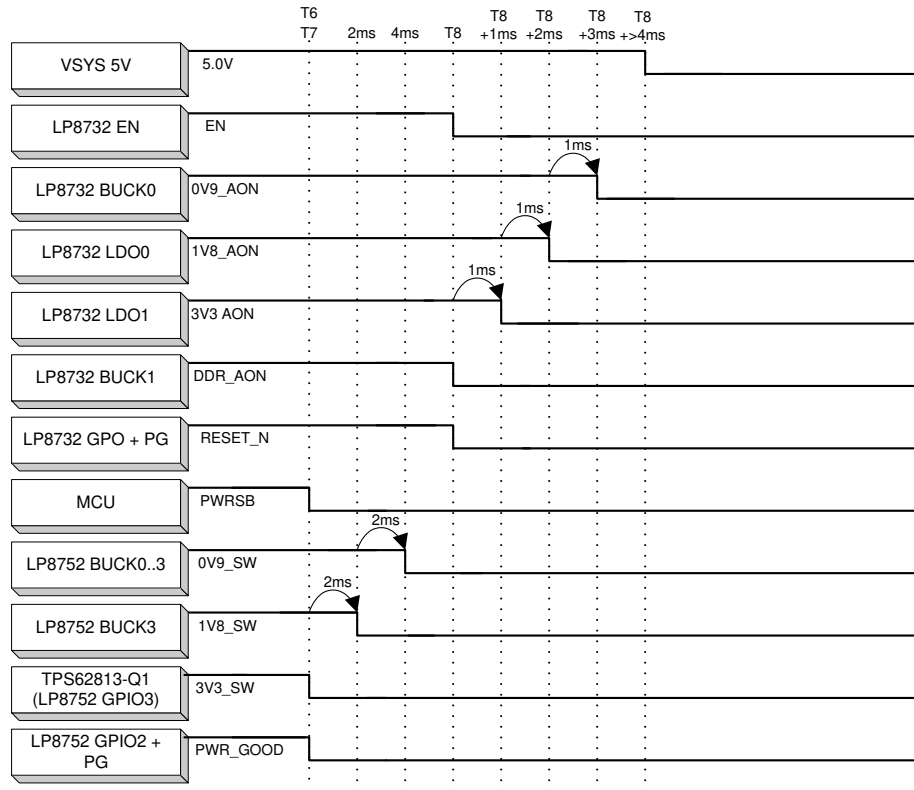


图 3-2. AC8015 关断时序图

## 4 原理图

图 4-1 至图 4-3 显示了具有关键元件的 AC8015 电源树原理图。当系统的输入电压大于 4V 时，LP87522E-Q1 需要缓冲器，否则缓冲器是可选的。

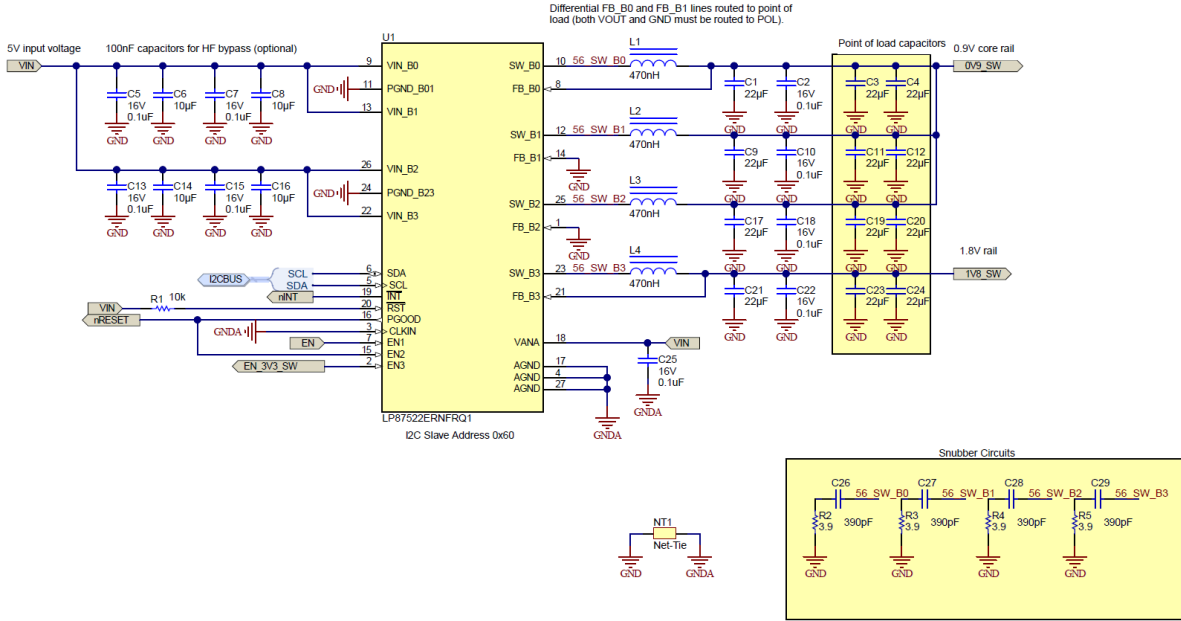


图 4-1. LP87522E-Q1 原理图

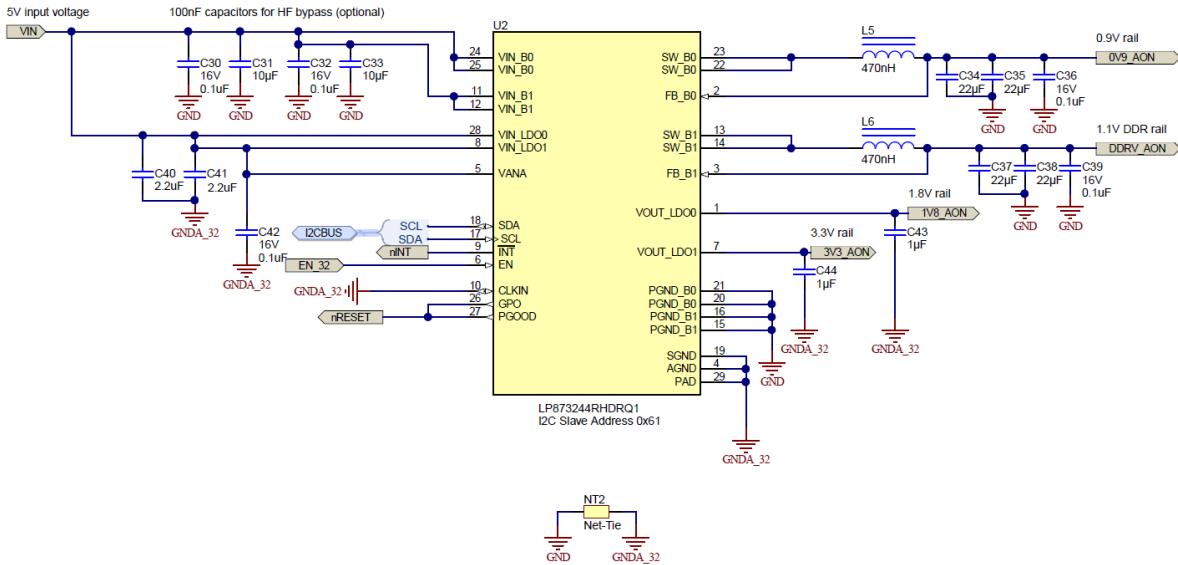


图 4-2. LP873244-Q1 原理图

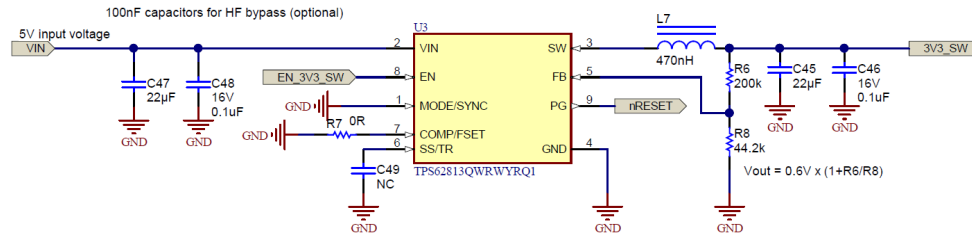


图 4-3. TPS62813-Q1 原理图



## 5 软件驱动程序

公共 Git 存储库中提供了 LP875x 和 LP873x 的 Linux 驱动程序。这些驱动程序可用于帮助将 LP875x/LP873x 控制功能集成到系统软件中：

### LP8756x

- <https://github.com/torvalds/linux/blob/master/drivers/mfd/lp87565.c>
- <https://github.com/torvalds/linux/blob/master/drivers/regulator/lp87565-regulator.c>
- <https://github.com/torvalds/linux/blob/master/drivers/gpio/gpio-lp87565.c>

### LP873x

- <https://github.com/torvalds/linux/blob/master/drivers/mfd/lp873x.c>
- <https://github.com/torvalds/linux/blob/master/drivers/regulator/lp873x-regulator.c>
- <https://github.com/torvalds/linux/blob/master/drivers/gpio/gpio-lp873x.c>

注意：每个头文件都位于从根目录开始的“include”文件夹中。因此，一旦进入“include 文件夹”，就可以找到相关的头文件。例如，这是 LP87565.h 文件：<https://github.com/torvalds/linux/blob/master/include/linux/mfd/lp87565.h>。

## 6 推荐的外部元件

表 6-1 显示了推荐在此解决方案中与 LP87522E-Q1、LP873244-Q1 和 TPS62813-Q1 一起使用的外部元件。此外，还罗列了解决方案的尺寸，包括 PMIC 器件和外部元件。请注意，这些是为了提供一个最小解决方案尺寸的大致预估，实际大小会因需求和实际器件的选择而有所不同。请参阅应用手册《LP8756x-Q1 和 LP8752x-Q1 的稳定性注意事项》、LP8752x-Q1 数据表、LP8732xx-Q1 数据表和 TPS6281x-Q1 数据表，了解更多详细信息。

表 6-1. 物料清单

数量	供应商	器件型号	系统元件	宽 (mm)	长 (mm)	高 (mm)	单位面积 <sup>(1)</sup>	总电路板面积 <sup>(1)</sup>
1	TI	LP87522E-Q1	可配置的四相降压稳压器	4.00	4.50	0.90	27.50	27.50
4	TOKO	DFE252012PD-R47M	LP8752x 电感器 0.47uH, I <sub>max</sub> 4.0A, R <sub>dc</sub> 典型值 21mΩ	2.50	2.00	1.20	10.50	42.00
4	Murata	GCM21BR71A106KE22	LP8752x SMPS 输入电容器 10uF, 10V, 10%	2.00	1.25	1.25	6.75	27.00
8	Murata	GCM21BD70J226ME35	LP8752x SMPS 输出电容器 22uF, 10V, 10%	2.00	1.25	1.25	6.75	54.00
1	Murata	GCM155R71C104KA55D	LP8752x 输入电容器 0.1uF, 16V, 10%	1.00	0.50	0.50	3.00	3.00
4	TDK	CGA2B2C0G1H391J050BA	LP8752x 缓冲器电容器, 390pF	1.00	0.50	0.50	3.00	12.00
4	Vishay-Dale	CRCW04023R90JNED	LP8752x 缓冲器电阻器, 3R9	1.00	0.50	0.50	3.00	12.00
1	TI	LP873244-Q1	可配置的 2 个降压稳压器和 2 个 LDO	5.00	5.00	0.90	36.00	36.00
2	TOKO	DFE252012PD-R47M	LP8732x 电感器 0.47uH, I <sub>max</sub> 4.0A, R <sub>dc</sub> 典型值 21mΩ	2.50	2.00	1.20	10.50	21.00
2	Murata	GCM21BR71A106KE22	LP8732x SMPS 输入电容器 10uF, 10V, 10%	2.00	1.25	1.25	6.75	13.50
4	Murata	GCM21BD70J226ME35	LP8732x SMPS 输出电容器 22uF, 10V, 10%	2.00	1.25	1.25	6.75	27.00
2	Murata	GCM188R70J225KE22	LP8732x LDO 输入电容器 2.2uF, 6.3V, 10%	1.60	0.80	0.90	4.68	9.36
2	Murata	GCM155C71A105KE38	LP8732x LDO 输出电容器 1.0uF, 16V, 10%	1.00	0.50	0.50	3.00	6.00
1	Murata	GCM155R71C104KA55D	LP8732x 输入电容器 0.1uF, 16V, 10%	1.00	0.50	0.50	3.00	3.00
1	TI	TPS62813-Q1	可调节的降压转换器	3.00	2.00	0.90	12.00	12.00
4			用于 TPS62813-Q1 输出电压等的设置电阻器	1.00	0.50	0.50	3.00	12.00
1	TOKO	DFE252012PD-R47M	电感器 0.47uH, I <sub>max</sub> 4.0A, R <sub>dc</sub> 典型值 21mΩ	2.50	2.00	1.20	10.50	10.50
1	Murata	GCM21BD70J226ME35	输入电容器 22uF, 10V, 10%	2.00	1.25	1.25	6.75	6.75
2	Murata	GCM21BD70J226ME35	输出电容器 22uF, 10V, 10%	2.00	1.25	1.25	6.75	13.50
总计								348.11mm <sup>2</sup>
用 0.3 布线因子计算出的布线面积								149.19mm <sup>2</sup>
总面积								497.30mm <sup>2</sup>

(1) 假设每个元件周围有 1 毫米的禁止距离，并乘以元件数

## 7 测量数据

可在 [LP8752x-Q1 数据表](#)、[LP8732xx-Q1 数据表](#) 和 [TPS6281x-Q1 数据表](#) 的“应用曲线”部分找到测试数据。该部分提供了此电源树在特定条件下有关效率的其他基准测试数据。

LP87522Q1EVM 和 LP8732Q1EVM 是在默认条件下进行测量的。

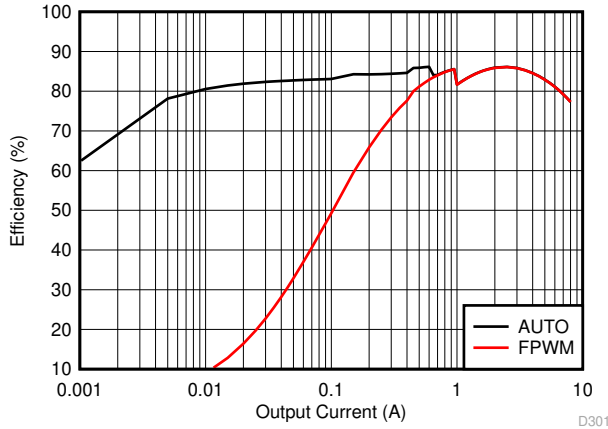


图 7-1. LP87522E-Q1 效率 ( $V_{in} = 5V$ ,  $V_{out} = 0.9V$ ,  $25^{\circ}C$ )

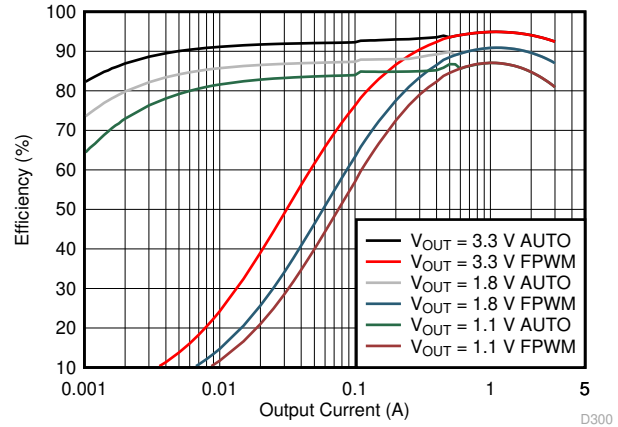


图 7-2. LP873244-Q1 效率 ( $V_{in} = 5V$ ,  $25^{\circ}C$ )

## 8 总结

借助本文介绍的采用 LP87522E-Q1 和 LP873244-Q1 PMIC 以及 TPS62813-Q1 降压转换器的这种解决方案，可以在满足 AC8015 SoC 的电源要求的同时保持良好效率。时序控制是在 PMIC 中进行的，极少需要控制器的参与。得益于外部元件数量很少，解决方案的尺寸也可做的非常紧凑。

## 9 参考文献

请参阅以下参考文献以了解更多信息：

1. 德州仪器 (TI), [《具有集成开关的 LP8752x-Q1 10A 降压转换器数据表》](#) (SNVSB23)
2. 德州仪器 (TI), [《LP8732xx-Q1 双路高电流降压转换器和双路线性稳压器数据表》](#) (SNVSB63)
3. 德州仪器 (TI), [《TPS6281x-Q1 2.75V 至 6V 可调频率降压转换器》](#) (SLVSDU1)
4. 德州仪器 (TI), [《LP8756x-Q1 和 LP8752x-Q1 的稳定性注意事项》](#) (SNVA881)
5. 德州仪器 (TI), [《LP8756x 和 LP8752x 设计检查清单》](#) (SNVR480)

## 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