

Application Note

使用 LP87565V-Q1 和 LP875230C-Q1 的 Semidrive G9H
(兼容 G9V/Q/X) 电源设计

Sarah Lao

摘要

本文详细介绍了使用 LP87565V-Q1 和 LP875230C-Q1 电源管理 IC 为 Semidrive G9H SoC (片上系统) 电源轨进行电源设计的注意事项。此电源设计适用于整个 Semidrive G9 系列 (G9V、G9Q 和 G9X)。

内容

1 简介.....	2
2 设计参数.....	2
3 电源设计.....	3
4 时序控制.....	5
4.1 启动.....	5
4.2 关断.....	6
5 原理图.....	7
6 与 G9V/Q/X 的兼容性.....	10
7 软件驱动程序.....	11
8 推荐的外部元件.....	11
9 测量.....	13
10 总结.....	14
11 参考资料.....	15

插图清单

图 3-1. Semidrive G9H AP 电源设计方框图.....	3
图 3-2. Semidrive G9H 安全电源设计方框图.....	4
图 4-1. Semidrive G9H 电源启动时序图.....	5
图 4-2. Semidrive G9H 电源关断时序图.....	6
图 5-1. G9H 顶层原理图.....	7
图 5-2. LP87565V-Q1 原理图.....	8
图 5-3. LP875230C-Q1 原理图.....	8
图 5-4. TPS6281120-Q1 原理图.....	9
图 5-5. TPS74501-Q1 原理图.....	9
图 5-6. LP873248-Q1 原理图.....	9
图 9-1. LP87565-Q1/LP87523-Q1 两相效率 (条件为 $V_{in} = 5V$, $25^{\circ}C$, $V_{out} = 0.85V$)	13
图 9-2. LP873248-Q1 效率 (条件为 $V_{in} = 5V$, $25^{\circ}C$)	13

表格清单

表 2-1. 设计参数.....	2
表 8-1. 物料清单.....	11

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 简介

本应用手册详细介绍了使用 LP87565V-Q1 和 LP875230C-Q1 电源管理 IC (PMIC) 为 Semidrive G9H SoC (片上系统) 电源轨进行电源设计的注意事项。额外的 TPS74501-Q1 LDO 和 TPS6281120-Q1 降压转换器用于外设电源轨。安全电源轨由 LP873248-Q1 PMIC 供电。该电源设计的假定输入电压为 5V (+/-5%)。如果系统输入电压较高, 例如汽车蓄电池, 则可以使用电流处理能力足够高的降压转换器作为前置稳压器来产生 5V 的电压输入。

LP87565V-Q1 具有四个降压转换器, 可配置为两个两相转换器工作。LP875230C-Q1 配置为用作 GPU 轨的两相转换器, 然后为外设提供两个单相轨。LP873248-Q1 用于安全电源轨。这些器件是 OTP 可编程的, 这意味着在 TI 生产线中将默认寄存器值设置为该平台所需的值, 而无需客户再通过 I²C 总线更改设置。这些 OTP 旋转的完整可订购器件型号为 LP87565VRNFRQ1、LP875230CRNFRQ1 和 LP873248RHDRQ1。有关 OTP 设置的更多详细信息, 请参阅具体器件型号的技术参考手册。

此电源设计展示了如何使用 TI PMIC 为 Semidrive G9H 所需的电源轨进行供电的示例。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, 并且只需要由系统的一个使能信号管脚即可完成控制。此电源设计可以根据涉及当前要求、使用的外设等实际用例进行定制和优化。

2 设计参数

表 2-1 显示了电源轨、负载要求以及测量结果显示了典型的测量数据。

表 2-1. 设计参数

	电压 (V)	电源轨名称	最大负载 (A)	负载能力 (mA)	SOURCE
AP	0.8	VDD_AP_0V8	8000	8000	LP87565V-Q1 B0+B1
	0.85	VDD_CPU_0V8	4000	8000	LP87565V-Q1 B2+B3
	0.85	VDD_GPU_0V8	5000	6000	LP875230C-Q1 B0+B1
	1.1	VDDQ_DRAM_1V1	1750	2000	LP875230C-Q1 B2
	1.8	VDD_1V8	1000	2000	LP875230C-Q1 B3
	1.8	VDDA_MIPI_1V8	50	2000	LP875230C-Q1 B3
	0.6	VDDQLP_DRAM	500	1000	TPS6281120-Q1 (BUCK)
	1.8	VDD_LP4_1V8	200	500	TPS74501-Q1 (LDO)
安全	0.8	VSFT_0V8	1500	2000	LP873248-Q1 B0
	1.8	VDDA_SAF	720	2000	LP873248-Q1 B1
	3.3	VDDIO_GPIO	300	300	LP873248-Q1 LDO0
	3.3	VDDIO_GPIO	300	300	LP873248-Q1 LDO1

3 电源设计

图 3-1 显示了为 G9H AP 电源轨供电的电源树 (使用 LP87565V-Q1、LP875230C-Q1、TPS6281120-Q1 和 TPS74501-Q1 器件)。

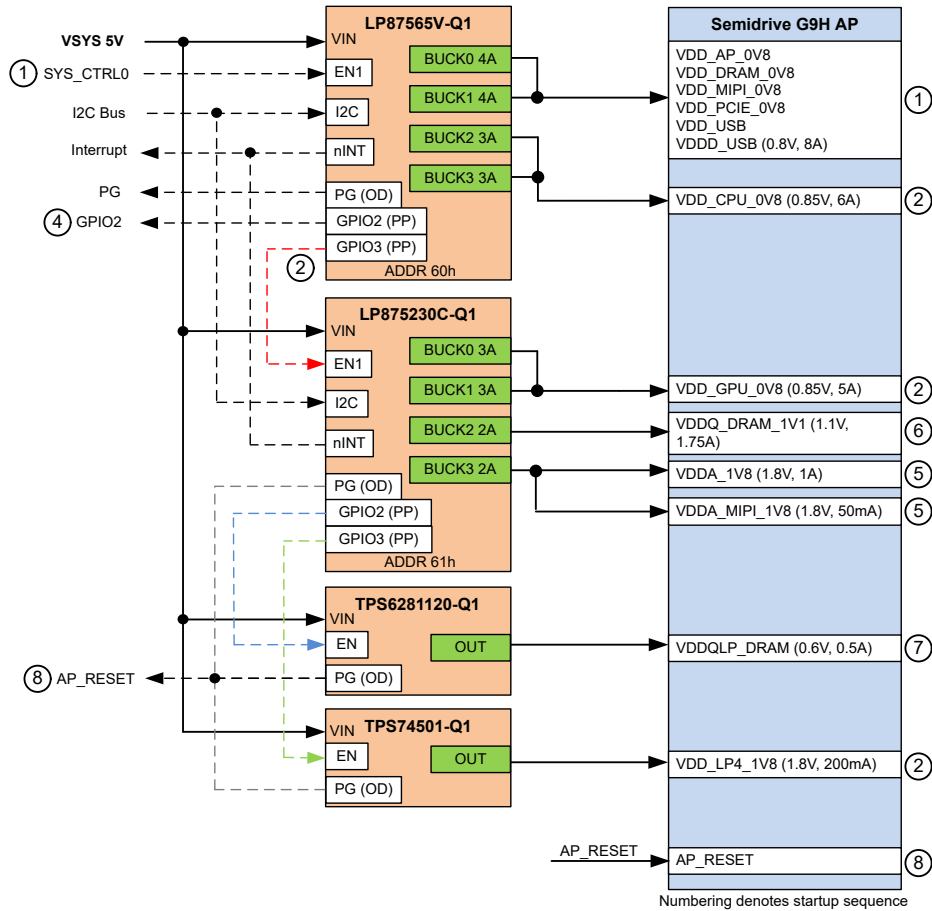


图 3-1. Semidrive G9H AP 电源设计方框图

主要特性：

- 由前置稳压器提供 5V 电源。
- 器件上电后，微控制器可以将 SYS_CTRL0 引脚设置为高电平以启动启动序列。
- 启动由 LP87565V-Q1 和 LP875230C-Q1 序列发生器内部控制，分立式直流/直流由 PMIC GPIO 控制。
- 可使用 I²C 来读取状态寄存器和复位中断。
- PMIC 器件有专用的 I²C 地址，因此器件可以共享同一条 I²C 总线。
- TPS6281120-Q1 的 PG 信号充当 SoC 的 AP_RESET 信号。LP875230C-PG 和 TPS74501-Q1 PG 可以与此信号结合使用，以在这些电源轨中的任何一个出现故障时允许 SoC 复位。

图 3-2 显示了为 G9H 安全电源轨供电的 LP873248-Q1 的电源设计。

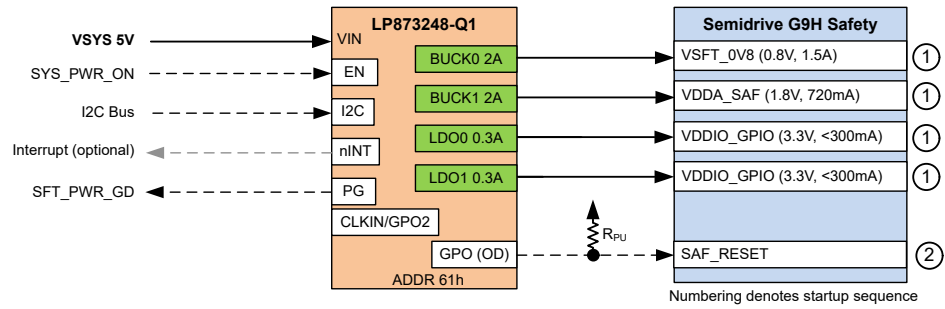


图 3-2. Semidrive G9H 安全电源设计方框图

主要特性：

- 由前置稳压器提供 5V 电源
- 一个 SYS_PWR_ON 信号控制所有电源轨的启动和关断序列
- PGOOD 或 GPO 可用于 RESET 信号

4 时序控制

4.1 启动

图 4-1 显示了电源轨启动时序和相应信号。

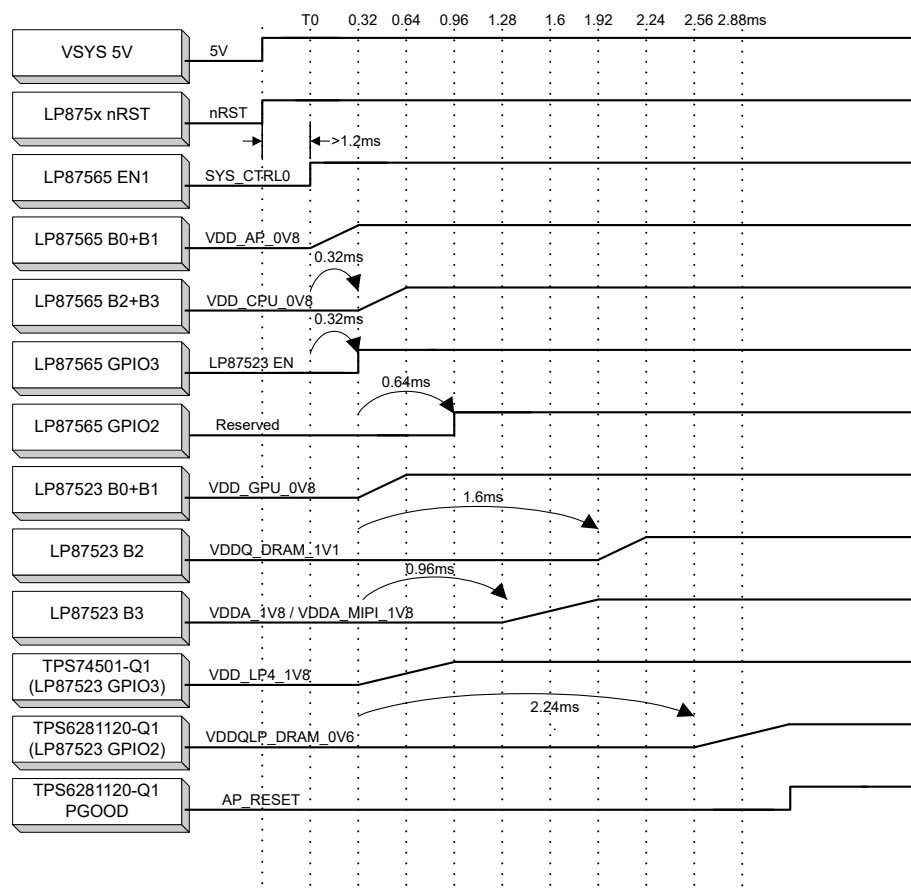


图 4-1. Semidrive G9H 电源启动时序图

4.2 关断

图 4-2 显示了电源轨关断时序和相应信号的示例。

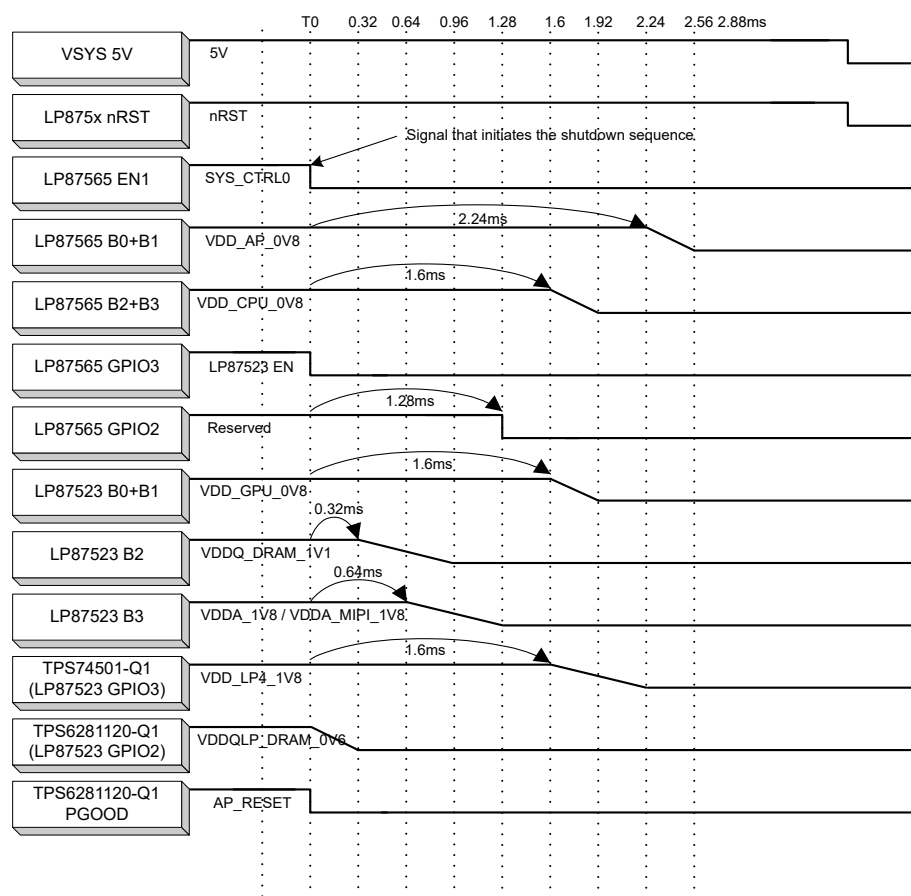


图 4-2. Semidrive G9H 电源关断时序图

5 原理图

图 5-1 至图 5-6 显示了具有关键元件的 Semidrive G9H 电源树原理图。

有关布局的指导，请参阅特定器件的数据表应用部分和 EVM 用户指南。

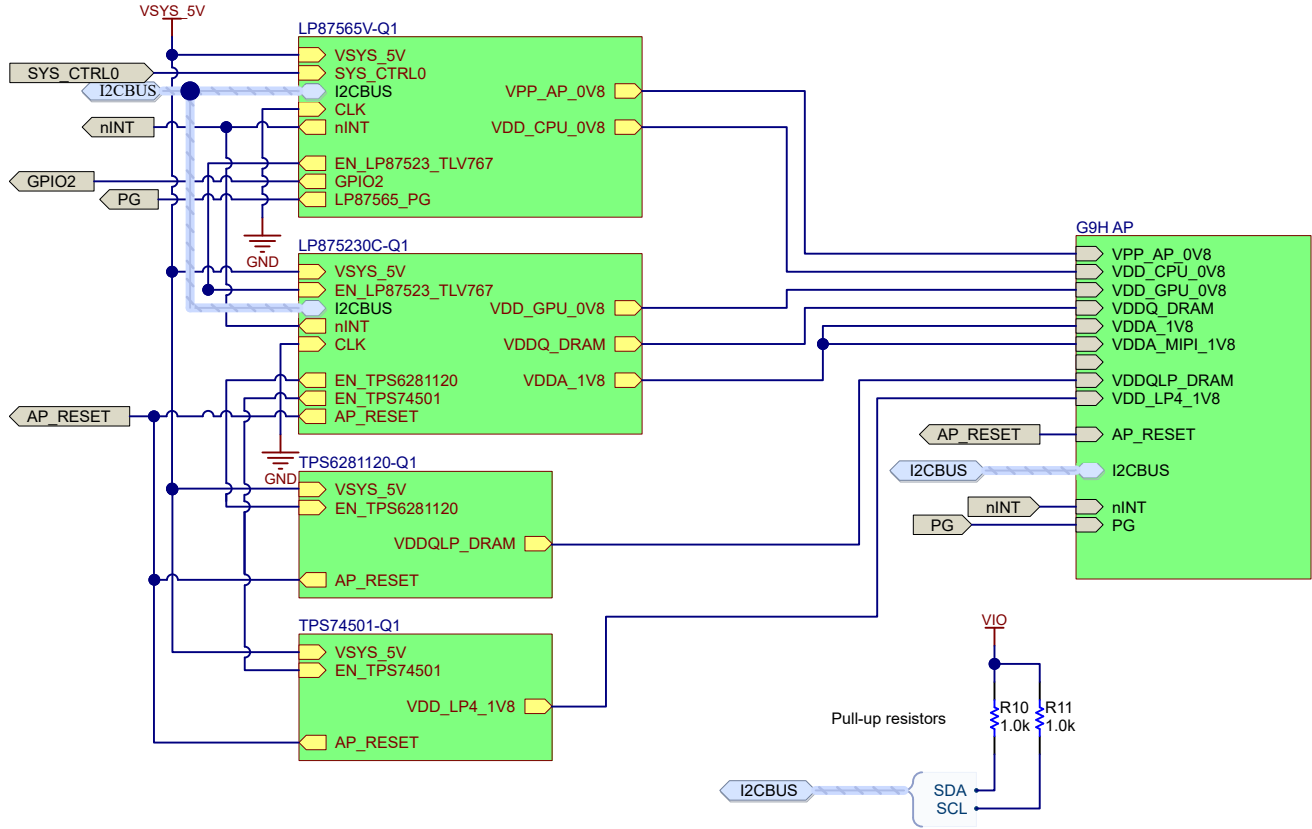


图 5-1. G9H 顶层原理图

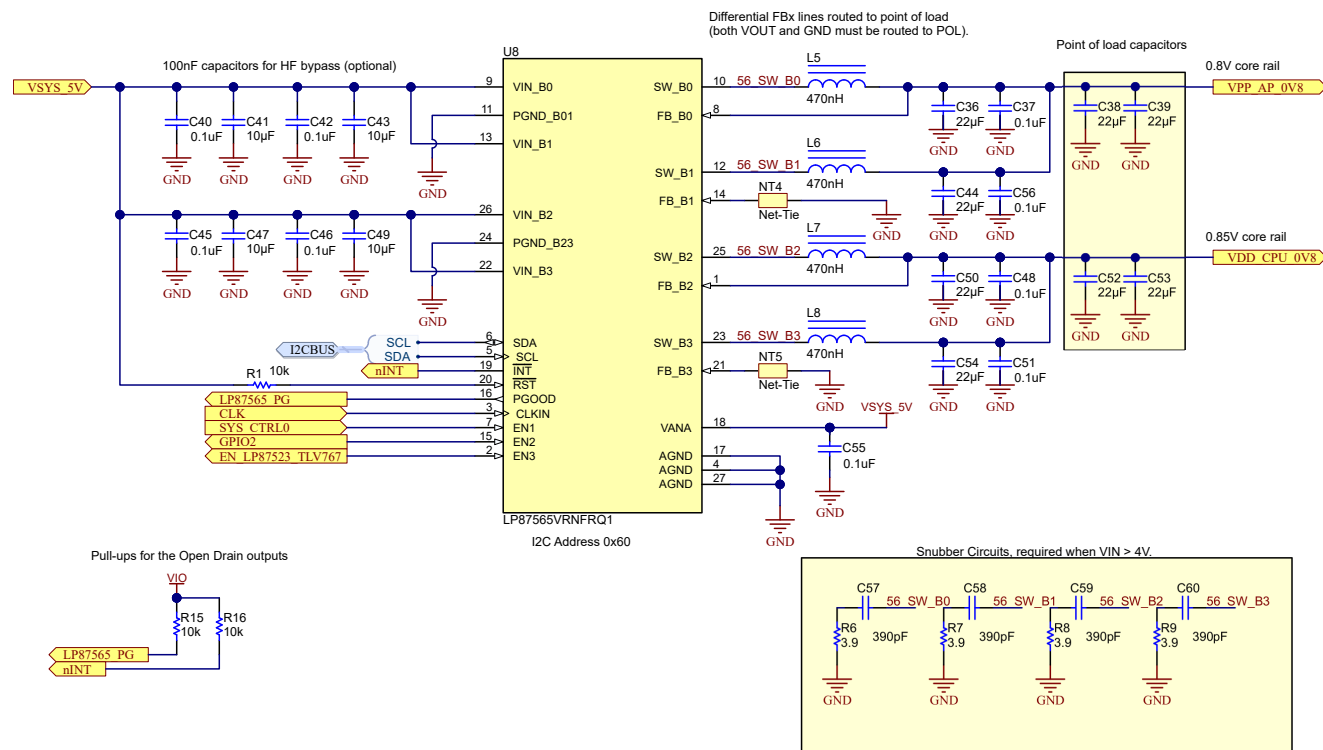


图 5-2. LP87565V-Q1 原理图

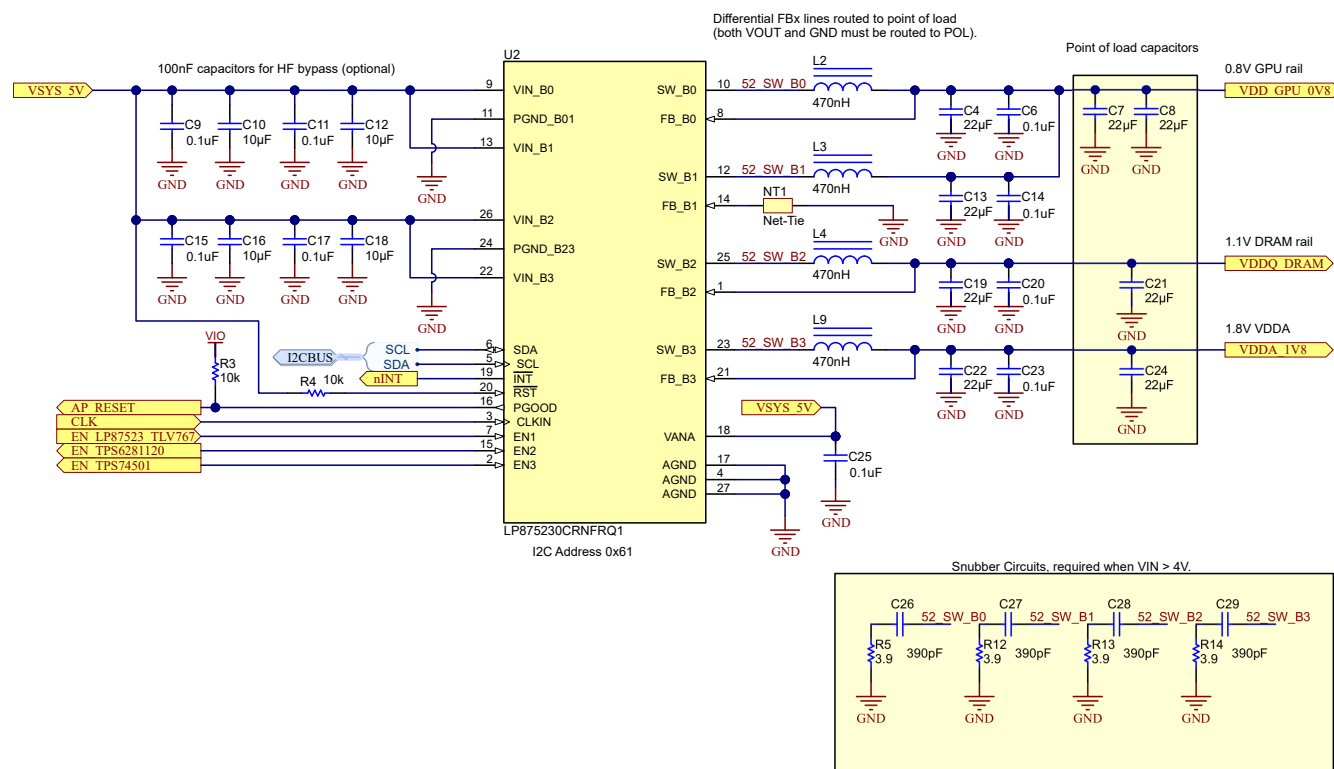


图 5-3. LP875230C-Q1 原理图

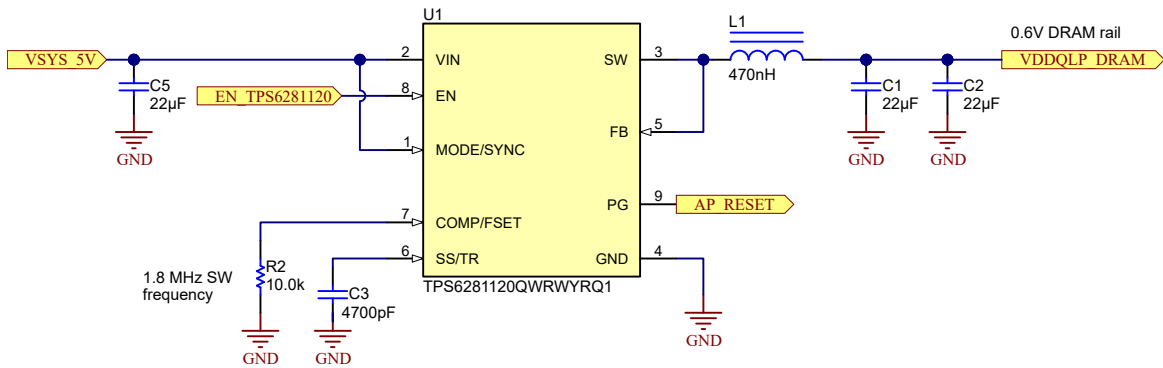
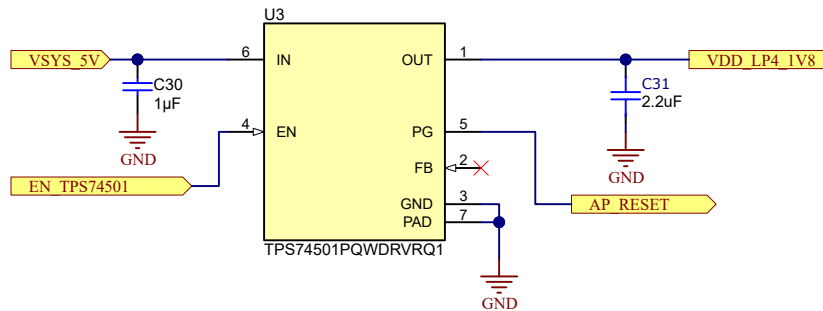


图 5-4. TPS6281120-Q1 原理图



Note: For fixed voltage version the FB pin can be left floating

图 5-5. TPS74501-Q1 原理图

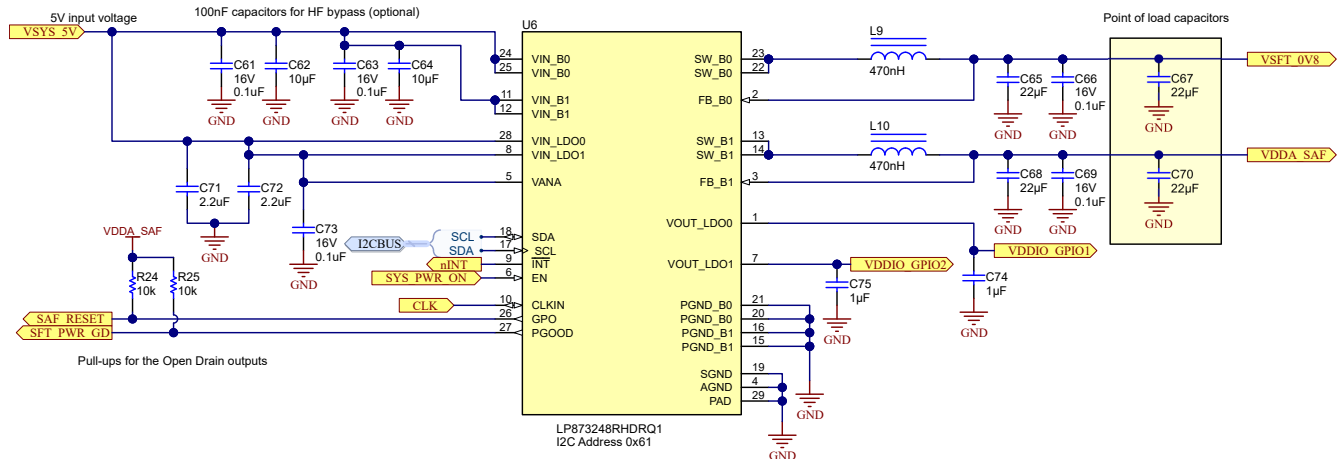


图 5-6. LP873248-Q1 原理图

6 与 G9V/Q/X 的兼容性

该电源设计还与 Semidrive G9V、G9Q 和 G9X 兼容。这些平台之间的区别在于物理层 (PHY) 的数量。由于电源设计在不同平台之间实现了引脚对引脚兼容，因此可利用同一个 IC 来减少重新设计的工作量。

这两款 MCU 的 RTC 和安全电源是相同的，因此[电源设计](#)一节中所示的 G9H 的相同电源树可重复用于为 G9V/G9Q/G9X 供电的 G9 系列。

7 软件驱动程序

此设计支持通过 I²C 总线进行控制。

公共 Git 存储库中提供了 LP875x-Q1 和 LP8732-Q1 的 Linux 驱动程序。这些驱动程序可用于帮助将 LP875x 和 LP8732 控制功能集成到系统软件中：

LP8756x-Q1：

- [Torvalds/Linux/Drivers/mfd/lp87565.c](#)
- [Torvalds/Linux/Drivers/regulator/lp87565-regulator.c](#)
- [Torvalds/Linux/Drivers/gpio/gpio-lp87565.c](#)

LP8732-Q1：

- [Torvalds/Linux/Drivers/mfd/lp873x.c](#)
- [Torvalds/Linux/Drivers/regulator/lp873x-regulator.c](#)
- [Torvalds/Linux/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：[Torvalds/Linux/include/linux/mfd/lp87565.h](#)。

8 推荐的外部元件

表 8-1 显示了推荐在此设计与 LP87565V-Q1、LP875230C-Q1、LP873248-Q1、TPS6281120-Q1、TLV76733-Q1 和 TPS74501-Q1 一起使用的外部元件。物料清单还罗列了整个设计的尺寸，包括 PMIC 器件和外部元件。

表 8-1. 物料清单

数量	供应商	器件型号	系统元件	W (mm)	L (mm)	高 (mm)	单位面积 ⁽¹⁾	总电路板面积 ⁽¹⁾
2	TI	LP875x-Q1	可配置的四相降压稳压器	4.00	4.50	0.90	27.50	55.00
8	Murata	DFE252012PD-R47M	LP875x 电感器 0.47μH，I _{max} 4.0A，R _{dc} 典型值 21mΩ	2.50	2.00	1.20	10.50	84.00
8	Murata	GCM21BR71A106KE22	LP875x SMPS 输入电容器 10μF，10V，10%	2.00	1.25	1.25	6.75	54.00
16	Murata	GCM21BD70J226ME35	LP875x SMPS 输出电容器 22μF，10V，10%	2.00	1.25	1.25	6.75	108.00
2	Murata	GCM155R71C104KA55D	LP875x 输入电容器 0.1μF，16V，10%	1.00	0.50	0.50	3.00	6.00
1	TI	TPS74501-Q1	低压降稳压器	2.00	2.00	0.80	9.00	9.00
1	Murata	GCM188R71C105KA64D	输入电容器 1μF	1.00	0.50	0.50	3.00	3.00
1	Murata	GRT155C71A225KE13	输出电容器 2.2μF	1.00	0.50	0.50	3.00	3.00
1	TI	TPS6281120-Q1	降压转换器	3.00	2.00	0.80	12.00	12.00
1	Murata	DFE252012PD-R47M	电感器 0.47μH，I _{max} 4.0A，R _{dc} 典型值 21mΩ	2.50	2.00	1.20	10.50	10.50
1	Murata	GCM21BD70J226ME35	输入电容器 22μF，10V，10%	2.00	1.25	1.25	6.75	6.75
2	Murata	GCM21BD70J226ME35	输出电容器 22μF，10V，10%	2.00	1.25	1.25	6.75	13.50
1	Murata	GRT155R71H472KE01	CSS 电容器	1.00	0.50	0.50	3.00	3.00
1			频率设置电阻器，10kΩ	1.00	0.50	0.50	3.00	3.00
1	Murata	GCM21BR71A106KE22	输出电容器 10μF，10V，10%	2.00	1.25	1.25	6.75	6.75
1	TI	LP8732-Q1	可配置的 2 个降压稳压器和 2 个 LDO	5.00	5.00	1.00	36.00	36.00
2	Murata	DFE252012PD-R47M	LP8732 电感器 0.47 μH，I _{max} 4.0A，R _{dc} 典型值 21mΩ	2.50	2.00	1.20	10.50	21.00

表 8-1. 物料清单 (续)

数量	供应商	器件型号	系统元件	W (mm)	L (mm)	高 (mm)	单位面积 ⁽¹⁾	总电路板面积 ⁽¹⁾
2	Murata	GCM21BR71A 106KE22	LP8732 输入电容器 10 μ F, 10V, 10%	2.00	1.25	1.25	6.75	13.50
4	Murata	GCM21BD70J 226ME35	LP8732 输出电容器 22 μ F, 10V, 10%	2.00	1.25	1.25	6.75	27.00
2	Murata	GRT155C71A2 25KE13	LP8732 输入电容器 2.2 μ F, 6.3V, 10%	1.00	0.50	0.50	3.00	6.00
2	Murata	GCM155C71A 105KE38	LP8732 输出电容器 1 μ F, 16V, 10%	1.00	0.50	0.50	3.00	6.00
3	Murata	GCM155R71C 104KA55D	LP8732 输入电容器 0.1 μ F, 16V, 10%	1.00	0.50	0.50	3.00	9.00
总计								496.00mm ²
用 0.3 布线因子计算出的布线面积								212.57mm ²
总面积								708.57mm ²

(1) 假设每个元件周围有 1mm 的禁止距离, 并乘以元件数

9 测量

可查阅以下数据表的“应用曲线”部分找到测试数据：

- 具有集成开关的 **LP8756x-Q1 16A 降压转换器**
- 具有集成开关的 **LP8752x-Q1 10A 降压转换器**
- **LP8732-Q1 双路高电流降压转换器和双路线性稳压器**
- **TPS6281x-Q1 2.75V 至 6V 可调频率降压转换器**
- 采用小型可湿性侧面 **WSO_N** 封装且具有电源正常状态的 **TPS745-Q1 500mA LDO**

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。

LP87565Q1EVM、LP87523Q1EVM 和 LP87320Q1EVM 是在默认条件下进行测量的。

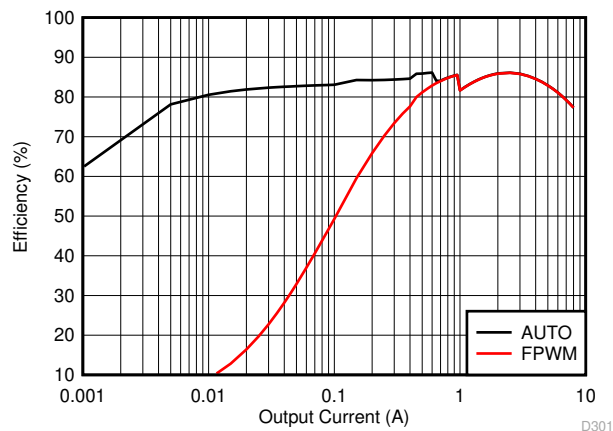


图 9-1. LP87565-Q1/LP87523-Q1 两相效率 (条件为 $V_{in} = 5V$, $25^{\circ}C$, $V_{out} = 0.85V$)

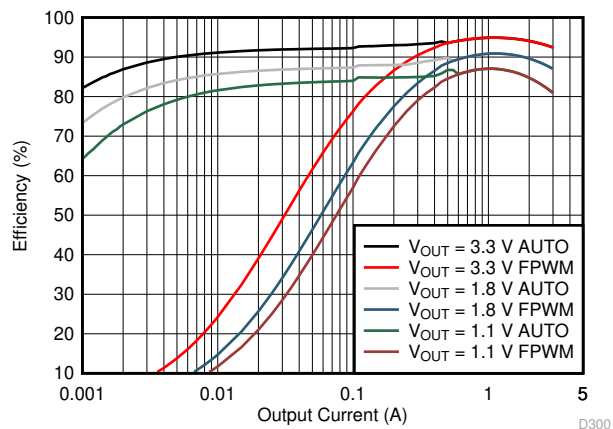


图 9-2. LP873248-Q1 效率 (条件为 $V_{in} = 5V$, $25^{\circ}C$)

10 总结

借助本文介绍的采用 LP87523-Q1、LP87565-Q1 PMIC 和分立式直流/直流的这种设计，可以在满足 Semidrive G9H 应用处理器的电源要求的同时保持良好效率。该设计还展示了如何应用 LP87324-Q1 PMIC 来满足 Semidrive G9H 安全电源要求。时序控制是在 PMIC 中进行的，控制器只需要参与一个 EN 信号。由于外部元件数量很少，该设计非常紧凑。I²C 控制允许在需要时进行诊断和 PMIC 控制。

11 参考资料

有关附加信息，请参阅以下参考文献：

1. 德州仪器 (TI)，[具有集成开关的 LP8756x-Q1 16A 降压转换器](#)数据表。
2. 德州仪器 (TI)，[LP87565V-Q1 技术参考手册](#)。
3. 德州仪器 (TI)，[具有集成开关的 LP8752x-Q1 10A 降压转换器](#)。
4. 德州仪器 (TI)，[LP875230C-Q1 技术参考手册](#)。
5. 德州仪器 (TI)，[TLV767-Q1 1A、16V 线性稳压器](#)。
6. 德州仪器 (TI)，[TPS6281x-Q1 2.75V 至 6V 可调频率降压转换器](#)。
7. 德州仪器 (TI)，[采用小型可湿性侧面 WSON 封装且具有电源正常状态的 TPS745-Q1 500mA LDO](#)。

重要通知和免责声明

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 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。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
版权所有 © 2025，德州仪器 (TI) 公司