



摘要

本用户指南介绍了 TPS92642-Q1 5A 同步高电流降压 IR LED 驱动器评估模块 (EVM) 的特性、运行和使用情况。本文档还提供了完整的原理图、印刷电路板布局以及物料清单。

内容

1 引言	3
2 警告和注意事项	3
3 说明	4
3.1 典型应用	4
3.2 特性	4
3.3 连接器和测试点说明	5
3.4 电气性能规格	9
4 测试设置	10
4.1 输入电源和 LED 负载连接	10
4.2 脉冲占空比限值 (PLMT) 控制	11
4.3 使用 IADJ 进行模拟调光	12
4.4 使用 nExt_PWM 测试点进行 PWM 调光	13
4.5 使用 RON 的开关频率设定点	14
5 性能数据和典型特性曲线	15
5.1 效率	15
5.2 模拟调光	15
5.3 PWM 调光	16
5.4 PWM 调光波形	16
6 原理图	18
7 PCB 布局	21
8 物料清单	23

插图清单

图 3-1. TPS92642EVM-203 顶视图 - EVM 功能和特性	5
图 3-2. TPS92642EVM-203 底视图 - EVM 功能和特性	5
图 3-3. TPS92642EVM-203 连接器名称和位置	6
图 3-4. TPS92642EVM-203 测试点名称和位置	7
图 4-1. TPS92642EVM-203 典型测试设置	10
图 4-2. VIN 和 VOUT+ (LED) 连接	10
图 4-3. 使用内部脉冲发生器的占空比限制功能	11
图 4-4. 用于控制最大占空比 D_{PLMT} 的 PLMT 电路	11
图 4-5. 用于监控 PLMT 电路的测试点	12
图 4-6. 使用外部电源的 IADJ	13
图 4-7. 使用板载电阻分压器设置 IADJ	13
图 4-8. 使用 UDIM 进行 PWM 调光	14
图 4-9. 基于 RON (R3) 的开关频率选择	14
图 5-1. 效率与输出电流之间的关系	15
图 5-2. 输出电流与 IADJ 电压间的关系, 24V 输入、2 个 LED	15
图 5-3. 输出电流与 PWM 占空比 (250Hz) 的关系, 24V 输入、2 个 LED	16
图 5-4. 1% 占空比 250Hz PWM, 输入电压 = 14V, 2 个 LED	16
图 5-5. 50% 占空比 250Hz PWM, 输入电压 = 14V, 2 个 LED	16

图 5-6. 99% 占空比 250Hz PWM，输入电压 = 14V，2 个 LED.....	17
图 6-1. TPS92642EVM-203 原理图第 1 页.....	19
图 6-2. TPS92642EVM-203 原理图第 2 页.....	20
图 7-1. 顶层和顶部覆盖层（顶视图）.....	21
图 7-2. 信号层 1.....	21
图 7-3. 信号层 2.....	22
图 7-4. 底层和底部覆盖层（底视图）.....	22

表格清单

表 3-1. 连接器.....	6
表 3-2. 测试点.....	7
表 3-3. TPS92642EVM-203 性能规格.....	9
表 8-1. TPS92642EVM-203 物料清单.....	23

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。


1 引言

TPS92642EVM-203 评估模块 (EVM) 能帮助设计人员评估适用于高电流 IR LED 驱动应用的 TPS92642-Q1 5.0A 降压开关稳压器的操作和性能。TPS92642-Q1 设计用于控制 IR LED 二极管，具有宽输入电压范围 (5.5V 至 36V)、PWM 调光功能、模拟调光功能、输入欠压锁定保护、故障检测、一个内部 5V 稳压器，并包含了一个内部脉冲监测电路，用于限制 PWM 信号的最大脉冲占空比。

2 警告和注意事项


在使用 TPS92642EVM-203 时，请遵守以下预防措施。

小心



注意！请勿在无人照看的情况下使 EVM 通电。


表面高温：



注意表面高温！接触可导致烫伤。请勿触摸。操作时请选择正确的

预防措施。

警告



在选择 LED 元件 (并非此 EVM 随附元件) 时，最终用户必须查阅 LED 制造商提供的 LED 数据表，确认 EN62471 风险分组等级，并查看所选 LED 可能对眼睛带来的危害。务必考虑并落实使用有效的滤光和防护墨镜，并在观察强光源时充分了解周围的实验室环境，更大程度地降低或消除上述风险，从而避免与暂时性失明相关的事故。

3 说明

本用户指南介绍了 TPS92642-Q1 5.0A 同步降压 IR LED 驱动器评估模块 (TPS92642EVM-203) 的规格、电路板连接说明、特性、运行和使用情况。TPS92642-Q1 器件实施自适应导通时间平均电流模式控制功能，经设计可与分流 FET 调光技术和基于 LED 矩阵管理器的动态光束前照灯兼容。自适应导通时间控制功能可提供近乎恒定的开关频率，频率设置范围为 100kHz 至 2.2MHz。电感器电流感应和闭环反馈功能可在较宽的输入电压、输出电压和环境温度范围内实现 $\pm 4\%$ 以上的精度。

TPS92642EVM-203 提供高亮度 LED 驱动器，正常工作时的输入电压范围为 5.5V 至 36V (标称电压 24V)。EVM 设置的默认输出电流设置为 3.5A (可编程至 5A)，适用于在 2.1MHz 下运行的约 3V 至近 32V 之间的 IR LED 堆栈。TPS92642-Q1 有助于提供高效率、快速 PWM 调光和精确的宽范围模拟调光。

3.1 典型应用

此转换器设计描述了如何使用表 3-3 中所列规格的 TPS92642-Q1 作为 LED 驱动器。对于具有不同输入电压范围或不同输出电压范围的应用，请参阅 [TPS92642-Q1 汽车 5A 同步降压 IR LED 驱动器数据表](#)。

3.2 特性

- 符合面向汽车应用的 AEC-Q100 标准
 - 1 级：-40°C 至 125°C 的工作环境温度范围
 - 器件 HBM 分类等级 H1C
 - 器件 CDM 分类等级 C2
- 开关逐周期过流保护
- 标称开关频率
 - 2.1MHz
- 5.5V 至 36V 的宽输入电压范围
- 自适应导通时间平均电流控制
- LED 开路 and 短路故障监控和报告
- 开关过热保护
- 高级调光操作
 - 精确模拟调光
 - 支持外部 PWM 调光输入

3.3 连接器和测试点说明

本节对 EVM 上的连接器和测试点进行了说明，并介绍了如何正确地连接、设置和使用 TPS92642EVM-203。

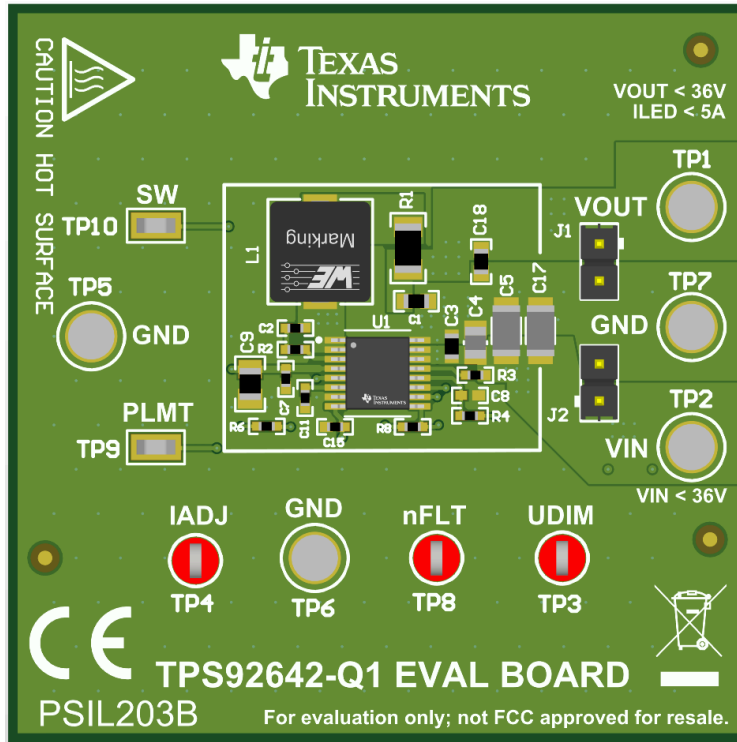


图 3-1. TPS92642EVM-203 顶视图 - EVM 功能和特性

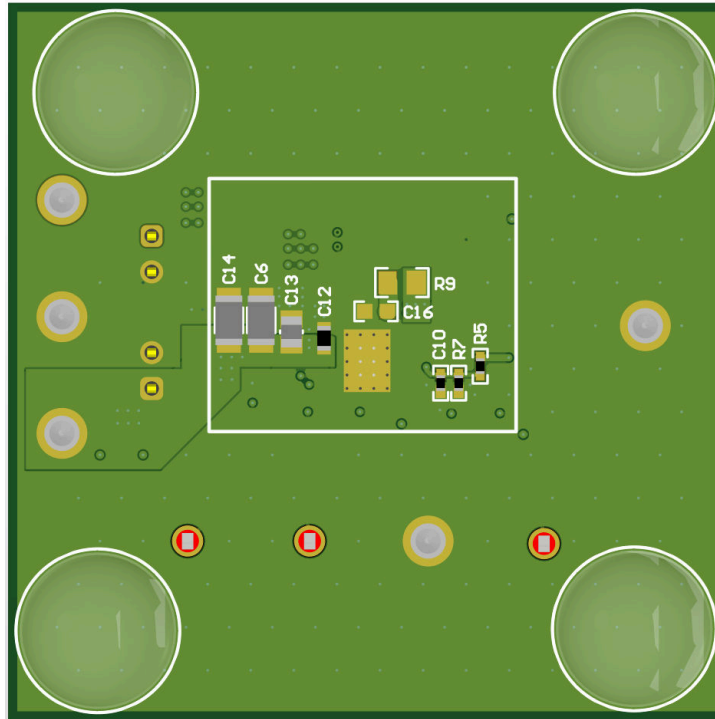


图 3-2. TPS92642EVM-203 底视图 - EVM 功能和特性

图 3-3 和表 3-1 介绍了连接器名称、位置和说明。

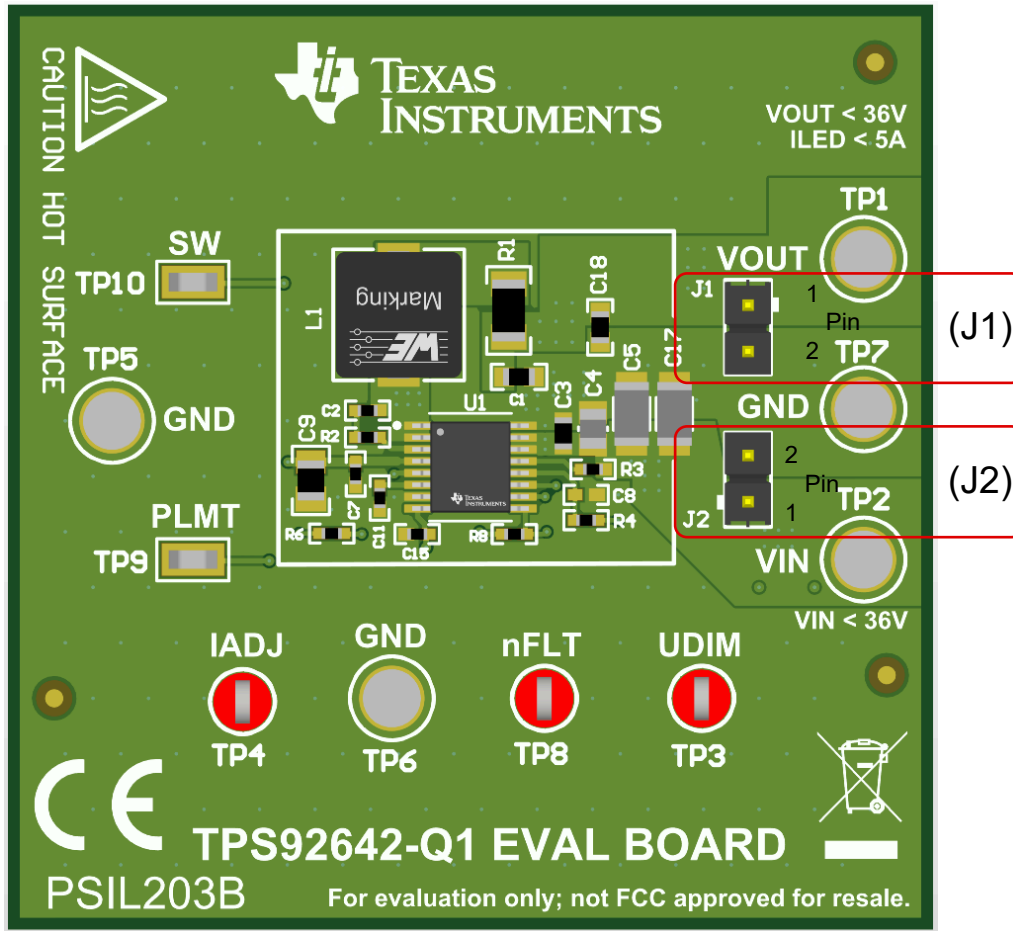


图 3-3. TPS92642EVM-203 连接器名称和位置

表 3-1. 连接器

连接器	说明
J1	J1 允许创建连接到 VOUT (引脚 1) 和 GND (引脚 2) 的线束。
J2	J2 允许创建连接到 VIN (引脚 1) 和 GND (引脚 2) 的线束。

图 3-4 和表 3-2 介绍了测试点名称、位置和说明。

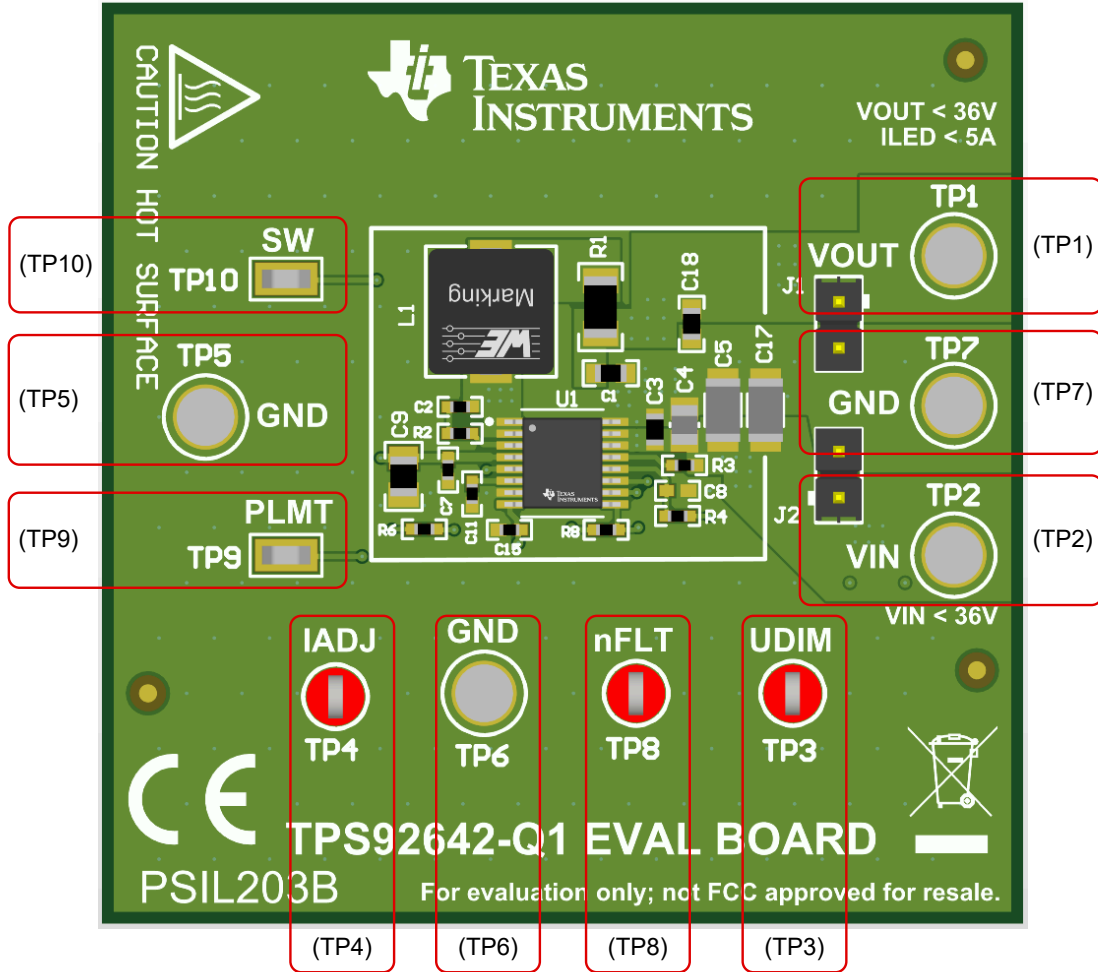


图 3-4. TPS92642EVM-203 测试点名称和位置

表 3-2. 测试点

测试点	说明
GND (TP5、TP6、TP7)	较大的金属转塔和测试点允许多个连接到整个电路板的接地端。
VIN (TP2)	VIN 测试点可对施加到 TPS92642-Q1 VIN 引脚的电源进行电压和电流测量。
VOUT (TP1)	VOUT+ 测试点允许将 LED 负载连接到输出。大型转塔允许多个连接。
SW (TP10)	SW 测试点允许在使用示波器运行期间观察开关节点。
PLMT (TP9)	该测试点用于监视占空比限制控制和脉冲跳跃控制电路。默认情况下，PLMT 引脚加载一个 0.22 μ F 电容器，这意味着它提供一个 13.62% 的占空比控制 39Hz PWM 信号或 3.46ms 的 TON。

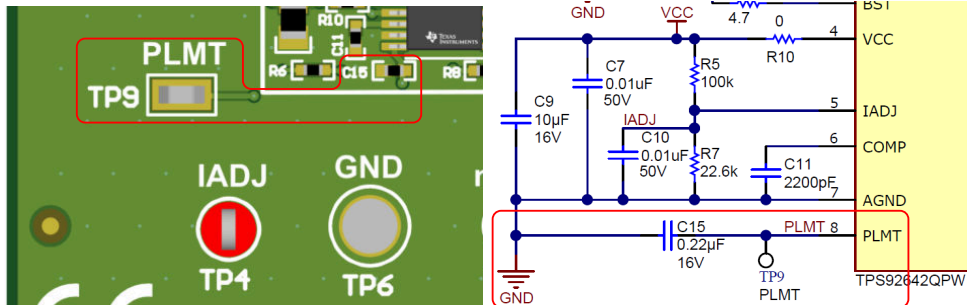
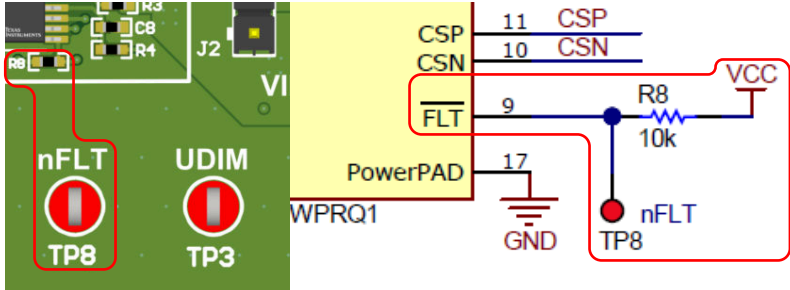
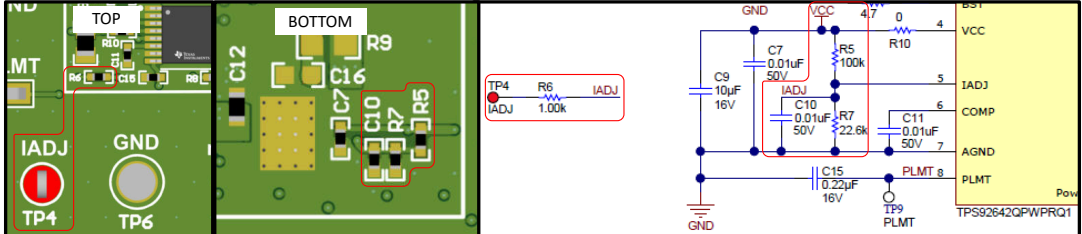
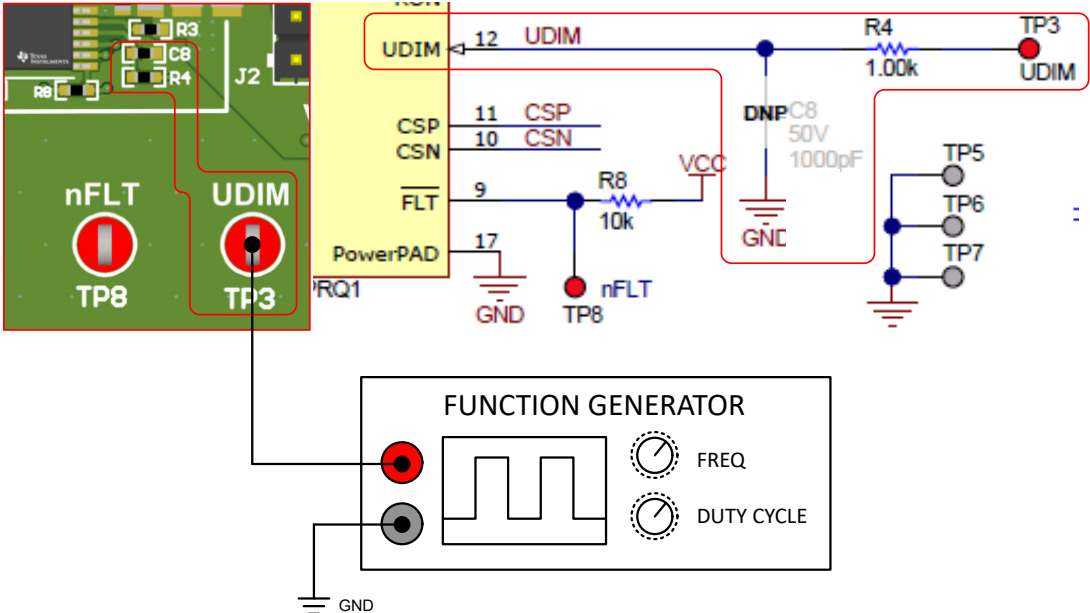


表 3-2. 测试点 (续)

测试点	说明
nFLT (TP8)	<p>nFLT 测试点可用于监测 TPS92642-Q1 输出端是否发生故障。发生故障时，nFLT 电压变为低电平。当出现短路或开路故障时会触发 nFLT。</p> 
IADJ (TP4)	<p>通过向 IADJ 测试点施加电压来控制 TPS92642-Q1 LED 电流。IADJ 测试点 (TP4) 上的 133mV 至 2.45V 与输出电流的 288mA 至 5000mA 一致。</p> 
UDIM (TP13)	<p>UDIM 是外部 PWM 信号的输入。R4 设置迟滞，C8 用于局部去耦。</p> 

3.4 电气性能规格

表 3-3 列出了 EVM 电气性能规格。此配置旨在以 20V 至 26V (24V 标称值) 的输入电压范围驱动高达 5A 的 1 至 2 个 LED。此配置还设计为以大约 2.1MHz 运行，以实现经优化的尺寸。该器件可以在较低的输入电压下运行，但此 EVM 设置为符合以下参数。

表 3-3. TPS92642EVM-203 性能规格

参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位
输入特性					
电压 V_{IN}		22	24	26	V
最大输入电流, I_{IN}				4.0	A
输出特性					
输出电压, V_{OUT}	该 EVM 使用电压范围为 3.0V 至 7.0V、电流范围为 0.3A 至 5.0A 的 1 至 2 个 LED 进行了测试	$V_{IN} + 3V$		30	V
最大输出电流, I_{OUT}	总输出电流设计为 0.3A 至 5.0A			5.0	A
最大输出功率, P_{OUT}	总输出功率			27	W
系统特性					
开关频率	$R_{ON} = 41.2k\Omega$		2.1		MHz
峰值效率				96	%
工作温度	最大温度范围基于总功率耗散	-40	25	125	°C

4 测试设置

TPS92642EVM-203 可以通过多种不同的方式进行连接。图 4-1 所示为一个典型的测试设置。

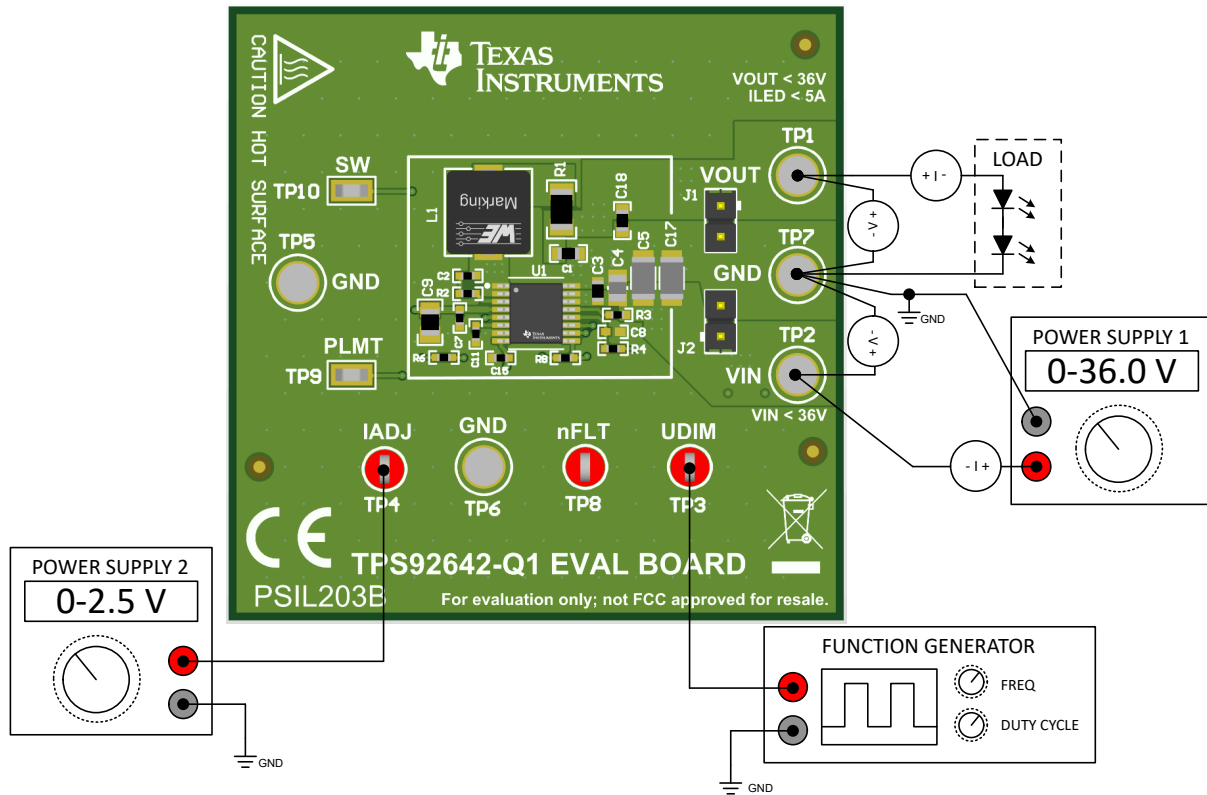


图 4-1. TPS92642EVM-203 典型测试设置

4.1 输入电源和 LED 负载连接

LED 将如图 4-2 所示连接，其中 LED 的阳极将连接到 VOUT+ 测试点或通过 J1 或 VOUT+ (TP1)，并将 LED 的阴极连接到 GND (TP7)。输入电源可以使用线束通过接头 J2 连接，也可以使用测试电缆通过 VIN (TP2) 和 GND (TP7) 连接。

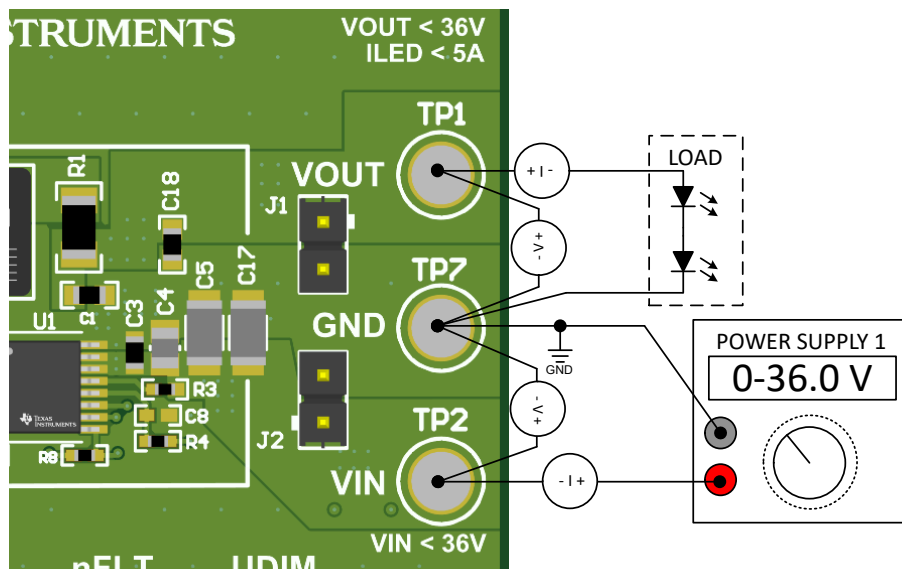


图 4-2. VIN 和 VOUT+ (LED) 连接

4.2 脉冲占空比限值 (PLMT) 控制

TPS92642-Q1 采用内部模拟电路来限制输出电流 I_{LED} 的导通时间 $t_{ON(LMT)}$ 和关断时间 $t_{OFF(LMT)}$ 。如图 4-3 所示，器件由宽度小于 $t_{ON(LMT)}$ 的外部 UDIM 脉冲控制。任何大于 $t_{ON(LMT)}$ 的外部 UDIM 脉冲都会被截断，以保持 D_{PLMT} 的最大固定占空比。在 PLMT 关闭期间，该器件会消隐 UDIM 信号，从而抑制外部 UDIM 输入端可能存在的任何杂散脉冲。关断时间是由外部电容 C_{PLMT} 设置的周期 t_{PLMT} 的函数。方程式 1 中给出了 t_{PLMT} 、 $t_{ON(LMT)}$ 和 D_{PLMT} 之间的关系。

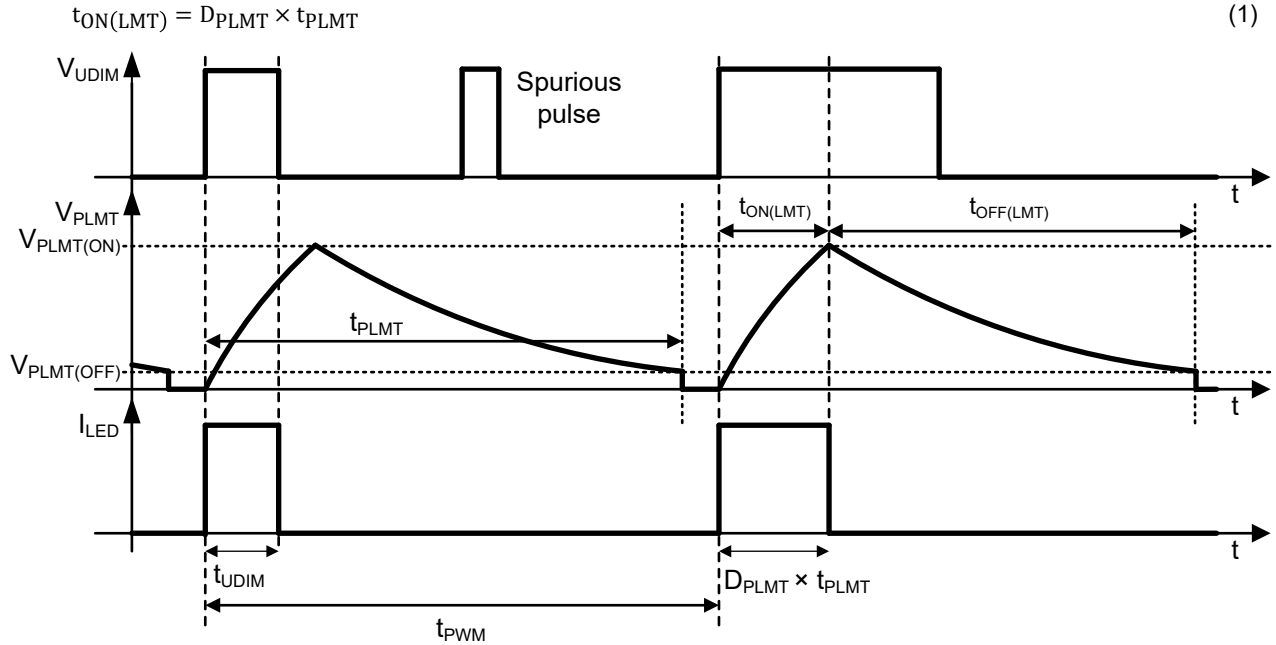


图 4-3. 使用内部脉冲发生器的占空比限制功能

此机制旨在帮助限制由于 DMS 应用和内部电路中的错误条件而导致的红外线光的过度暴露，如图 4-4 中所示。 $R_{PLMT(PU)}$ 和 $R_{PLMT(PD)}$ 的比率受到严格控制，以保持准确的 D_{PLMT} 。

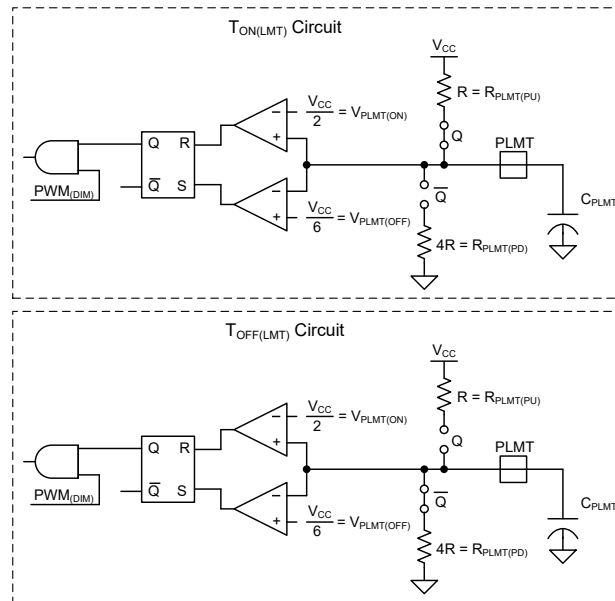


图 4-4. 用于控制最大占空比 D_{PLMT} 的 PLMT 电路

所需的脉冲周期 t_{PLMT} 由外部电容 C_{PLMT} 设置，如方程式 2 所示。

$$t_{PLMT} = t_{ON(LMT)} + t_{\text{关闭}(LMT)} \quad (2)$$

$$t_{PLMT} = 1.168 \times 10^5 \times C_{PLMT}$$

方程式 3 和方程式 4 给出了最大脉冲导通持续时间 $t_{ON(LMT)}$ 和最小关断持续时间 $t_{OFF(LMT)}$ 。

$$t_{ON(LMT)} = - \left(\ln \left(1 - \frac{V_{PLMT_ON}}{V_{CC}} \right) \right) \times R_{PLMT(PU)} \times C_{PLMT} \quad (3)$$

$$t_{\text{打开}(LMT)} = 0.6931 \times R_{PLMT(PU)} \times C_{PLMT}$$

$$t_{\text{关闭}(LMT)} = - \left(\ln \left(\frac{V_{PLMT_OFF}}{V_{PLMT_ON}} \right) \right) \times R_{PLMT(PD)} \times C_{PLMT} \quad (4)$$

$$t_{OFF(LMT)} = 1.1 \times R_{PLMT(PD)} \times C_{PLMT}$$

对于大于 2.65A 的 LED 电流设定点，最大脉冲持续时间受到系统中开关噪声的影响。方程式 5 中给出了作为 LED 电流函数的最大脉冲持续时间。由于关断持续时间 t_{OFF} 不变，因此占空比会随着 LED 电流的增加而降低。

$$t_{ON(LMT)} = 0.6931 \times R_{PLMT(PU)} \times C_{PLMT} - 1.76 \times 10^{-2} \times (I_{LED} - 2.5) \times t_{PLMT} \quad (5)$$

TPS92642EVM-203 默认设置为 39Hz 的 PWM 频率限制和 13.6% 的占空比限制。通过向 UDIM 引脚 (TP3) 施加 PWM 信号来测试占空比控制。使用 PLMT 测试点 (TP9) 监控 PLMT 电路。

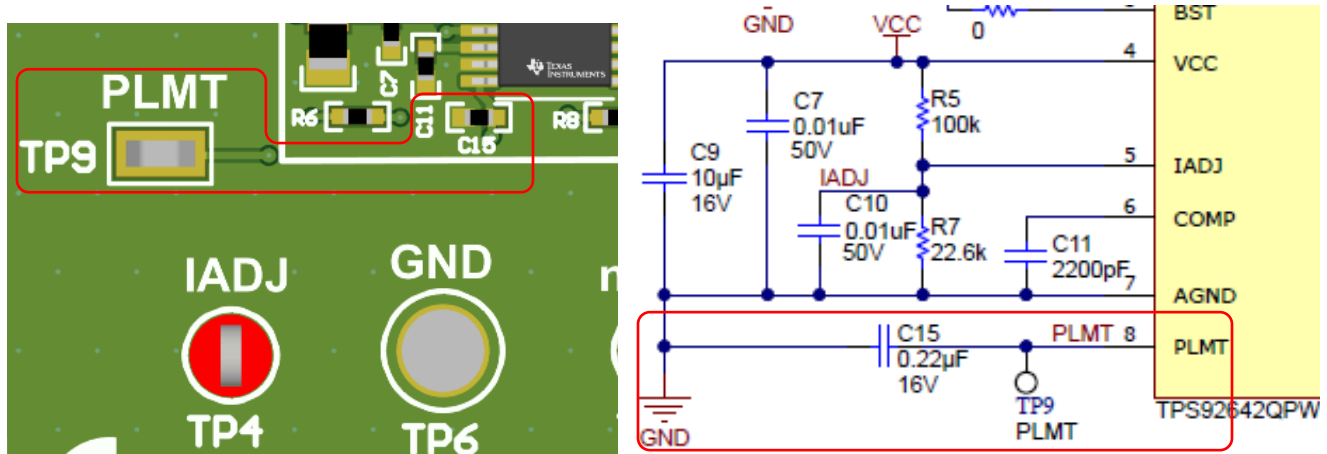


图 4-5. 用于监控 PLMT 电路的测试点

4.3 使用 IADJ 进行模拟调光

模拟调光由 IADJ (TP4) 测试点或使用连接到 VCC 的电阻分压器进行控制。IADJ 引脚上的电压根据方程式 6 设置 LED 调节电流。

$$I_{LED} = \frac{V_{IADJ}}{14 \times R_{CS}} \quad (6)$$

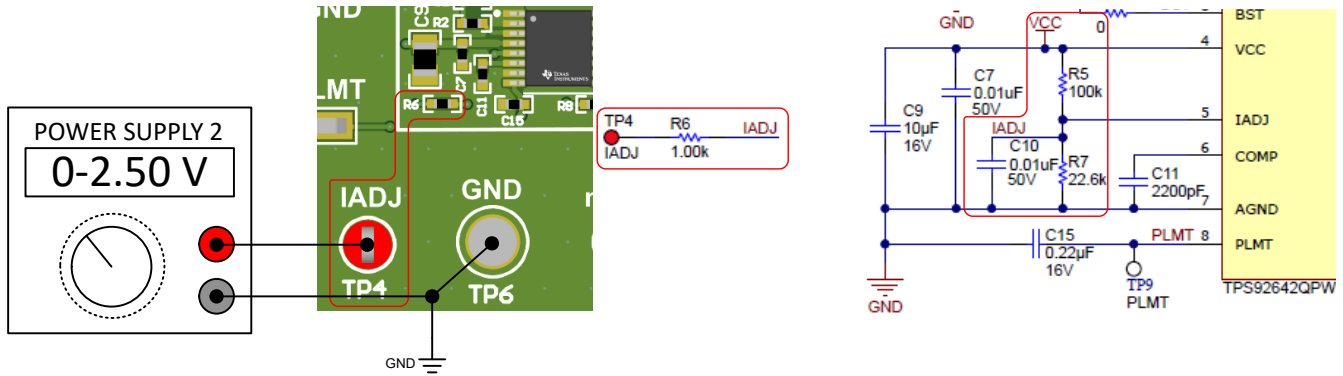


图 4-6. 使用外部电源的 IADJ

电阻分压器有一个占位符。必须根据所需的 I_{LED} 计算 R_{FB2} (R7) 和 R_{FB1} (R12)。请参阅图 4-7 了解电路图，方程式 7 是设置 LED 电流的公式。

$$I_{LEDx} = \frac{V_{IADJ}}{14 \times R_{CS}} = \frac{V_{CC}}{14 \times R_{CS}} \times \frac{R_{FB1}}{(R_{FB1} + R_{FB2})} \quad (7)$$

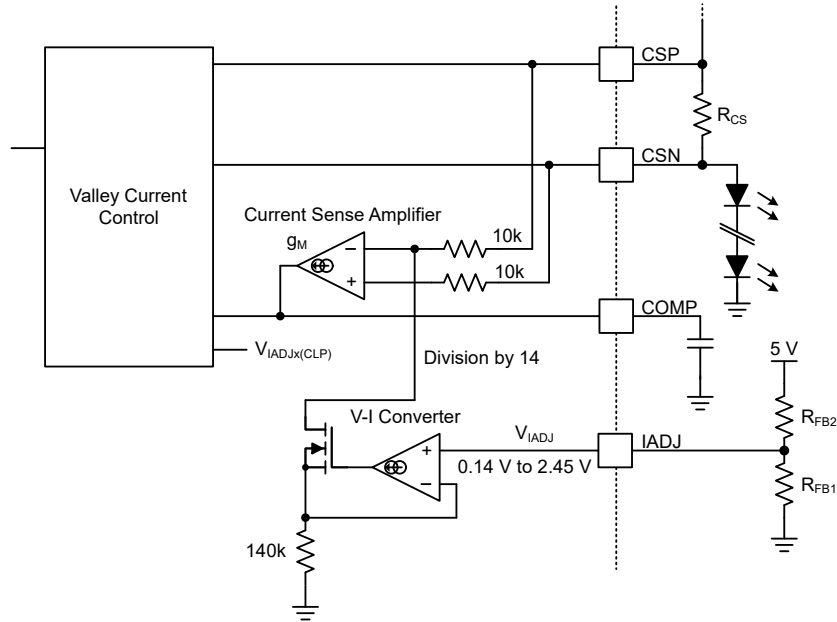


图 4-7. 使用板载电阻分压器设置 IADJ

R_{CS} R1 的默认值为 33mΩ、R7 为 22.8kΩ，R5 为 100kΩ。请参阅方程式 8。结果产生 2.0A 的默认脉冲电流。

$$I_{LEDx} = \frac{V_{IADJ}}{14 \times R_{CS}} = \frac{V_{CC}}{14 \times R_{CS}} \times \frac{R_{FB1}}{(R_{FB1} + R_{FB2})} = \frac{5V}{14 \times 0.033} \times \frac{22.6k}{(22.6k + 100k)} = 2.0A$$

4.4 使用 nExt_PWM 测试点进行 PWM 调光

可以通过 UDIM 测试点来实现 PWM 调光。UDIM 有一个用于控制迟滞的电阻器 (R4) 和一个用于局部去耦的电容 (C8)，如图 4-8 所示。

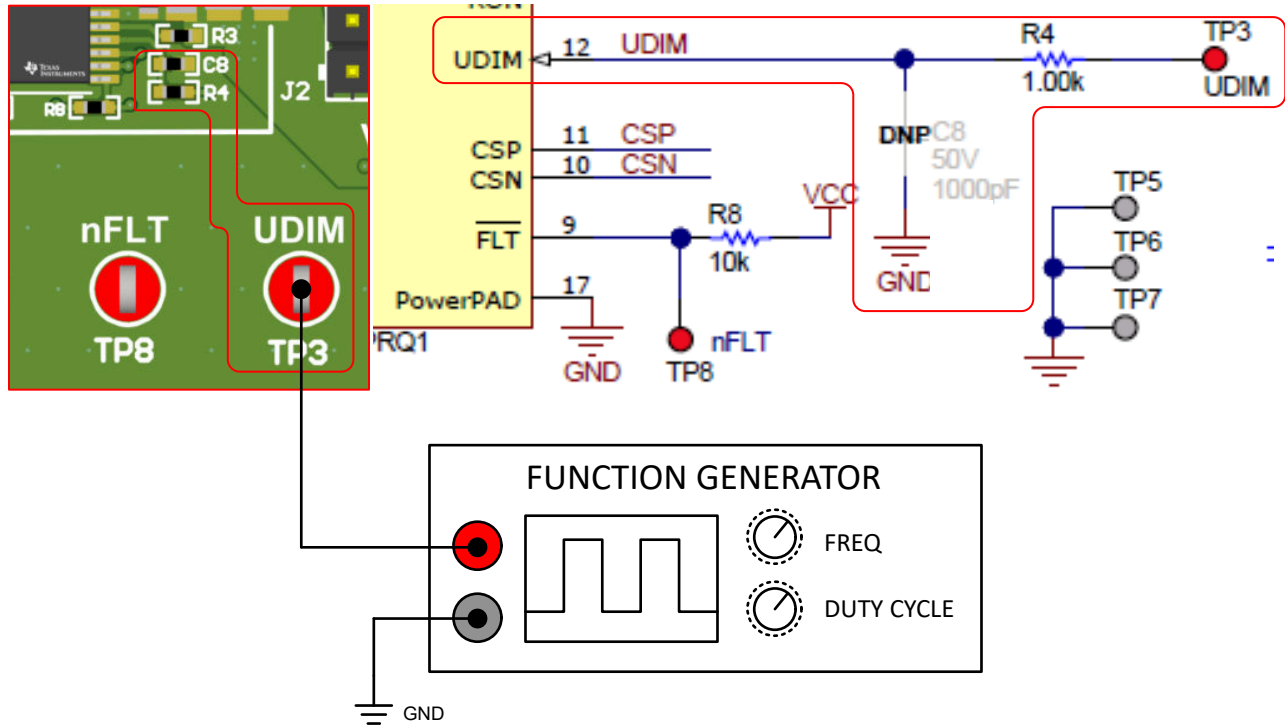


图 4-8. 使用 UDIM 进行 PWM 调光

4.5 使用 RON 的开关频率设定

TPS92642EVM-203 的默认设置为 2.1MHz 开关频率。如果需要 100kHz 和 2.1MHz 之间的开关频率操作，则必须更改电感器 (L1) 和 R_{ON} (R3)。

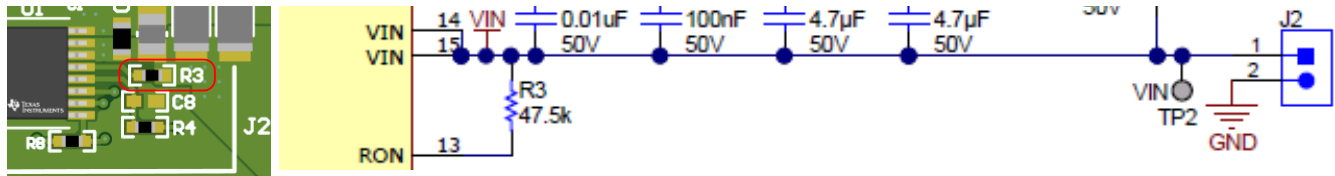


图 4-9. 基于 RON (R3) 的开关频率选择

5 性能数据和典型特性曲线

图 5-1 至图 5-6 展示了 TPS92642EVM-203 的典型性能曲线。

5.1 效率

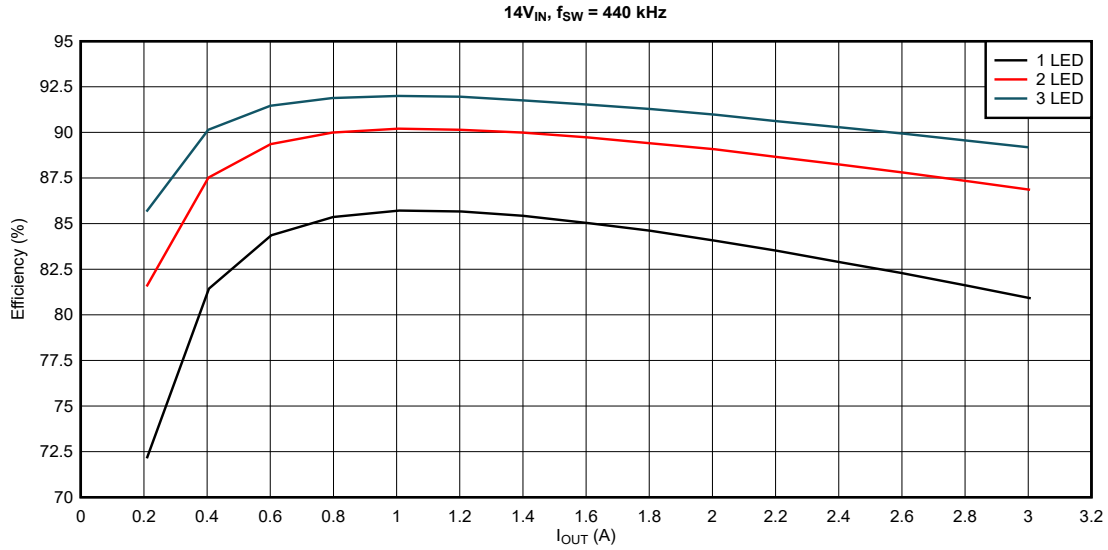


图 5-1. 效率与输出电流之间的关系

5.2 模拟调光

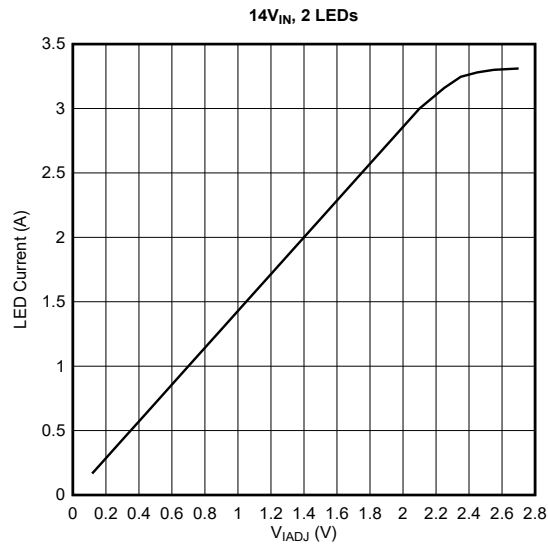


图 5-2. 输出电流与 IADJ 电压间的关系，24V 输入、2 个 LED

5.3 PWM 调光

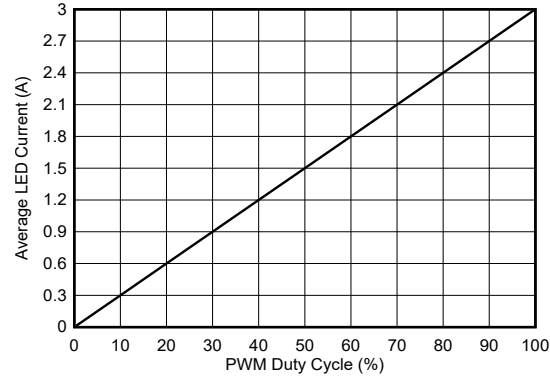


图 5-3. 输出电流与 PWM 占空比 (250Hz) 的关系，24V 输入、2 个 LED

5.4 PWM 调光波形

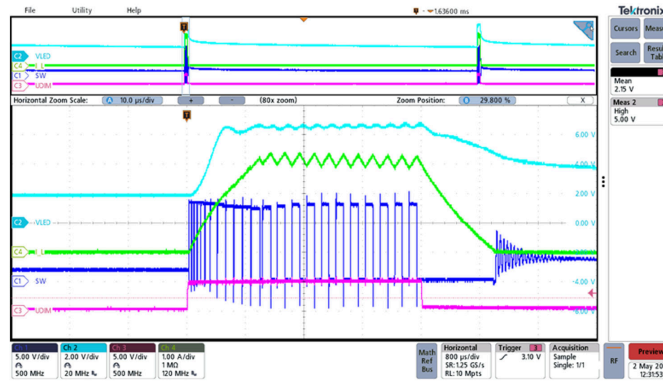


图 5-4. 1% 占空比 250Hz PWM，输入电压 = 14V，2 个 LED

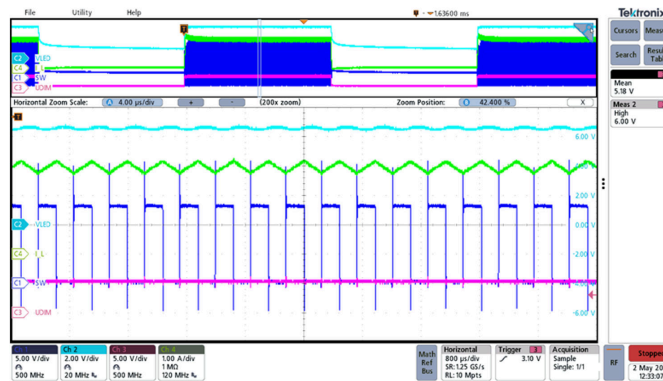


图 5-5. 50% 占空比 250Hz PWM，输入电压 = 14V，2 个 LED

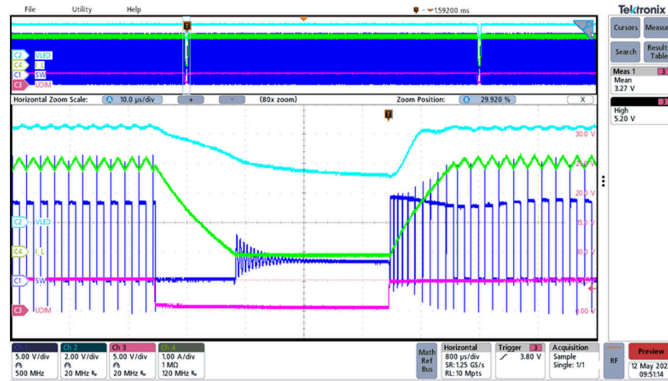
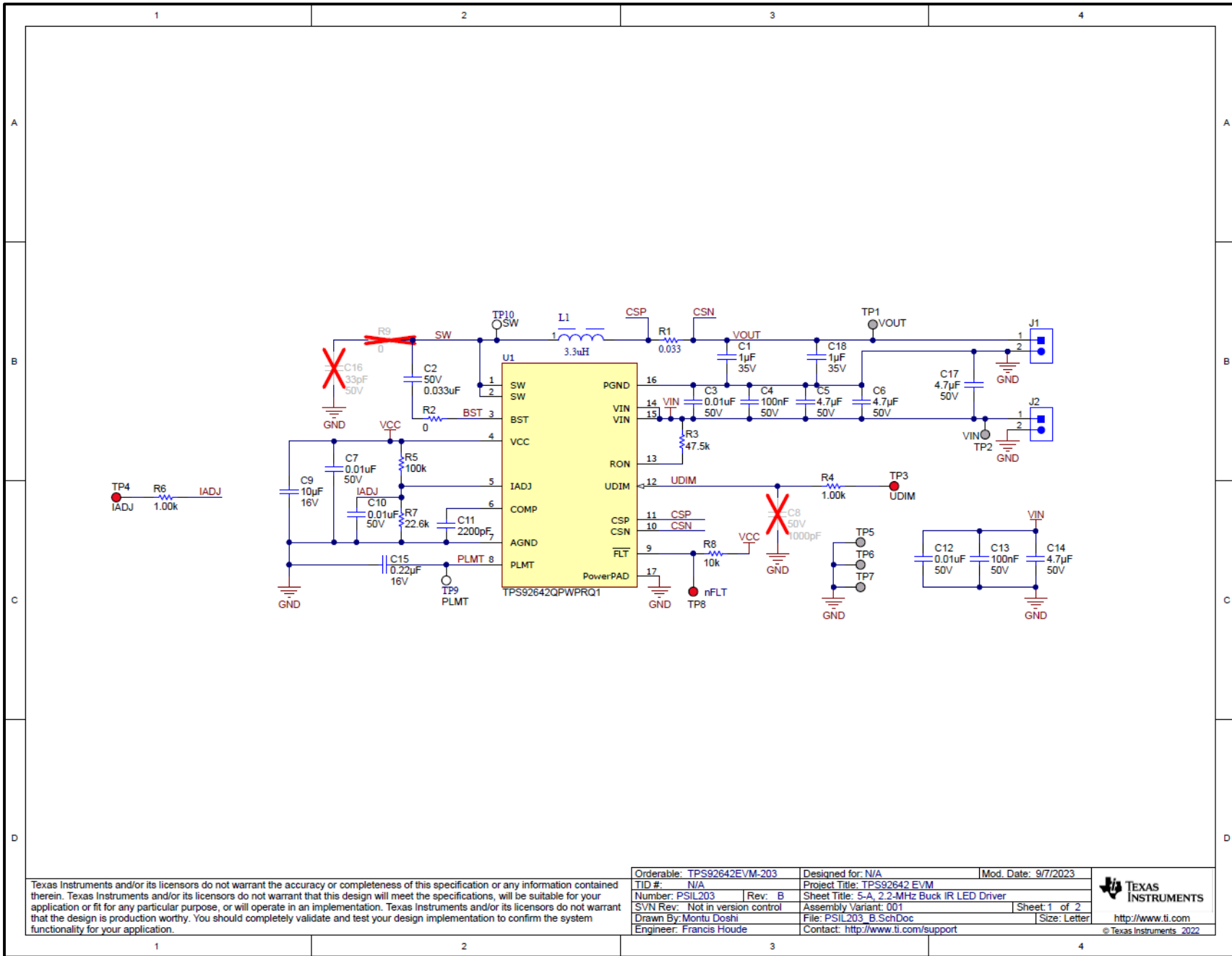
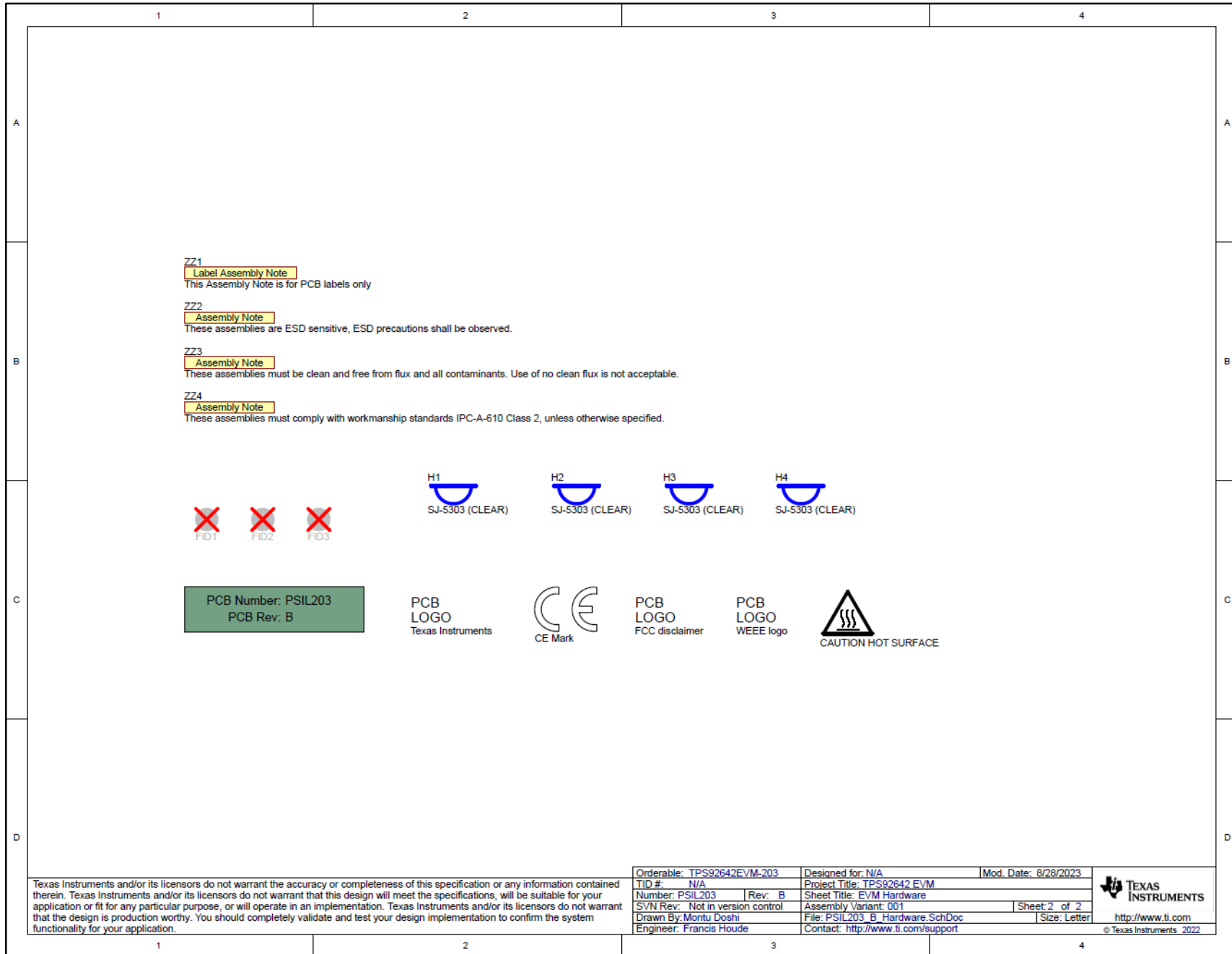


图 5-6. 99% 占空比 250Hz PWM , 输入电压 = 14V , 2 个 LED

6 原理图

图 6-1 和图 6-2 展示了 EVM 原理图。





7 PCB 布局

图 7-1、图 7-2、图 7-3 和图 7-4 展示了 TPS92642EVM-203 印刷电路板的设计。

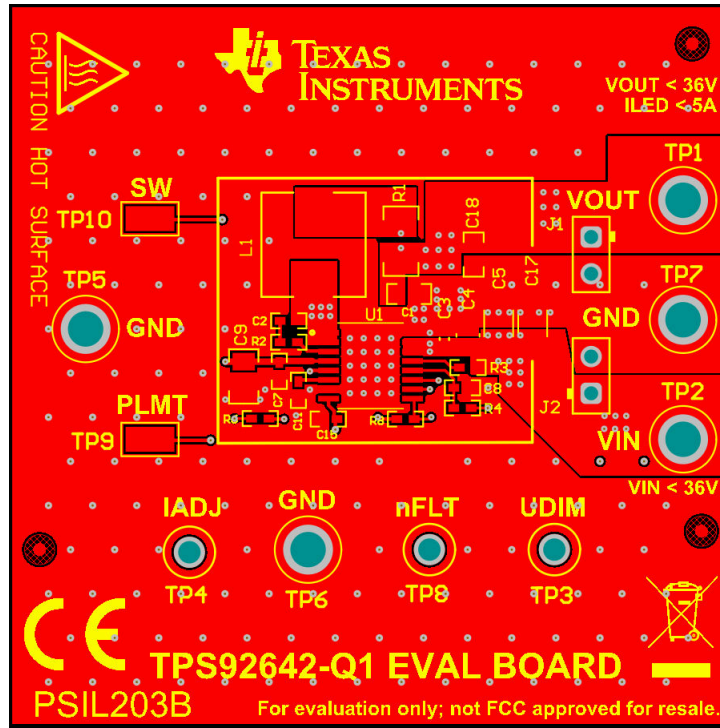


图 7-1. 顶层和顶部覆盖层 (顶视图)

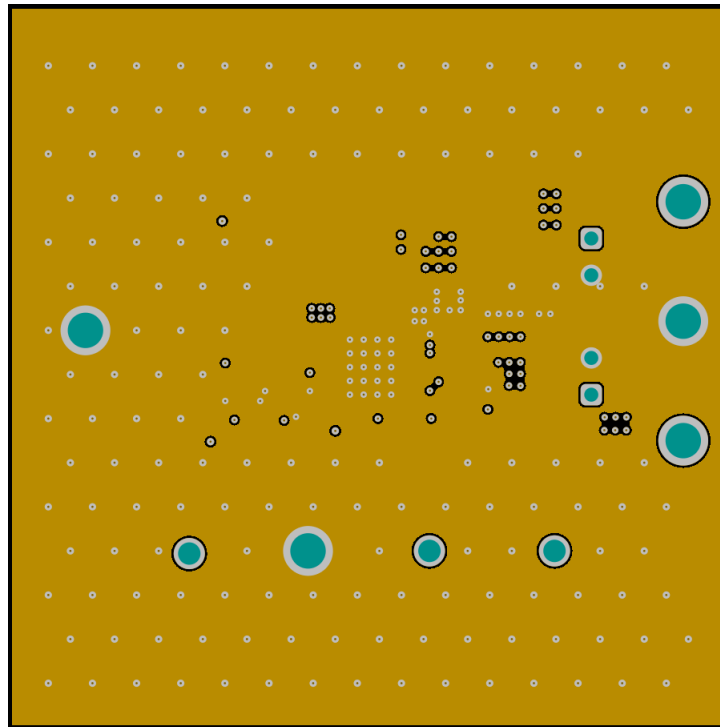


图 7-2. 信号层 1

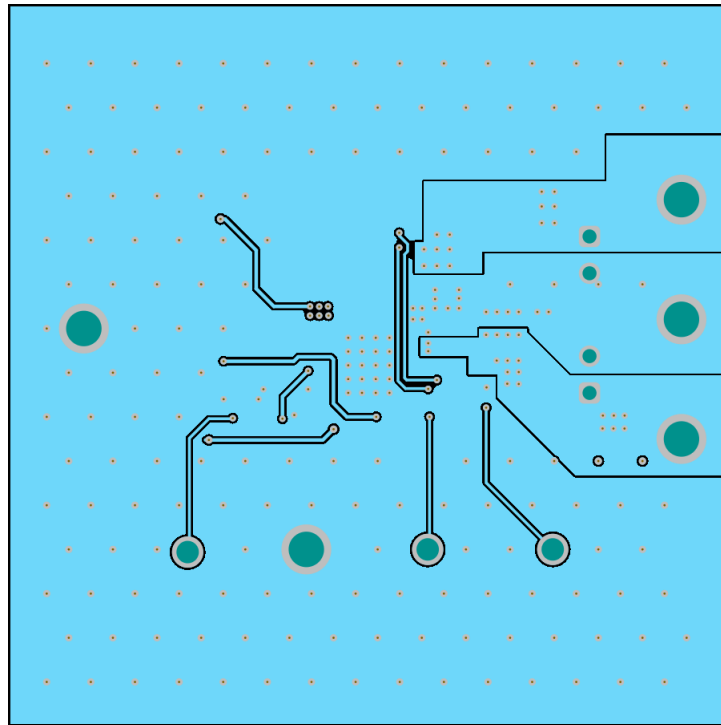


图 7-3. 信号层 2

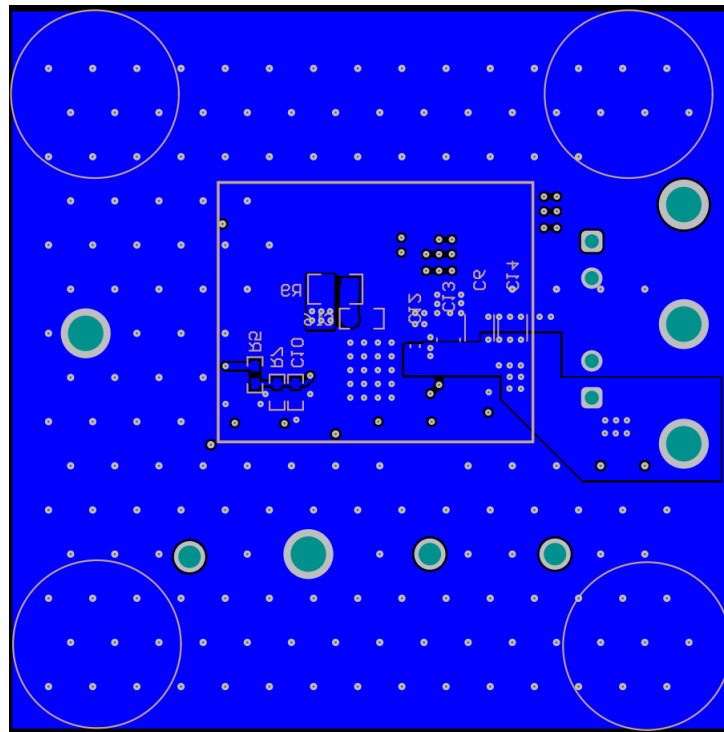


图 7-4. 底层和底部覆盖层 (底视图)

8 物料清单

表 8-1 所含的 TPS92642EVM-203 元件列表基于图 6-1 中所示原理图。

表 8-1. TPS92642EVM-203 物料清单

参考位号	数量	值	说明	尺寸	器件型号	制造商
C1、C18	2	1uF	电容, 陶瓷, 1uF, 35V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	603	CGA3E1X7R1V105K080AC	TDK
C2	1	0.033uF	电容, 陶瓷, 0.033uF, 50V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0402	402	CGA2B3X7R1H333K050BB	TDK
C3、C12	2	0.01uF	电容, 陶瓷, 0.01uF, 50V, +/-5%, C0G/NP0, AEC-Q200 1 级, 0603	603	CGA3E2C0G1H103J080AA	TDK
C4、C13	2	0.1uF	电容, 陶瓷, 0.1uF, 50V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0805	805	CEU4J2X7R1H104K125AE	TDK
C5、C6、C14、C17	4	4.7uF	电容, 陶瓷, 4.7uF, 50V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 1206	1206	CGA5L3X7R1H475K160AE	TDK
C7、C10	2	0.01uF	电容, 陶瓷, 0.01uF, 50V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0402	402	CGA2B3X7R1H103K050BB	TDK
C9	1	10uF	电容, 陶瓷, 10uF, 16V, +/-10%, X7R, 0805	805	CL21B106KOQNNNE	Samsung Electro-Mechanics (三星电机)
C11	1	2200pF	电容, 陶瓷, 2200pF, 50V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0402	402	CGA2B2X7R1H222K050BA	TDK
C15	1	0.22uF	电容, 陶瓷, 0.22uF, 16V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0402	402	GCM155R71C224KE02D	MuRata
H1、H2、H3、H4	4		Bumpon, 半球形, 0.44 X 0.20, 透明	透明 Bumpon	SJ-5303 (CLEAR)	3M
J1、J2	2		接头, 2.54mm, 2x1, 金, TH	接头, 2.54mm, 2x1, TH	TSW-102-08-G-S	Samtec
L1	1		WE-HCI SMT 扁平线高电流电感器, 尺寸 7040、3.3uH、8.1A、17.2mΩ			Würth Elektronik
R1	1	0.033	电阻器, 0.033, 1%, 1W, AEC-Q200 0 级, 1206	1206	ERJ-8CWF033V	Panasonic
R2	1	0	电阻, 0, 5%, 0.063W, 0402	402	RC0402JR-070RL	Yageo America
R3	1	47.5k	电阻, 47.5k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	402	CRCW040247K5FKED	Vishay-Dale
R4、R6	2	1.00k	电阻, 1.00k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	402	CRCW04021K00FKED	Vishay-Dale
R5	1	100k	电阻, 100k, 0.5%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	402	CRCW0402100KDHEP	Vishay-Dale
R7	1	22.6k	电阻, 22.6k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	402	CRCW040222K6FKED	Vishay-Dale
R8	1	10k	电阻, 10k, 5%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	402	CRCW040210K0JNED	Vishay-Dale
TP1、TP2、TP5、TP6、TP7	5		引脚, 双转塔, TH	Keystone1502-2	1502-2	Keystone
TP3、TP4、TP8	3		测试点, 通用, 红色, TH	红色多用途测试点	5010	Keystone
TP9、TP10	2		测试点, 微型, SMT	Testpoint_Keystone_Miniature	5015	Keystone Electronics
U1	1		同步降压红外 LED 驱动器, HTSSOP16	HTSSOP16	TPS92642QPWPRQ1	德州仪器 (TI)

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 © 2023，德州仪器 (TI) 公司