

# EVM User's Guide: LMR36503MSCEEVM

## LMR36503MSCEEVM 评估模块



### 说明

LMR36503E-Q1 是一款采用同步整流实现小尺寸、高转换效率的 65V 直流/直流 0.3A 降压稳压器。该 EVM 在 5.5V 至 65V 的宽输入电压范围内工作，能够在高达 0.3A 负载下以 2.2MHz 开关频率提供 5V 稳压输出。LMR36503MSCEEVM 在满载时可以支持优于 1.5% 的输出电压调节精度，并可以使用外部电阻分压器进行调节。

### 开始使用

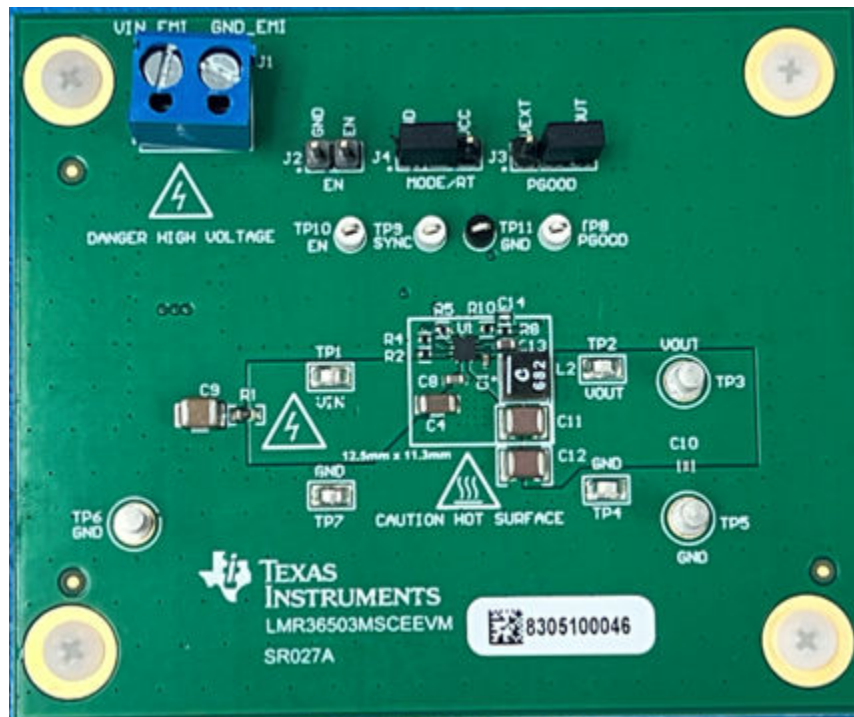
1. 在 [ti.com](https://www.ti.com) 上订购 EVM。
2. 阅读本用户指南。
3. 按照说明准备工作台设置。
4. 按照建议的步骤为 EVM 上电。
5. 运行测试和测量。测试时 EVM 可能处于高温运行状态，请谨慎操作。

### 特性

- 输入电压范围：5.5V 至 65V
- 输出电压：12V
- 负载电流：0A 至 0.3A
- 开关频率：2.2MHz
- 可调输出电压
- 外部同步功能
- 内部展频功能
- 轻负载时可选脉冲频率调制或强制脉宽调制
- 支持在高达 150°C 的环境温度下运行
- 通过替换某些元件来支持 IC 的其他型号

### 应用

- 高级驾驶辅助系统 (ADAS)
- 车身电子装置和照明
- 信息娱乐系统与仪表组



LMR36503E-Q1 EVM

## 1 评估模块概述

### 1.1 简介

德州仪器 (TI) LMR36503MSCEEVM 评估模块可帮助设计人员评估 LMR36503E-Q1 宽输入降压稳压器的运行情况和性能。LMR36503E-Q1 是一款易于使用的同步直流/直流降压转换器，能够通过 3V 至 65V 的输入电压驱动高达 0.3A 的负载电流。LMR36503MSCEEVM 具有 5V 的输出电压和 2.2MHz 的开关频率。请参阅 [LMR36503E-Q1 针对尺寸和轻负载效率进行了优化的 3V - 65V、0.3A 超小型同步降压转换器](#) 数据表，以了解更多功能、详细说明和可用选项。

LMR36503E-Q1 采用 9 引脚 VQFN 封装并提供四种器件型号，具有预编程设置，可减少元件数量并实现高密度设计。LMR36503MSCEEVM 配备了 LMR36503MSCERPERQ1 型号，后者允许以固定的 2.2MHz 开关频率提供可调节输出电压、外部同步和展频选项。有关该 IC 所有四个型号的详细信息，请参阅 LMR36503E-Q1 数据表。该 EVM 采用 LMR36503E-Q1 并具有以下特性：

- 宽输入电压范围
- 宽占空比范围
- 集成了高侧和低侧功率 MOSFET
- 逐周期过流保护
- 内部环路补偿

### 1.2 套件内容

包装中包含：

1. LMR36503E-Q1 评估模块 (LMR36503MSCEEVM) ( 包含 LMR36503MSCERPERQ1 )
2. EVM 免责声明自述文件

### 1.3 规格

下表对 LMR36503MSCEEVM 性能进行了汇总。由于测试设置存在差异，因此预计会与下面列出的测量值存在偏差。

规格		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
$V_{IN}$	输入电压		5.5	12	65	V
$V_{OUT}$	输出电压	$V_{IN} = 12V$	5.015		5.06	V
$F_{SW}$	开关频率			2.2		MHz
$I_{OUT}$	输出电流范围		0		300	mA
效率		$I_{OUT} = 300mA, V_{IN} = 12V$			87	%

### 1.4 器件信息

表 1-1. 器件和封装配置

EVM	U1	频率	展频	电流	引脚 1 修整
LMR36503MSCEEVM	LMRLMR36503MSCERPERQ1	2.2MHz	启用	300mA	可调输出电压和模式选择

在室温下，LMR36503MSCEEVM 可以在最大输入电压为 65V 时支持 300mA 的满载电流。在环境温度为 150°C 等更高温度下，输入电压需要降额至最大 20V，以防止 IC 进入热关断状态。当输入电压为 20V、负载为 300mA 且环境温度为 150°C 时，该 EVM 在外壳温度达到 154°C 环境温度且没有强制空气冷却的情况下才会出现热关断。

## 2 硬件

### 2.1 EVM 设置

本节对 EVM 上的测试点和连接器进行了说明，并说明了如何正确地连接、设置和使用 LMR36503MSCEEVM。

默认情况下，EVM 使用 MODE/SYNC 修整器件。MODE/RT 跳线 J4 连接在引脚 1 和引脚 2 之间。默认情况下，这意味着该器件以 2.2MHz 固定频率在 PFM 轻负载工作模式下运行。要访问 FPWM 轻负载工作模式，请拆下电阻器 R5 并连接 J4 的引脚 2 和 3。

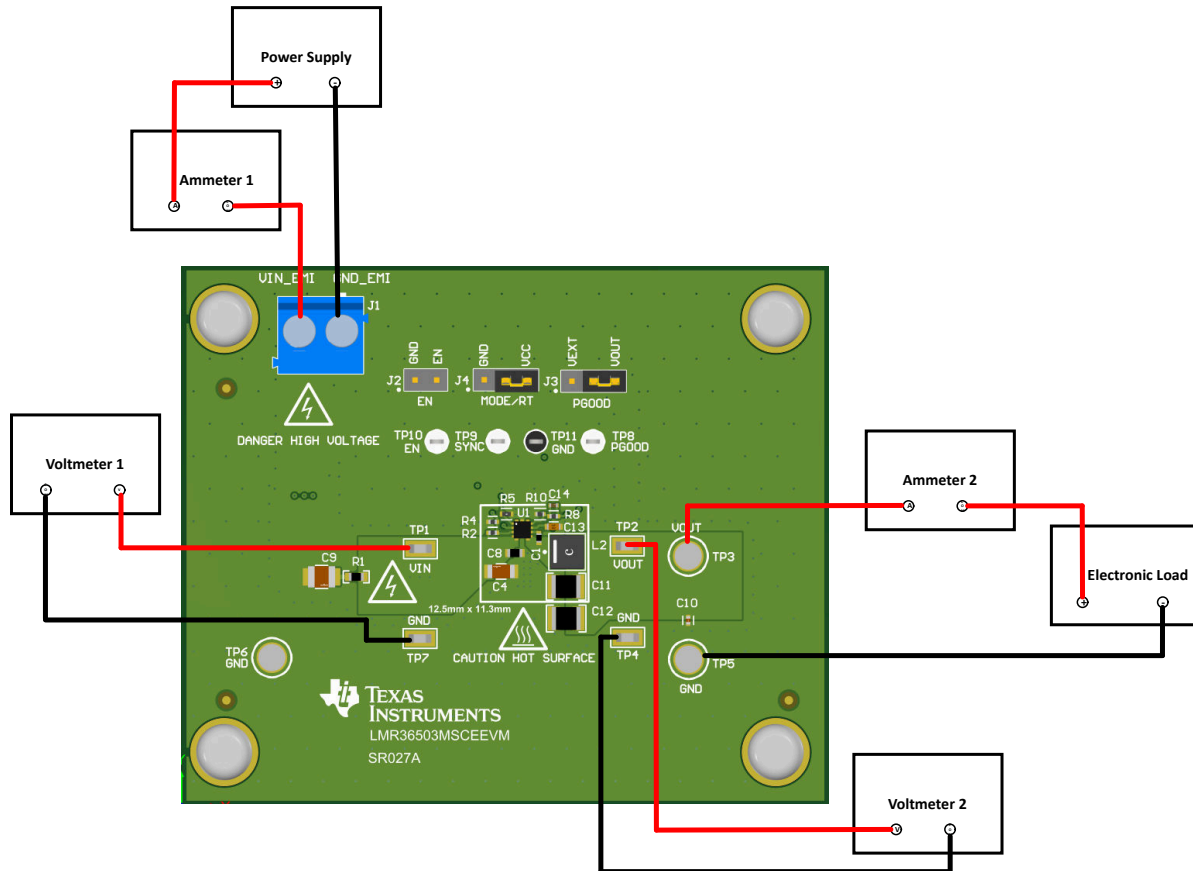


图 2-1. EVM 板连接

除 EVM 板之外，测试设置还包括以下仪器。

- **电源：**输入直流电压源必须至少能够支持 65V 和 2A。
- **负载：**负载必须是电子恒流 (CC) 或恒阻 (CR) 模式负载，能够在 5V 电压下支持高达 300mA 的电流。对于空载输入电流测量，必须断开电子负载。
- **万用表：**
  - **电压表 1：**在 VIN (TP1) 和 GND (TP7) 处测量输入电压
  - **电压表 2：**在 VOUT (TP2) 和 GND (TP4) 处测量输出电压
  - **电流表 1：**测量输入电流。
  - **电流表 2：**测量输出电流。
- **示波器：**将示波器带宽设置为 20MHz 并采用交流耦合模式，使用短接地引线直接测量输出电容器两端的输出电压纹波。示波器探头尖端必须放置在输出电容器的正极端子上，接地引线必须放置在输出电容器的负极端子上。TI 不建议使用长引线接地，因为该连接会因接地回路很大而引起额外的噪声。若要测量其他波形，请在必要时调整示波器。

#### 2.1.1 快速入门

1. 在 VIN\_EMI 和 GND 测试点之间连接电压电源。

2. 在 VOUT 和 GND 测试点之间连接负载。
3. 将电源电压设置在 5.5V 至 65V 之间的适当电平。将电源的电流限制设置为适当的电平。
4. 打开电源。在默认配置下，EVM 启动并提供  $V_{OUT} = 5V$ 。
5. 监控输出电压。LMR36503E-Q1 器件的最大负载电流必须为 0.3A。

### 2.1.2 测试点

电路板顶部上的测试点可用于连接 EVM 的输入和输出。有关测试点的详细说明，请参阅表 2-1。

表 2-1. EVM 测试点

测试点	信号	说明
J1	VIN_EMI	EVM 的输入电源，包括一个 EMI 滤波器。连接至合适的输入电源。在此点连接以进行传导 EMI 测试。
	GND_EMI	输入电源的接地连接
TP1	VIN	IC 的输入电源。可连接到 DMM 以测量 EMI 滤波器之后的输入电压
TP2、TP3	VOUT	EVM 的输出电压测试点。可连接到所需负载
TP4、TP5、TP6、TP7、TP11	GND	输入电源的接地连接，以及接地连接的测试点
TP8	PGOOD	此测试点从 IC 连接到 PGOOD 引脚。该测试点是 PGOOD 引脚的开漏输出。通过使用跳线 J3，PGOOD 引脚可以通过上拉电阻器连接到外部电源或保持开路。
TP9	SYNC	在 MODE/SYNC 修整器件中，此测试点连接到 IC 的 SYNC 引脚。该测试点可以在用户可选的 PFM/FPWM 模式下运行，并且可以连接到外部时钟以同步 IC。确保已安装 R7 (RMODE) 且未安装 R5 (RT)。
		在 RT 修整器件中，安装了 R4 (RMODE) 时，此测试点连接到 IC 的 RT 引脚。
TP10	EN	此测试点连接到 EN 引脚。默认情况下，有一个上拉电阻 R2 连接到 VIN 以启用 IC。

### 2.1.3 跳线

有关跳线的描述，请参阅表 2-2。下图展示了跳线位置以及可能的配置。有关开关频率配置的更多信息，请参阅数据表。

表 2-2. EVM 跳线

跳线	信号	说明
J2	EN	此跳线可用于将 ENABLE 输入连接到 GND 以禁用 IC。默认情况下，此跳线保持开路，因为有一个连接到 VIN 的上拉电阻 R2 (RENT) 可启用 IC。
J3	PGOOD	此跳线用于选择如何连接 PGOOD 引脚。可使用跳线连接引脚 2 和 3。在此配置下，PGOOD 引脚通过值为 100kΩ 的 R9 上拉至 VOUT。如果使用跳线连接引脚 1 和 2，则 PGOOD 引脚通过 R9 上拉至外部电压。默认情况下，此跳线连接引脚 2 和引脚 3。
J4	模式	可使用此跳线在 MODE/SYNC 修整器件中选择运行模式。在引脚 1 和引脚 2 之间连接跳线可将 IC 置于 PFM (脉冲频率调制) 运行模式，以在轻负载条件下实现更高效率。引脚 2 和引脚 3 之间的跳线可使 IC 以 FPWM (强制脉宽调制) 模式运行。
	RT	在 RT 修整器件中，从引脚 1 和引脚 2 连接此跳线可将开关频率设置为 2.2MHz，从引脚 2 和引脚 3 连接此跳线可将开关频率设置为 1MHz。

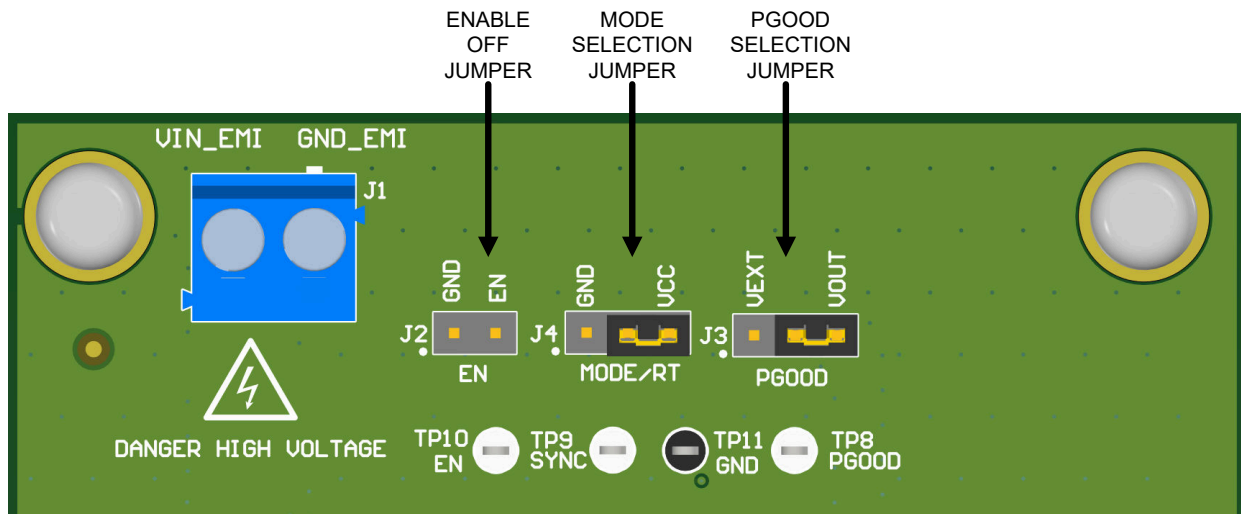


图 2-2. 跳线位置

### 3 实现结果

#### 3.1 性能数据和结果

实际性能数据可能会受到测量技术和环境变量的影响，因此这些曲线仅供参考，并可能与实际现场测量结果有所不同。除非另有说明，否则  $V_{in} = 12V$ 、 $V_{out} = 5V$  且  $F_{sw} = 2.2MHz$

##### 3.1.1 效率、负载调整和压降

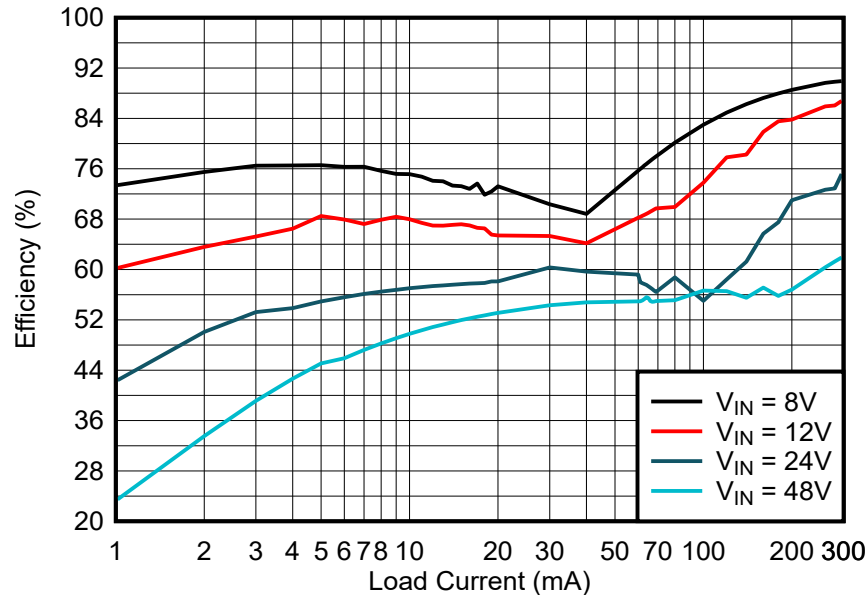


图 3-1. 转换效率

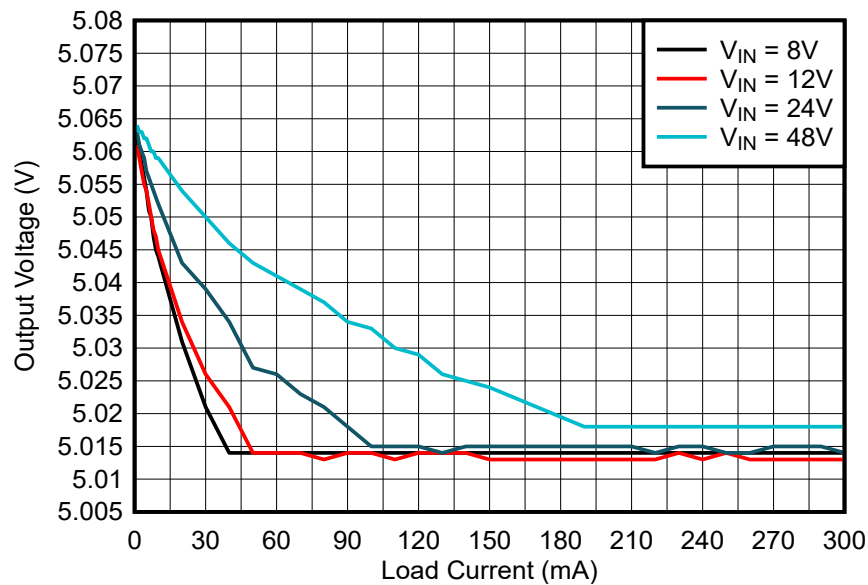


图 3-2. 输出电压调节

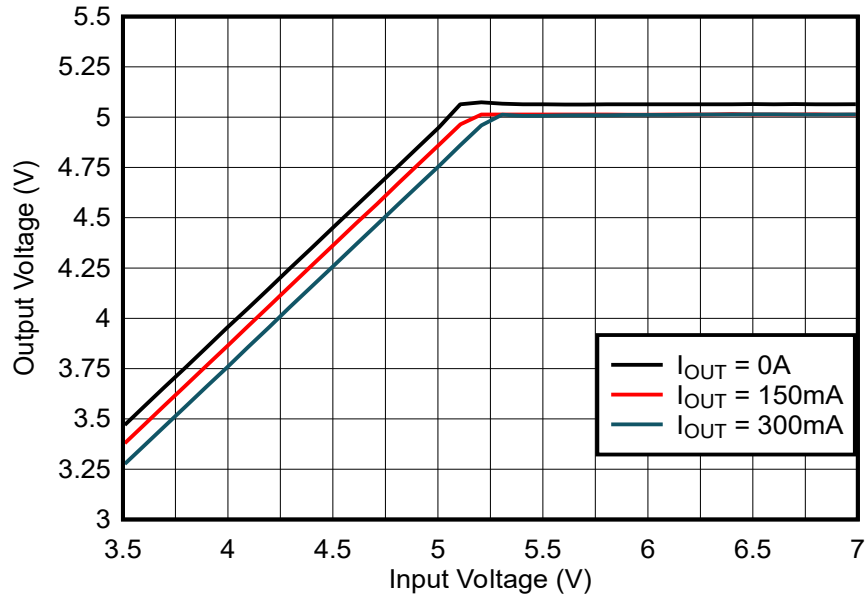


图 3-3. 压降

### 3.1.2 负载瞬态

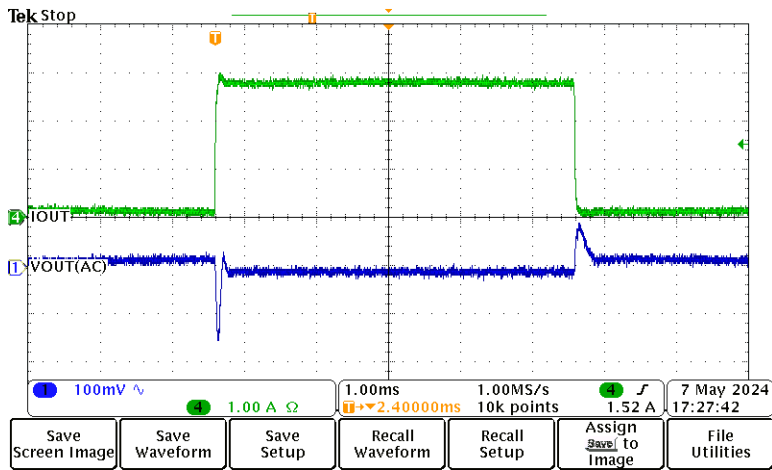


图 3-4. 负载瞬态,  $I_{OUT} = 20mA$  至  $300mA$

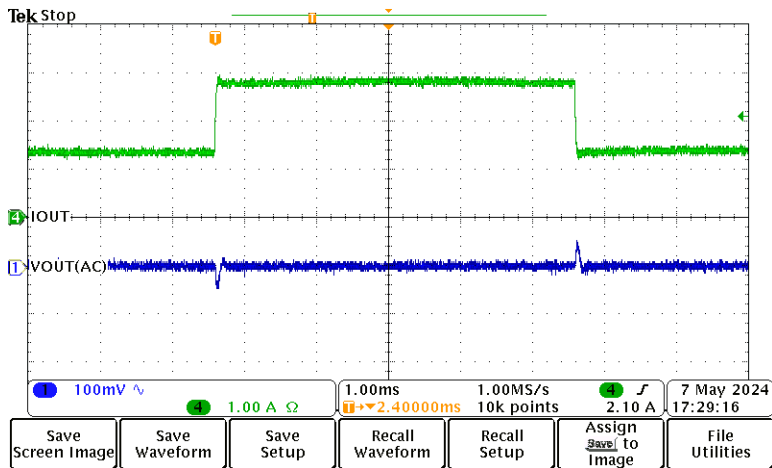


图 3-5. 负载瞬态,  $I_{OUT} = 150mA$  至  $300mA$

### 3.1.3 稳态

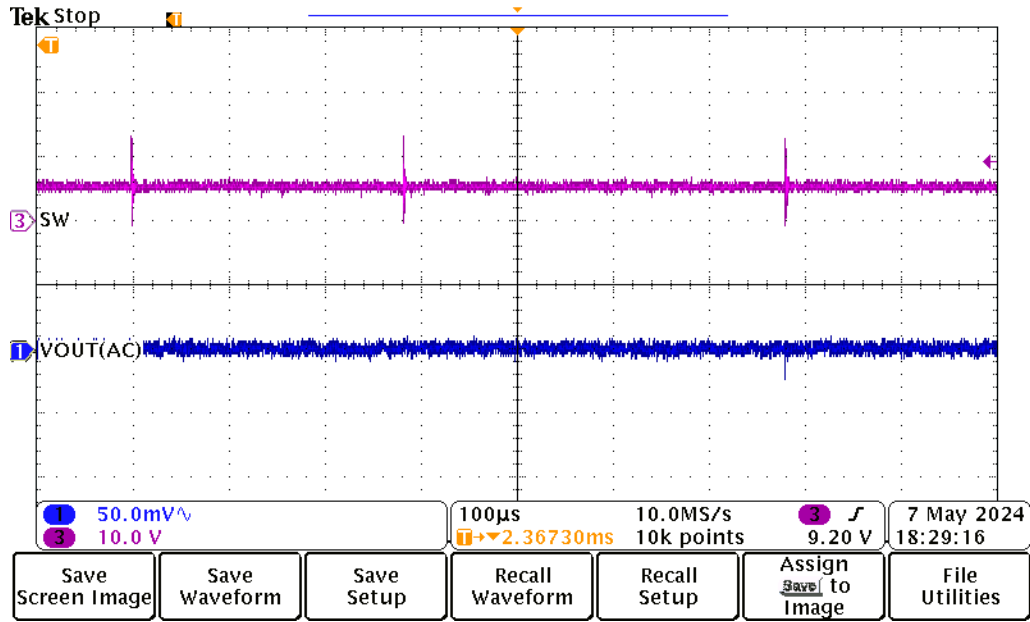


图 3-6. 稳态,  $I_{OUT} = 0A$

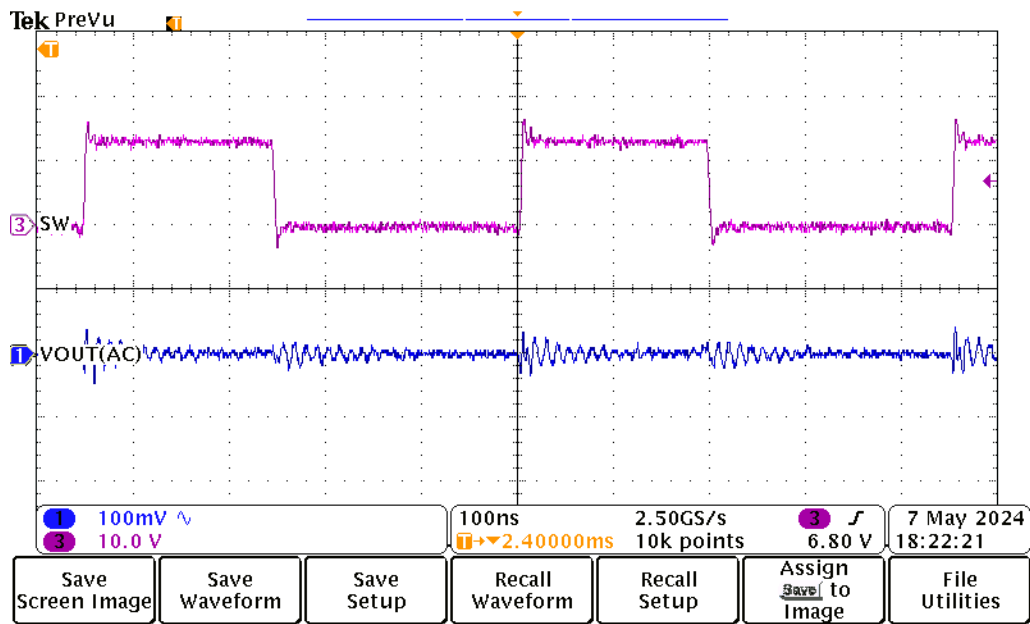


图 3-7. 稳态,  $I_{OUT} = 300mA$



### 3.1.4 线路瞬态

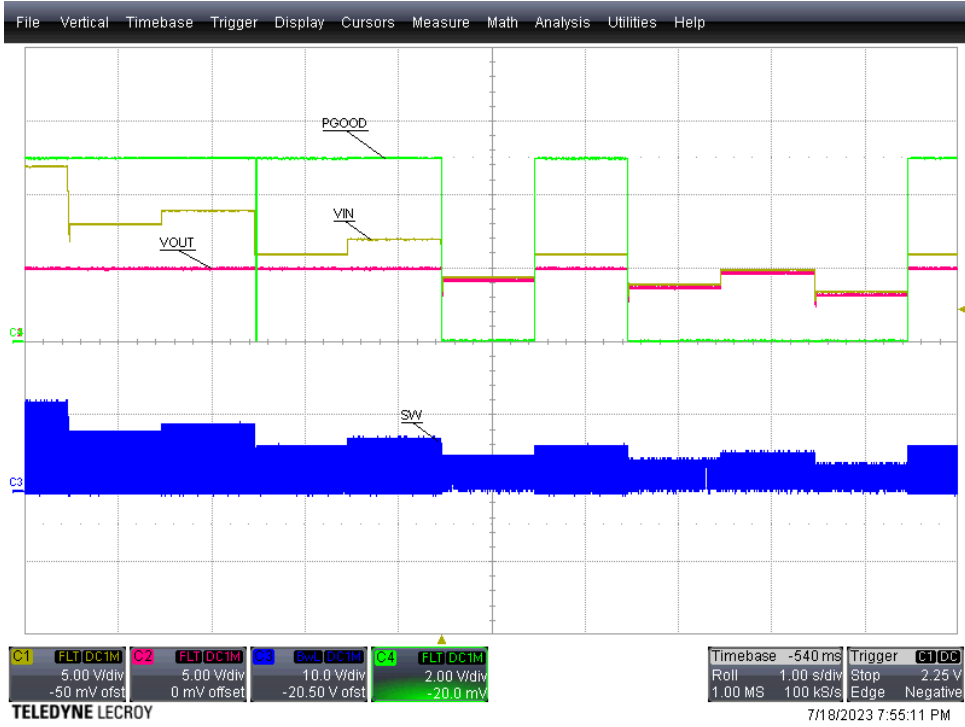


图 3-8. 瀑布测试，Iout = 300mA



图 3-9. 瀑布测试，Iout = 0A

### 3.2 热像图

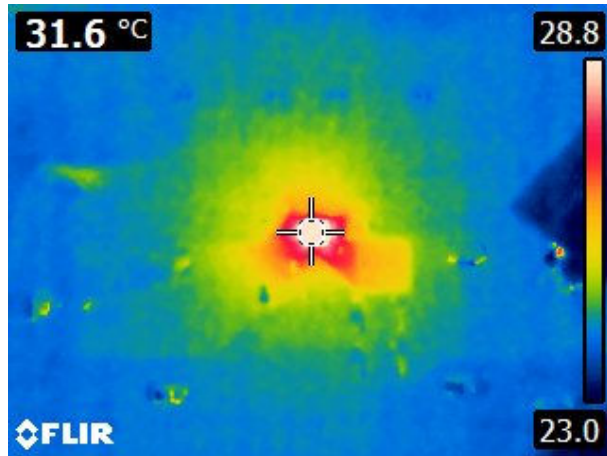


图 3-10. 12V 输入电压、300mA 负载、25°C 环境温度

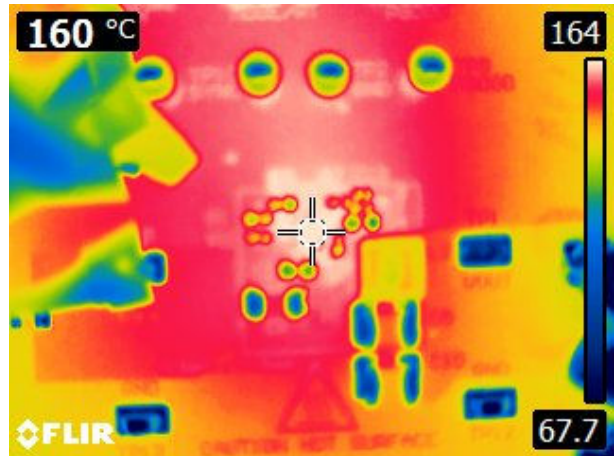


图 3-11. 20V 输入电压、300mA 负载、150°C 环境温度

## 4 硬件设计文件

### 4.1 原理图

Ambient Temperature	Maximum Input Voltage
25°C	65VDC
150°C	20VDC

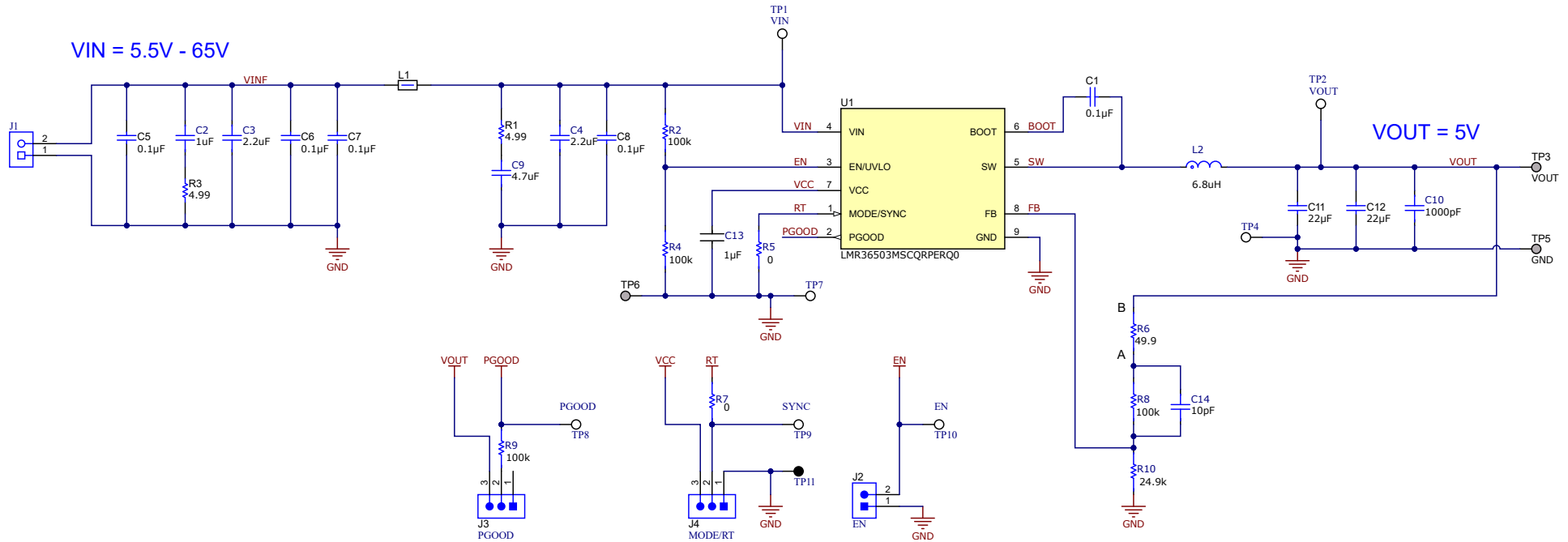


图 4-1. LMR36503MSCEVM 原理图

## 4.2 电路板布局

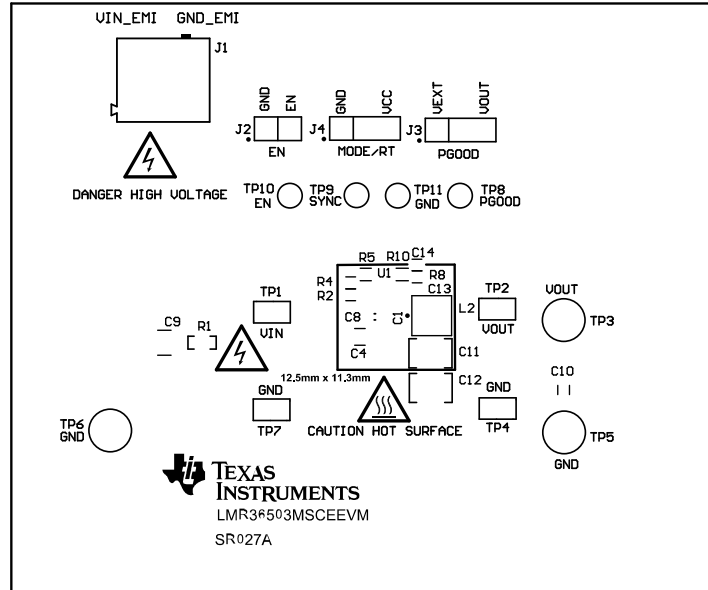


图 4-2. EVM 顶部覆盖层

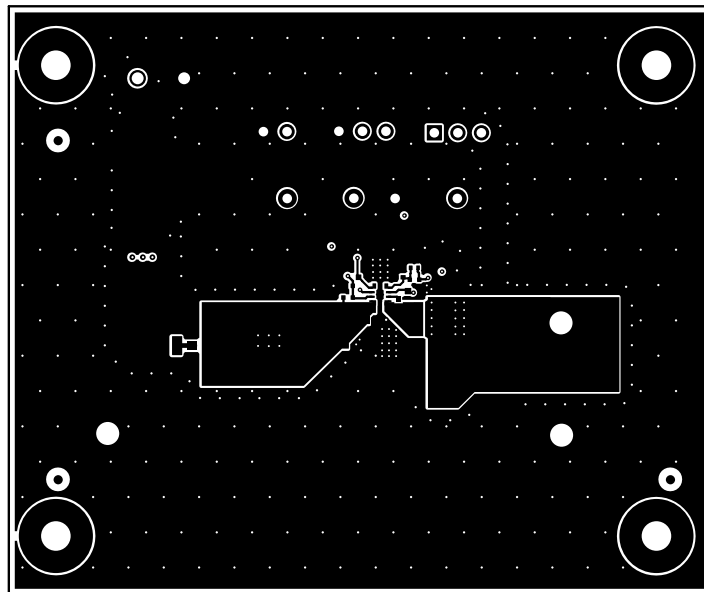


图 4-3. EVM 顶部铜层

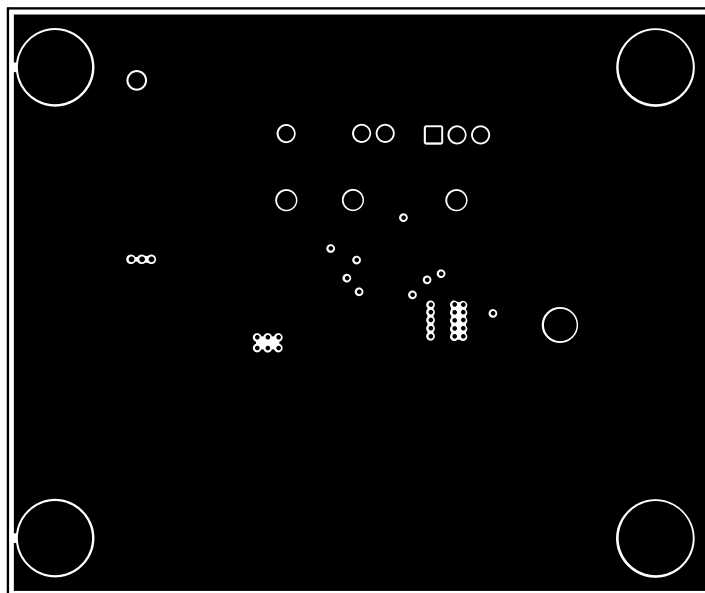


图 4-4. EVM 中层一

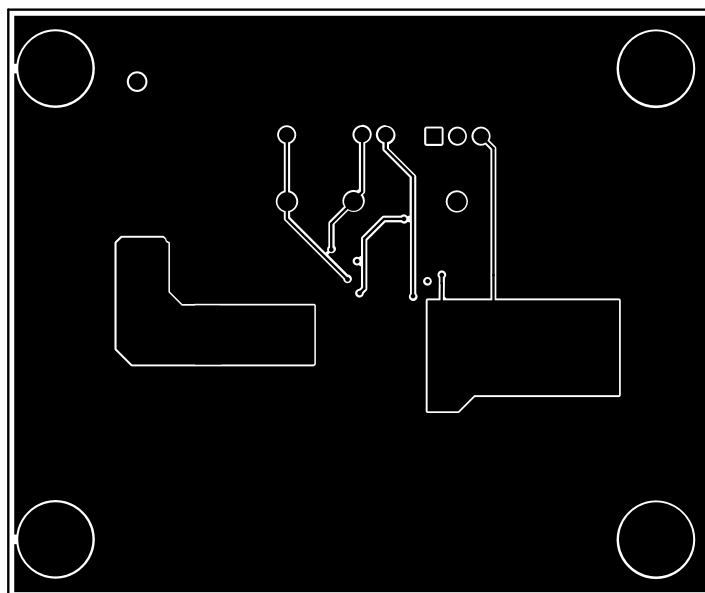


图 4-5. EVM 中层二

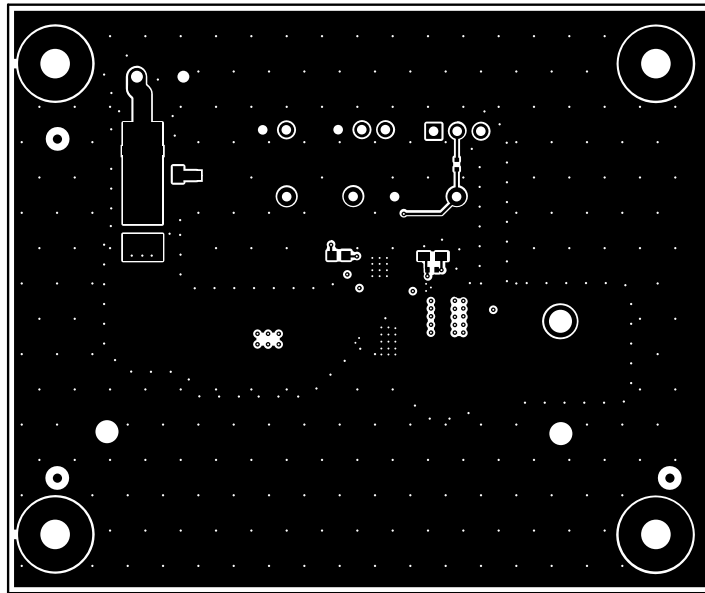


图 4-6. EVM 底部铜层

### 4.3 物料清单

表 4-1. 物料清单

位号	数量	值	说明	器件型号	制造商
C1	1	0.1 $\mu$ F	电容器, 陶瓷, 0.1 $\mu$ F, 25V, +/-10%, X8L, AEC-Q200 0 级, 0402	GCM155L81E104KE02D	MuRata
C2	1	1 $\mu$ F	1 $\mu$ F $\pm$ 10% 100V 陶瓷电容器 X8L 1206 ( 公制 3216 )	GCJ31CL8EL105KA07L	MuRata
C3、C4	2	2.2 $\mu$ F	通用片状多层陶瓷电容器 2.2 $\mu$ F $\pm$ 10% 100Vdc	GRM31CL8EL225KE07L	MuRata
C5、C6、C7、C8	4	0.1 $\mu$ F	电容器, 陶瓷, 0.1 $\mu$ F, 100V, +/-10%, X8L, AEC-Q200 0 级, 0603	GCJ188L8EL104KA07D	Wurth Elektronik
C9	1	4.7 $\mu$ F	通用片状多层陶瓷电容器 4.7 $\pm$ 10% 100VDC SMD 1210	GRM32DL8EL475KE07K	MuRata
C10	1	1nF	1000pF $\pm$ 5% 100V 陶瓷电容器 C0G, NP0 0402 ( 公制 1005 )	C0402H102J1GAC7867	KEMET
C11、C12	2	22 $\mu$ F	电容器, 陶瓷, 22 $\mu$ F, 16V, +/-20%, X8L, AEC-Q200 0 级, 1210	CGA6P1X8L1C226M250AC	TDK
C13	1	1 $\mu$ F	电容器, 陶瓷, X8L, 16V, 1.0UF, 10%, 0.80MM	CGA3E1X8L1C105K080AC	TDK
C14	1	10pF	电容器, 陶瓷, 10pF, 50V, NP0, 0.5pF, 焊盘 SMD, 0402, +150°C, 汽车, T/R	CGA2B2NP01H100D050BA	TDK
H1、H2、H3、H4	4		机械螺钉, 圆头, #4-40 x 1/4, 尼龙, 飞利浦盘形头	NY PMS 440 0025 PH	B&F Fastener Supply
H5、H6、H7、H8	4		螺柱	1902C	Keystone
J1	1		端子块, 5mm, 2x1, 锡, TH	691 101 710 002	Wurth Elektronik
J2	1		接头, 100mil, 2x1, 镀金, TH	HTSW-102-07-G-S	Samtec
J3、J4	2		接头, 100mil, 3x1, 镀金, TH	HTSW-103-07-G-S	Samtec
L1	1	600 $\Omega$	铁氧体磁珠, 600 $\Omega$ ( 100MHz 时 ), 3A, 1210	FBMH3225HM601NT	Taiyo Yuden
L2	1	6.8 $\mu$ H	6.8 $\mu$ H 屏蔽式电感器, 4.7A, 47.9m $\Omega$ , 最大值 1616 ( 4040 公制 )	XGL4030-682MEC	Coilcraft
R1、R3	2	4.99	电阻器, 4.99, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-074R99L	Yageo
R2、R4、R8、R9	4	100k	100k $\Omega$ $\pm$ 1% 0.1W, 1/10W 片上电阻 0402 ( 1005 公制 ), 汽车 AEC-Q200 薄膜	ERJ-H2RF1003X	Panasonic
R5	1	0	0 $\Omega$ 跳线片式电阻器 0402 ( 1005 公制 ), 抗硫化, 电流检测, 阻燃耐火涂层, 防潮, 安全金属箔	D1LPC0402CJUMPF-T10	薄膜技术
R6	1	49.9	49.9 $\Omega$ $\pm$ 0.1% 0.063W, 1/16W 片式电阻器 0402 ( 公制 1005 ) 薄膜	RT0402BRD0749R9L	Yageo
R7	1	0	0 $\Omega$ 跳线片式电阻器 0603 ( 公制 1608 ), 金属元件	WSL060300000ZEA9	Vishay
R10	1	24.9k	24.9k $\Omega$ $\pm$ 0.1% 0.063W, 1/16W 片式电阻器 0402 ( 公制 1005 ) 薄膜	RT0402BRE0724K9L	Yageo

表 4-1. 物料清单 (续)

位号	数量	值	说明	器件型号	制造商
SH-J1、SH-J2	2		分流器, 100mil, 镀金, 黑色	SNT-100-BK-G	Samtec
TP1、TP2、TP4、TP7	4		测试点, 微型, SMT	5015	Keystone Electronics
TP3、TP5、TP6	3		引脚, 双转塔, TH	1502-2	Keystone
TP8、TP9、TP10	3		测试点, 微型, 白色, TH	5002	Keystone Electronics
TP11	1		测试点, 微型, 黑色, TH	5001	Keystone Electronics
U1	1		LMR36503/06-Q1 宽输入 60V 同步直流/直流降压转换器, RPE0009A (VQFN-9)	LMR36503MSCQPERQ0	德州仪器 (TI)
FID1、FID2、FID3、 FID4、FID5、FID6	6		基准标记。没有需要购买或安装的元件。		



## 5 其他信息

### 5.1 商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 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 © 2024，德州仪器 (TI) 公司