

EVM User's Guide: TSD5402Q1EVM

TSD5402-Q1 评估模块



说明

TSD5402Q1EVM 展示了 TI 的 TSD5402-Q1 模拟输入 D 类闭环单声道放大器。该 EVM 可用作包含默认 I²C 寄存器设置的独立平台，以默认 I²C 寄存器设置运行，无需初始化。该 EVM 还可以与 PurePath™ Console (PPC3) 图形用户界面插件配合使用来对 I²C 寄存器设置进行编程。

开始使用

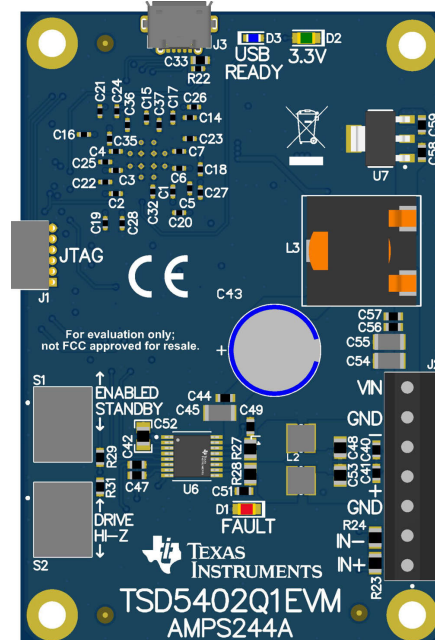
1. 订购 [TSD5402Q1EVM](#)
2. 下载最新版本的 PurePath Control Console 3 GUI (PPC3) 并申请访问 TSD5402-Q1 软件
3. 阅读此 TSD5402Q1EVM 用户指南
4. 如有疑问或若要寻求支持，请参阅 [TSD5402-Q1 数据表](#) 或 [E2E](#)

特性

- 评估 TSD5402-Q1 的所有特性
- TSD5402-Q1 的集成负载突降保护能够缩减外部电压钳位电路的成本与尺寸，板载负载诊断功能能够通过 I²C 报告负载状态
- Power Guard 保护电路允许根据 I²C 配置值来配置可调电压限制器，从而延长电池寿命或保护负载不超过限制
- 通过 PurePath Console 3 软件 (PPC3 GUI) 展示、评估和开发环境

应用

- 基于旋转变压器的汽车和工业应用
 - 混合动力汽车/电动汽车逆变器和电机控制
 - 电动助力转向 (EPS)
 - 后视镜模块
 - 汽车电子视镜
 - 飞行控制系统
 - 伺服驱动器功率级模块



TSD5402Q1EVM

1 评估模块概述

1.1 引言

TSD5402-Q1 评估模块 (EVM) 旨在演示 TSD5402-Q1 器件的功能。所有器件特性都可通过提供的硬件和软件图形用户界面 (GUI) 来访问。本用户指南包含 EVM 和 GUI 的说明，以及原理图、物料清单 (BOM) 和电路板布局布线。

需要的设备和附件：

1. TSD5402Q1EVM
2. PVDD 电源：5-18 VDC
3. USB A 转 micro B 电缆
4. (1) 电阻式或电机旋转变压器负载
5. (7) 电线，两端剥离
6. 模拟信号源：优选差分模拟源，可使用单端输入
7. 使用 Microsoft® Windows® 10 或更高版本操作系统的台式机或笔记本电脑

1.2 套件内容

- TSD5402Q1EVM
- EVM 免责声明自述文件

1.3 规格

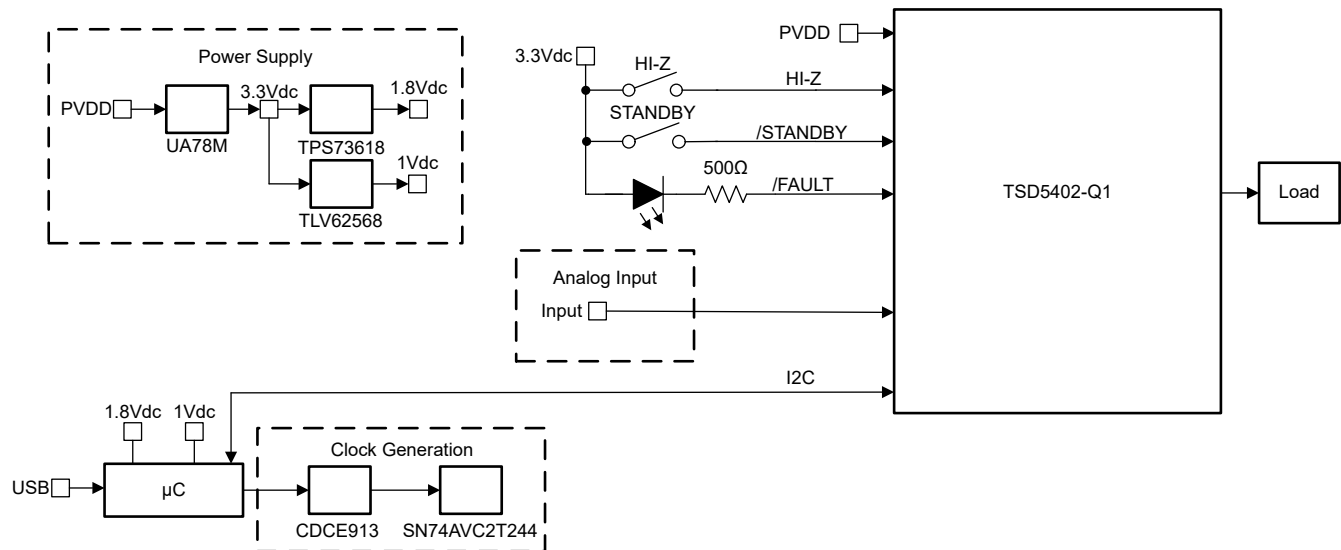


图 1-1. TSD5402Q1EVM 系统图

1.4 器件信息

此 EVM 中使用的 TI 器件：

- TSD5402-Q1：D 类传感器驱动放大器
- UA78M：固定电压集成电路稳压器
- TPS73618：1.8V 低压降 (LDO) 线性稳压器
- TLV62568：单通道电压监控器
- CDCE913：可编程 1-PLL VCXO 时钟合成器
- SN74AVC2T244：单向电压电平转换器

2 硬件

2.1 硬件概述

TSD5402Q1EVM 是一款独立的 EVM，需要一个电源、一个模拟信号输入和一个 USB 连接（用于使用 PurePath Control Console 3 (PPC3) 通过 USB 控制来控制该器件）。

2.2 设置

本节介绍了 TSD5402Q1EVM 的设置和启动过程。准备好本文档列出的设备和附件。

1. 在运行 Windows 的台式机或笔记本电脑上，打开 PPC3 GUI。
2. 通过 J2 拧入式端子块连接器将 14.4VDC 电源单元 (PSU) 连接到 TSD5402Q1EVM。
3. 通过 J2 拧入式端子块连接器将输入信号源和输出负载连接到 TSD5402Q1EVM。
4. 用 micro-USB 线缆将 PC 连接到 EVM。
5. 将开关 (STANDBY、MUTE) 设置为正常位置。
6. 打开电源。
7. 模拟信号源：这可以是模拟测试设备或任意信号发生器。
8. 这时，3.3V LED 灯和 USB-LOCK LED 灯亮起。
9. 在 PPC3 窗口中，启动 TSD5402 插件。
10. 负载现在可以由模拟输入信号驱动。

2.3 接口

表 2-1. 硬件控制开关

开关名称	引脚名称	状态	说明
S1	STANDBY	启用	将器件置于运行状态并启动负载诊断功能。检测到正常输出条件后，信号输出可以开始。I ² C 接口会在启用器件约 1ms 后处于活动状态。
		待机	该低电平有效引脚置为有效会使器件进入完全关断状态，从而限制电流消耗。支持负载突降保护。I ² C 处于非活动状态且未阻塞（不会将 I ² C 总线拉至低电平），并且器件寄存器会复位。
S2	HI-Z	驱动	启用器件输出级，输出引脚会开关，并且信号从输入传递到输出。
		高阻态	使器件进入高阻态模式。输出引脚会停止开关，并且信号不会从输入传递到输出。当器件处于待机状态时，必须将高阻态置为有效。

表 2-2. J2 板连接器

引脚编号	引脚名称	引脚说明
7	VIN	器件的电源输入
6	GND	接地
5	OUT+	输出 (+)
4	OUT-	输出 (-)
3	GND	接地
2	IN-	反相模拟输入
1	IN+	同相模拟输入

2.4 通过 I²C 进行的设置

I²C 写入地址为 0xD8。I²C 读取地址为 0xD9。

I²C 控制寄存器中的默认值不适用于您的系统设计。请使用 PPC3 用户界面更改寄存器设置，以满足系统需求。

2.4.1 TSD5402-Q1 增益

该器件的增益设置可通过 I²C 进行编程。四个增益选项为“20dB”、“26dB”、“32dB”和“36dB”。通过修改 I²C 控制寄存器 0x03 来设置增益。默认情况下，增益为 26dB。

2.4.2 TSD5402-Q1 PWM 开关频率

PWM 开关频率可通过 I²C 进行编程。两个 $f_{(SW)}$ 选项为 400kHz 和 500kHz。可通过 GUI 对控制寄存器 0x03 中的频率进行编程。默认情况下， $f_{(SW)}$ 为 400kHz。

2.4.3 TSD5402-Q1 Power Guard 保护电路

Power Guard 保护电路可针对不同的电压电平进行编程。通过 PPC3 GUI 对控制寄存器 0x03 中的电平进行编程。控制寄存器会显示 Power Guard 保护电路电压电平的默认值。

表 2-3. 控制寄存器

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	功能
0	1	1	1	1	0	0	0	26dB 增益、 $f_{(SW)}$ 设置为 400kHz，Power Guard 保护电路设置为最大电压
-	-	-	-	-	-	-	1	$f_{(SW)}$ 设置为 500kHz
-	-	-	-	-	1	1	-	保留
-	-	1	1	0	-	-	-	Power Guard 保护电路设置为 14V _{peak} 输出
-	-	1	0	1	-	-	-	Power Guard 保护电路设置为 11.8V _{peak} 输出
-	-	1	0	0	-	-	-	Power Guard 保护电路设置为 9.8V _{peak} 输出
-	-	0	1	1	-	-	-	Power Guard 保护电路设置为 8.4V _{peak} 输出
-	-	0	1	0	-	-	-	Power Guard 保护电路设置为 7V _{peak} 输出
-	-	0	0	1	-	-	-	Power Guard 保护电路设置为 5.9V _{peak} 输出
-	-	0	0	1	-	-	-	Power Guard 保护电路设置为 5V _{peak} 输出
0	0	-	-	-	-	-	-	将增益设置为 20dB
0	1	-	-	-	-	-	-	将增益设置为 32dB
1	1	-	-	-	-	-	-	将增益设置为 36dB

3 软件

3.1 软件概述

3.1.1 PurePath™ Console 3 (PPC3) 访问和说明

PPC3 是一款基于服务器的工具。可以通过 [PUREPATHCONSOLE](#) 申请访问权限。

获得批准后，请访问 www.ti.com/mysecuresoftware 下载安装软件。登录后，用户将看到一个网页，其中包含可供下载的软件产品列表。访问 PurePath Console 软件并下载。运行安装程序。登录到 PPC3 后，将显示“Home”窗口，如图 3-1 所示。

需要安装正确的插件。点击 TSD5402 框。弹出安装窗口后，点击 *Install*。安装过程中会显示加载进度。

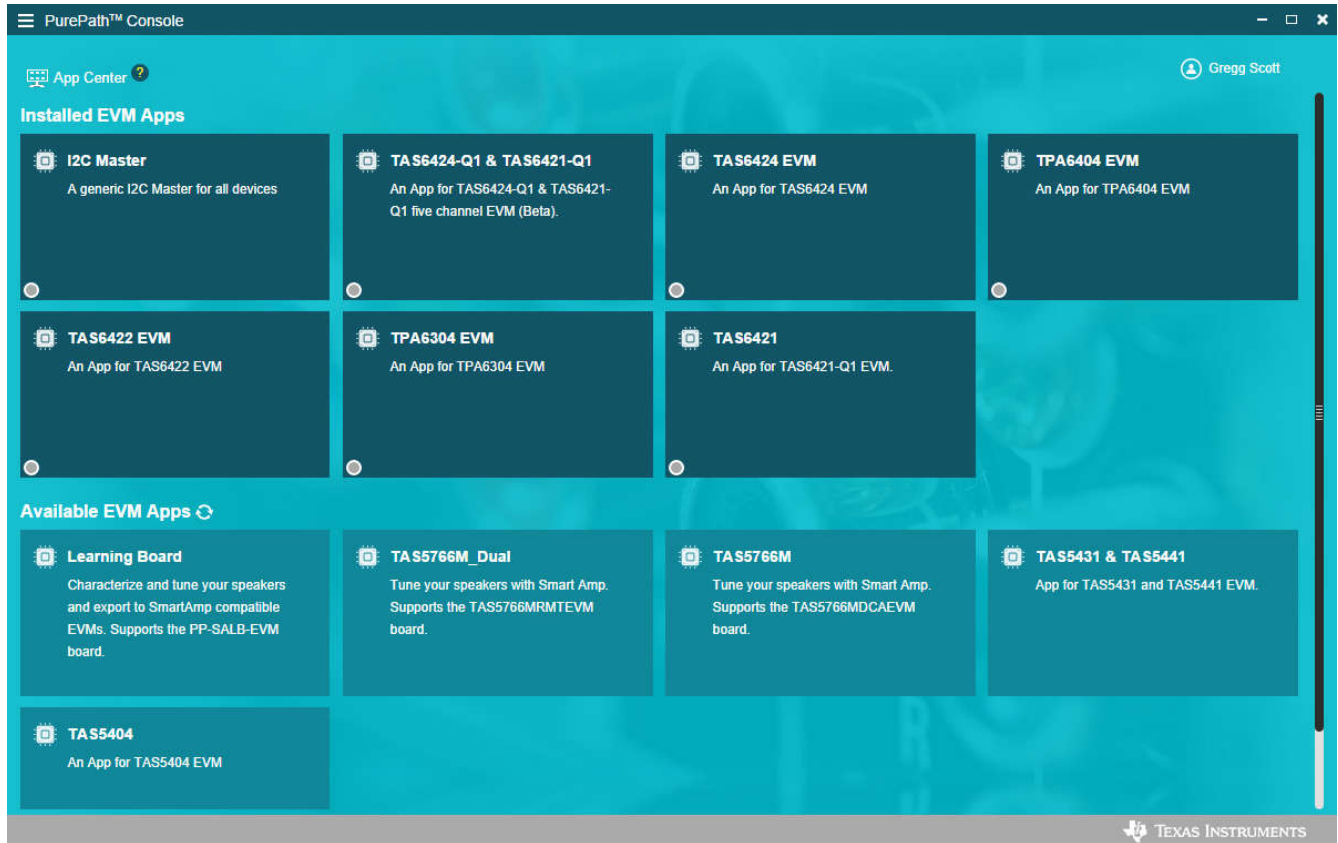


图 3-1. PPC3 窗口

TSD5402 框会移至 “Installed App” 部分。点击该框，插件随即会加载。

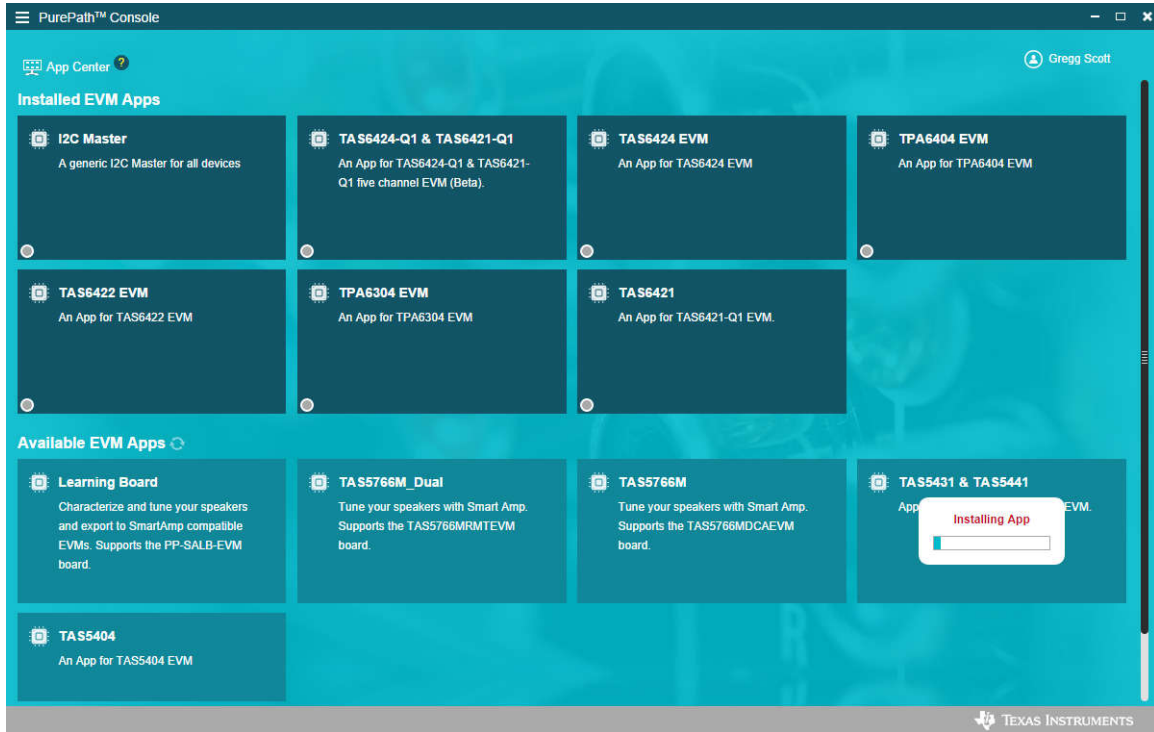


图 3-2. 安装插件或应用

3.1.2 使用 PPC3 插件

启动 TSD5402 PPC3 后，将显示 “Home” 窗口。如果 EVM 加电且 USB 连接到 PC，“Home” 窗口会在左下角显示 *Connect* 框。如果 EVM 未加电或 USB 未连接，仅显示 *TSD5402 - Offline*。

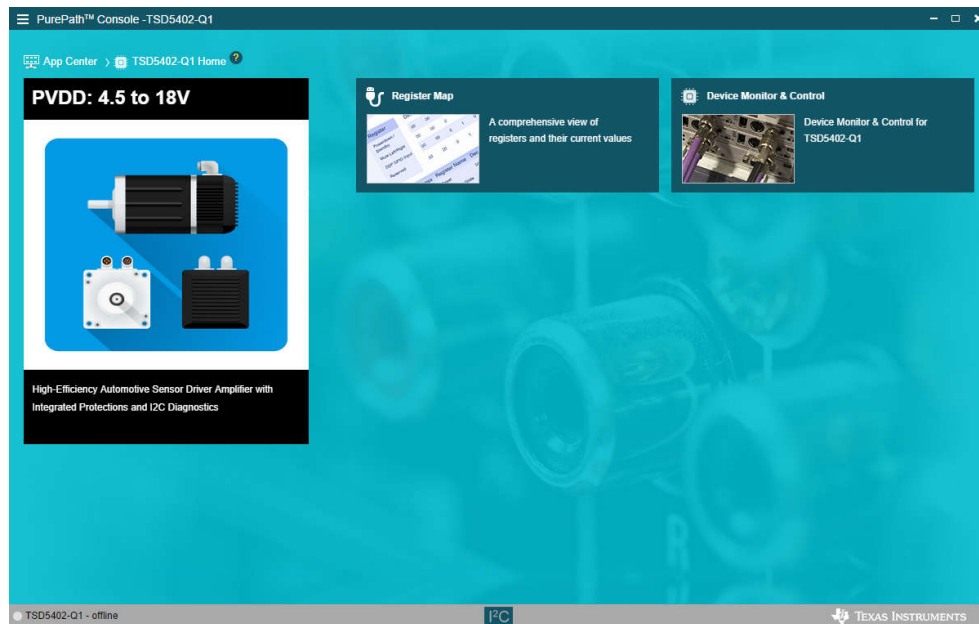


图 3-3. 主页窗口

通过 TSD5402 PPC3 “Home” 窗口可以访问以下两个窗口：“Register Map” 窗口和 “Device Monitor and Control” 窗口。

“Register Map” 窗口表明 TSD5402-Q1 器件中所有寄存器的当前设置。左侧窗格显示各个寄存器。右侧窗格显示所选寄存器中每个位的说明。控制寄存器值可以在该窗口中更改。

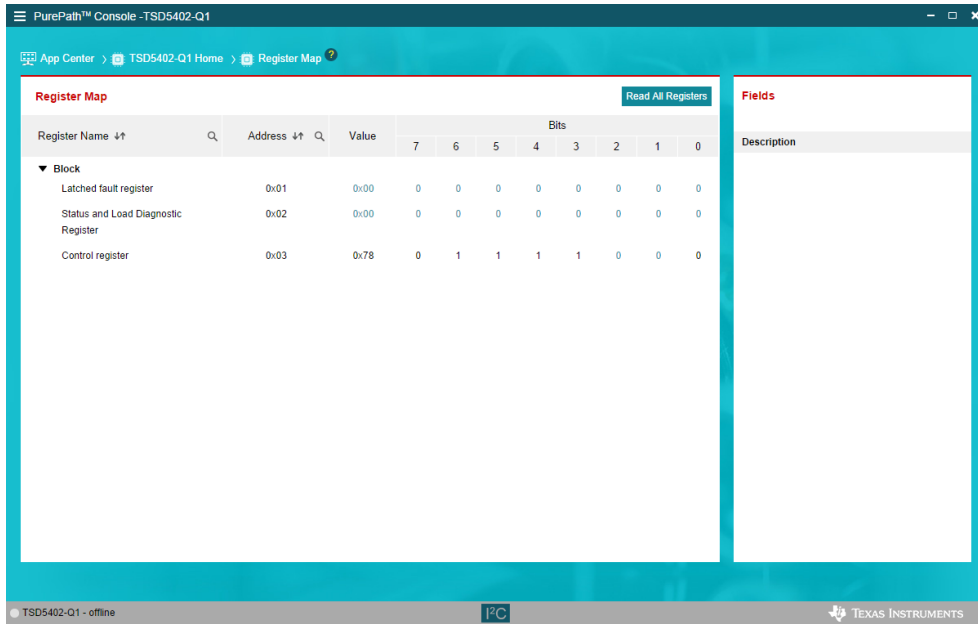


图 3-4. 寄存器映射窗口

点击 *Home* 窗口中的 *Device Monitor and Control* 框以显示 *Device Monitor and Control* 窗口。该窗口是寄存器映射的图形表示。可以更改 *Controls* 窗格，而其他窗格显示寄存器中的值。“latch”和“live toggle”按钮可以让输出状态、保护和负载诊断保持为静态（锁存）或动态（实时）模式。在实时模式下，会持续读取 I2C 寄存器以刷新各个窗格。

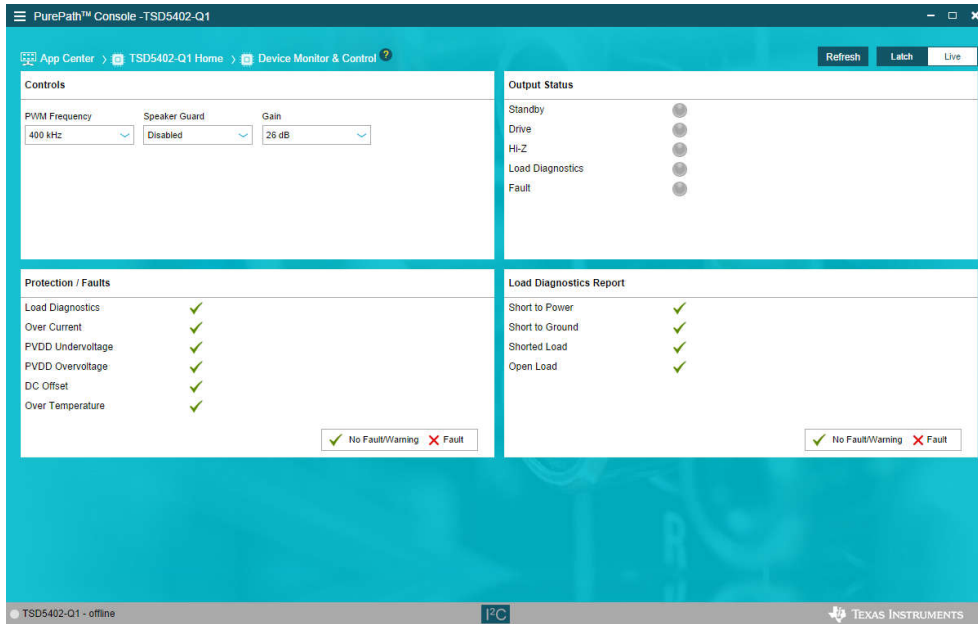


图 3-5. 器件监测与控制窗口

4 硬件设计文件

4.1 TSD5402Q1EVM 原理图

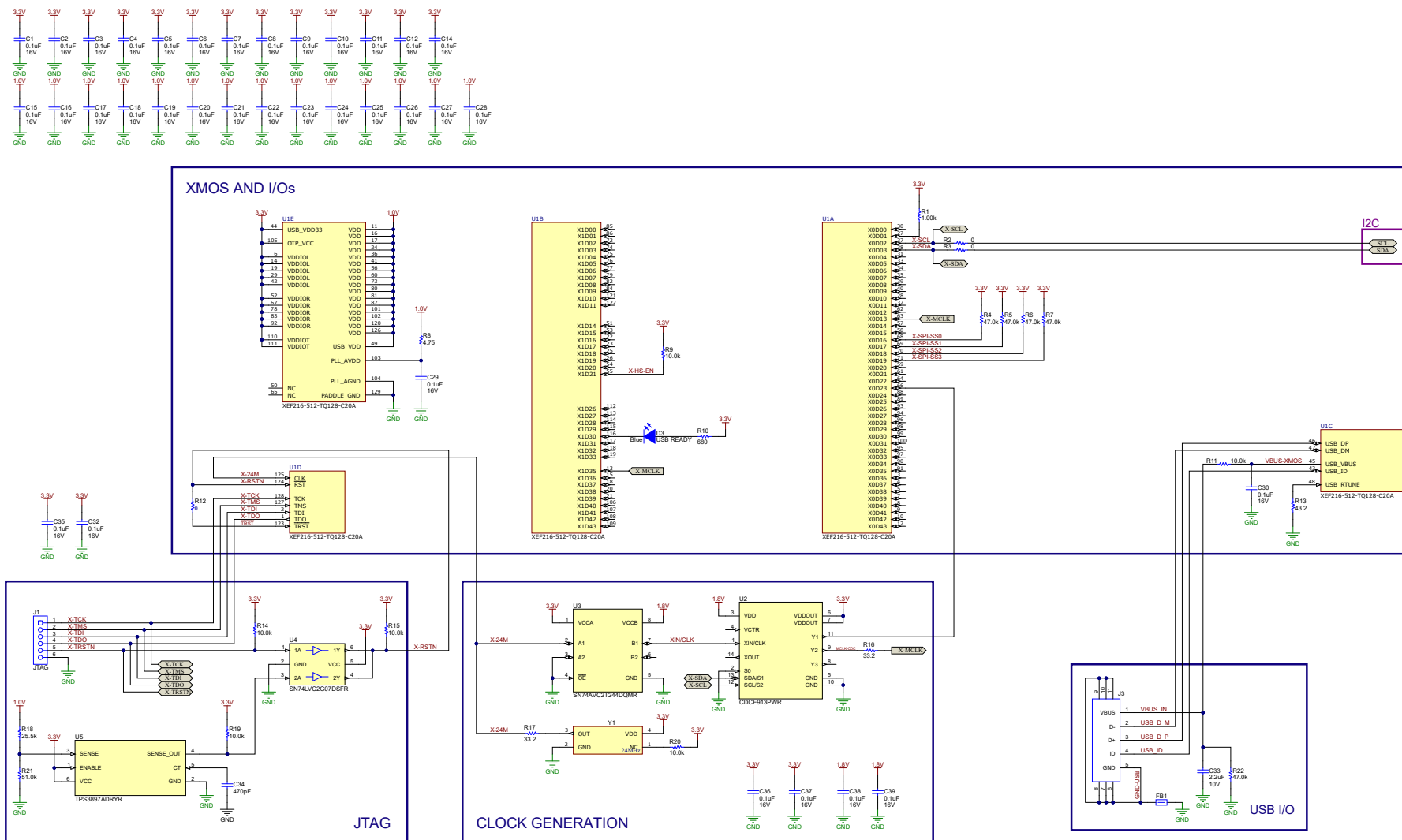


图 4-1. TSD5402Q1EVM 原理图 - USB 控制

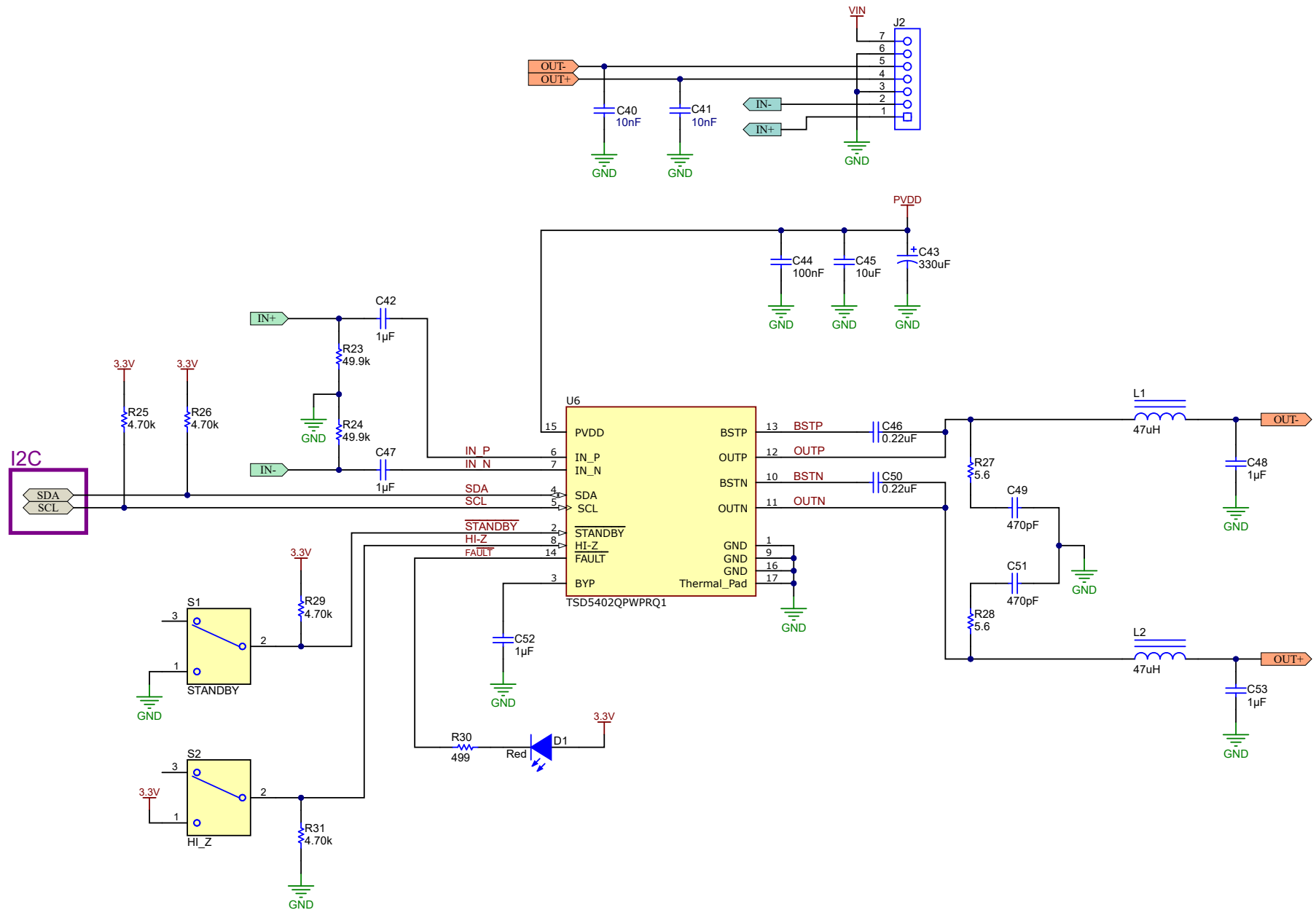
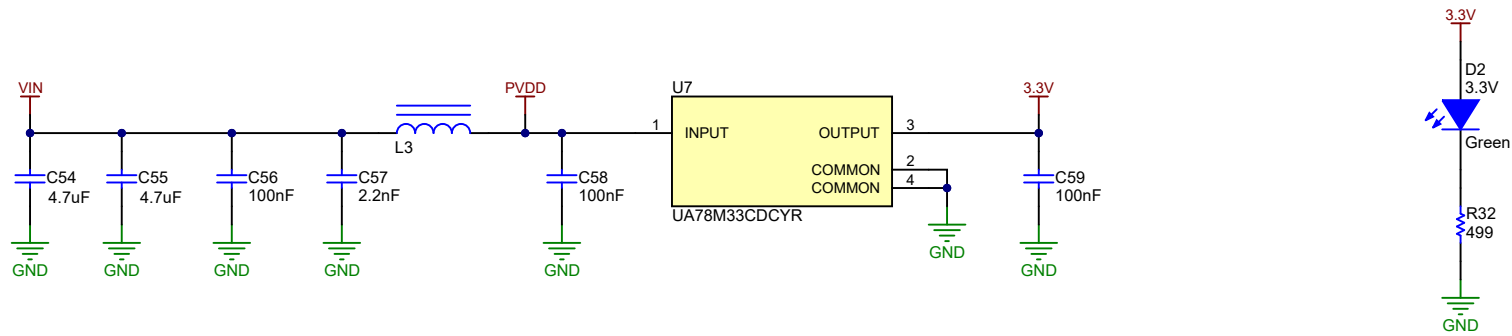
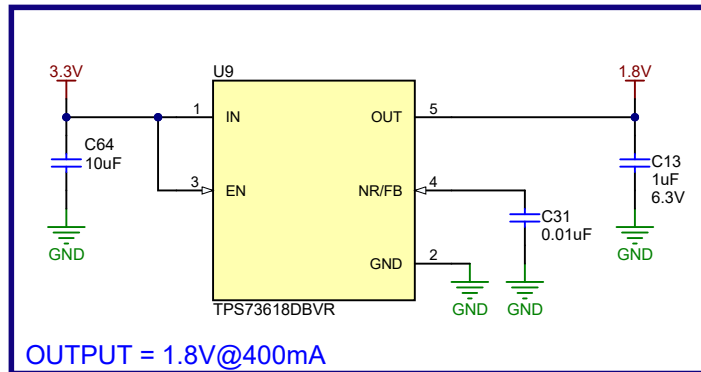


图 4-2. TSD5402Q1EVM 原理图 - 功率放大器



3.3V to 1.8V LDO



3.3V to 1V BUCK LDO for XMOS

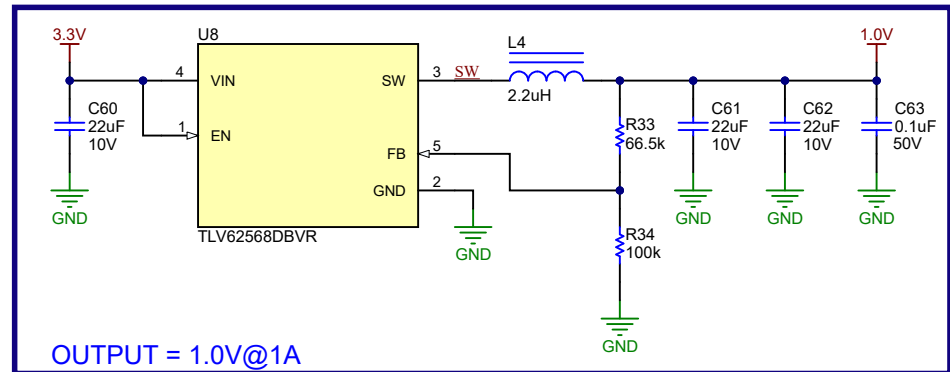


图 4-3. TSD5402Q1EVM 原理图 - 电源

4.2 TSD5402Q1EVM PCB 布局

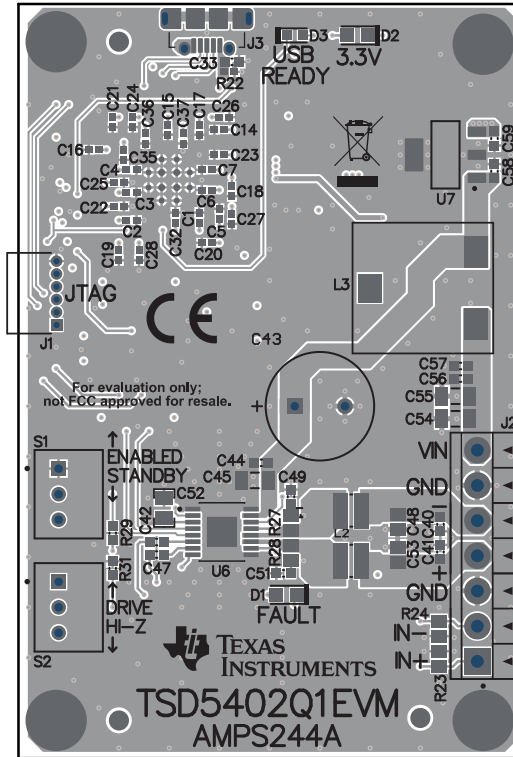


图 4-4. 正面

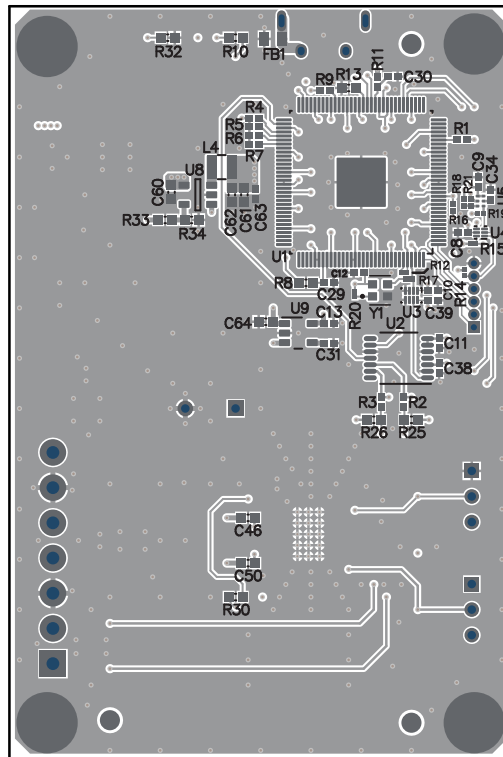


图 4-5. 底部

4.3 物料清单

表 4-1. 物料清单 (BOM)

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
C1、C2、C3、C4、 C5、C6、C7、C8、 C9、C10、C11、 C12、C14、C15、 C16、C17、C18、 C19、C20、C21、 C22、C23、C24、 C25、C26、C27、 C28、C29、C30、 C32、C35、C36、 C37、C38、C39	35	0.1 μ F	电容器, 陶瓷, 0.1 μ F, 16V, +/-10%, X7R, 0402	402	GRM155R71C104KA88D	MuRata
C13	1	1 μ F	电容器, 陶瓷, 1 μ F, 6.3V, +/-20%, X7R, 0402	402	GRM155R70J105MA12D	MuRata
C31	1	0.01 μ F	电容器, 陶瓷, 0.01 μ F, 10V, +/-10%, X7R, 0402	402	0402ZC103KAT2A	AVX
C33	1	2.2 μ F	电容器, 陶瓷, 2.2 μ F, 10V, +/-10%, X7R, 0603	603	GRM188R71A225KE15D	MuRata
C34	1	470pF	电容器, 陶瓷, 470pF, 50V, +/-5%, C0G, AEC-Q200 1 级, 0402	402	GRT1555C1H471JA02D	MuRata
C40、C41	2	0.01 μ F	电容器, 陶瓷, 0.01 μ F, 50V, +/-5%, X7R, 0603	603	C0603C103J5RACTU	Kemet
C42、C47	2	1 μ F	电容器, 陶瓷, 1 μ F, 35V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	603	CGA3E1X7R1V105K080AC	TDK
C43	1	330 μ F	电容器, 铝制, 330 μ F, 25V, +/-20%, 0.075 Ω , TH	电容器, 10mm x 16mm	UBT1E331MPD1TD	Nichicon
C44、C56、C58、 C59	4	0.1 μ F	电容器, 陶瓷, 0.1 μ F, 25V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	603	CGA3E2X7R1E104K080AA	TDK
C45	1	10 μ F	电容器, 陶瓷, 10 μ F, 25V, +/-10%, X7R, 1206	1206	GRM31CR71E106KA12L	MuRata
C46、C50	2	0.22 μ F	电容器, 陶瓷, 0.22 μ F, 25V, +/-10%, X7R, 0603	603	GRM188R71E224KA88D	MuRata
C48、C53	2	1 μ F	电容器, 陶瓷, 1 μ F, 50V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0805	805	GCM21BR71H105KA03K	MuRata
C49、C51	2	470pF	电容器, 陶瓷, 470pF, 250V, +/-10%, X7R, 0603	603	GRM188R72E471KW07D	MuRata
C52	1	1 μ F	电容器, 陶瓷, 1 μ F, 25V, +/-10%, X7R, 0805	805	GRM219R71E105KA88D	MuRata
C54、C55	2	4.7 μ F	电容器, 陶瓷, 4.7 μ F, 25V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 1206	1206	GCM31CR71E475KA55L	MuRata

表 4-1. 物料清单 (BOM) (续)

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
C57	1	2200pF	电容器, 陶瓷, 2200pF, 100V, +/-10%, X7R, 0603	603	06031C222KAT2A	AVX
C60、C61、C62	3	22 μ F	电容器, 陶瓷, 22 μ F, 10V, +/-20%, X5R, 0603	603	C1608X5R1A226M080AC	TDK
C63	1	0.1 μ F	电容器, 陶瓷, 0.1 μ F, 50V, +/-10%, X7R, 0402	402	C1005X7R1H104K050BB	TDK
C64	1	10 μ F	电容器, 陶瓷, 10 μ F, 10V, +/-20%, X7R, 0603	603	GRM188Z71A106MA73D	MuRata
D1	1	红色	LED, 红色, SMD	红色 0805 LED	LTST-C170KRKT	Lite-On
D2	1	绿色	LED, 绿色, SMD	0805 LED	LTST-C171GKT	Lite-On
D3	1	蓝色	LED, 蓝色, SMD	LED_0603	150060BS75000	Würth Elektronik
FB1	1	600 Ω	铁氧体磁珠, 600 Ω (100MHz 时), 2A, 0805	805	MPZ2012S601AT000	TDK
H1、H2、H3、H4	4		机械螺钉盘 PHILLIPS M3	M3 螺钉	RM3X8MM 2701	APM HEXSEAL
H5、H6、H7、H8	4		六角螺柱, 12mm, M3, 铝	铝质 M3 12mm 六角螺柱	24434	Keystone
J1	1		插座, 50mil, 6x1, 金, R/A, TH	6x1 插座	LPPB061NGCN-RC	Sullins Connector Solutions
J2	1		端子块, 3.5mm 间距, 7x1, TH	24mm x 0.5mm x 8.2mm x 6.5mm	ED555/7DS	On-Shore Technology
J3	1		连接器, 插座, Micro-USB Type AB, R/A, 底部安装 SMT	5.6mm x 2.5mm x 8.2mm	475890001	Molex
L1、L2	2	47 μ H	电感器, 屏蔽, 铁粉, 47 μ H, 0.39A, 2.3 Ω , AEC-Q200 1 级, SMD	SMD, 2 引线, 主体 3mm x 3mm	78438335470	Würth Elektronik
L3	1	10 μ H	电感器, 屏蔽 E 型磁芯, 铁氧体, 10 μ H, 7.2A, 0.01081 Ω , AEC-Q200 3 级, SMD	SER1360	SER1360-103KLB	Coilcraft
L4	1	2.2 μ H	电感器, 多层, 铁氧体, 2.2 μ H, 1.3A, 0.08 Ω , SMD	SMD, 封装 2.5x2mm, 高度 1.2mm	LQM2HPN2R2MG0L	MuRata
R1	1	1.00k	电阻, 1.00k, 1%, 0.0625W, 0402	402	RC0402FR-071KL	Yageo America
R2、R3	2	0	电阻, 0, 5%, 0.063W, 0402	402	RC0402JR-070RL	Yageo America
R4、R5、R6、R7、R22	5	47.0k	电阻, 47.0k, 1%, 0.0625W, 0402	402	RC0402FR-0747KL	Yageo America
R8	1	4.75	电阻, 4.75, 1%, 0.1W, 0603	603	RC0603FR-074R75L	Yageo
R9、R11	2	10.0k	电阻, 10.0k, 1%, 0.1W, 0402	402	ERJ-2RKF1002X	Panasonic
R10	1	680	电阻, 680, 1%, 0.1W, 0603	603	RC0603FR-07680RL	Yageo

表 4-1. 物料清单 (BOM) (续)

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
R12	1	0	电阻, 0, 5%, 0.05W, AEC-Q200 0 级, 0201	201	ERJ-1GN0R00C	Panasonic
R13	1	43.2	电阻, 43.2, 1%, 0.1W, 0603	603	RC0603FR-0743R2L	Yageo
R14、R15、R19、R20	4	10.0k	电阻, 10.0k, 1%, 0.05W, 0201	201	RC0201FR-0710KL	Yageo America
R16、R17	2	33.2	电阻, 33.2, 1%, 0.05W, 0201	201	RC0201FR-0733R2L	Yageo America
R18	1	25.5k	电阻, 25.5k, 1%, 0.05W, 0201	201	RC0201FR-0725K5L	Yageo America
R21	1	51.0k	电阻, 51.0k, 1%, 0.05W, 0201	201	RC0201FR-0751KL	Yageo America
R23、R24	2	49.9k	电阻, 49.9k, 1%, 0.125W, AEC-Q200 0 级, 0805	805	CRCW080549K9FKEA	Vishay-Dale
R25、R26、R29、R31	4	4.70k	电阻, 4.70k, 1%, 0.1W, 0603	603	RC0603FR-074K7L	Yageo
R27、R28	2	5.6	电阻, 5.6, 5%, 0.125W, AEC-Q200 0 级, 0805	805	CRCW08055R60JNEA	Vishay-Dale
R30、R32	2	499	电阻, 499, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	603	CRCW0603499RFKEA	Vishay-Dale
R33	1	66.5k	电阻, 66.5k, 1%, 0.1W, 0603	603	RC0603FR-0766K5L	Yageo
R34	1	100k	电阻, 100k, 1%, 0.1W, 0603	603	RC0603FR-07100KL	Yageo
S1、S2	2		开关, 切换, SPDT 0.4VA 28V	6.8mm x 23.1mm x 8.8mm	B12AP	NKK 交换机
U1	1		XCORE XEF 微控制器 IC 32 位 16 核 2000MIP 2MB (2M x 8) 闪存 128-TQFP (14x14)	TQFP128	XEF216-512-TQ128-C20A	XMOS
U2	1		具有 2.5V 或 3.3V LVCMOS 输出的可编程 1 PLL VCXO 时钟合成器, PW0014A (TSSOP-14)	PW0014A	CDCE913PWR	德州仪器 (TI)
U3	1		双位双电源总线收发器, DQM0008A (X2SON-8)	DQM0008A	SN74AVC2T244DQMR	德州仪器 (TI)
U4	1		具有开漏输出的增强型产品双路缓冲器/驱动器, DCK0006A (SOT-SC70-6)	DSF0006A	SN74LVC2G07DSFR	德州仪器 (TI)
U5	1		具有高电平有效开漏输出的单通道超小型可调监控电路, DRY0006A (USON-6)	DRY0006A	TPS3897ADRYR	德州仪器 (TI)
U6	1		具有集成保护和 I2C 诊断功能的 8W 汽车级高效传感器驱动器放大器	HTSSOP16	TSD5402QPWPRQ1	德州仪器 (TI)
U7	1		500mA、25V 线性稳压器, DCY0004A (SOT-223-4)	DCY0004A	UA78M33CDCYR	德州仪器 (TI)
U8	1		采用 SOT23-5 封装的 1A 高效降压转换器, DBV005A、DBV0005A (SOT-5)	DBV0005A	TLV62568DBVR	德州仪器 (TI)

表 4-1. 物料清单 (BOM) (续)

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
U9	1		单路输出 LDO, 400mA, 可调电压 (1.2 至 5.5V), 无电容器, 低噪声, 反向电流保护, DBV0005A (SOT-23-5)	DBV0005A	TPS73618DBVR	德州仪器 (TI)
Y1	1		24MHz XO (标准) HCMOS, LVCMOS 振荡器约 2.25V - 3.63V - 4-SMD, 无引线	SMT_OSC_2MM0_1MM6	SIT1602BC-71-XXN-24.000000	SiTime

5 其他信息

5.1 商标

PurePath™ is a trademark of Texas Instruments.

Microsoft® and Windows® are registered trademarks of Microsoft Corporation.

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