

EVM User's Guide: DRV8161EVM

DRV8161 评估模块



说明

DRV8161EVM 是一款使用三个 DRV8161 栅极驱动器来旋转 BLDC 电机的 30A 三相无刷直流驱动级。

该 EVM 可快速评估 DRV8161 器件，该器件通过梯形换向和控制来旋转 BLDC 电机。

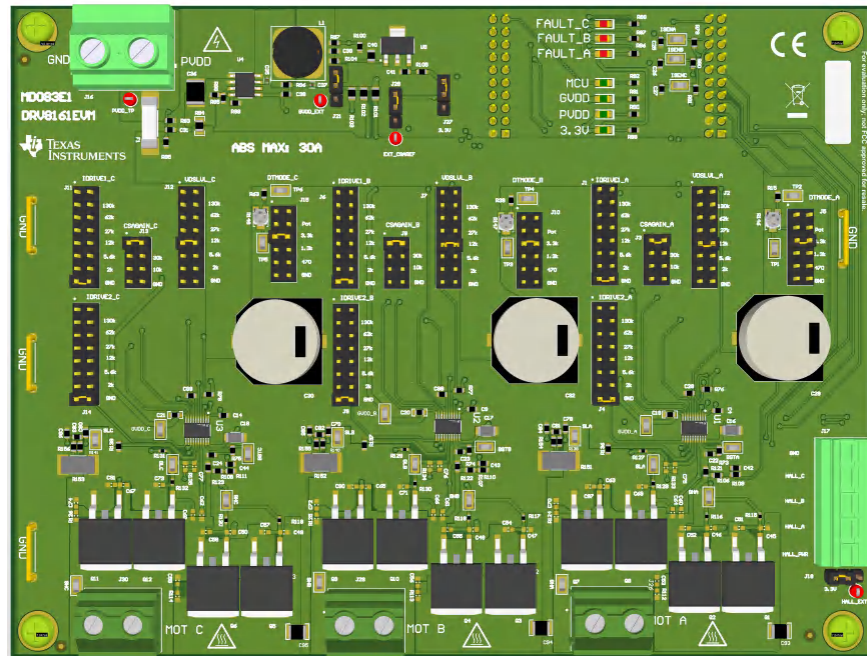
包含的所有电源状态 LED 以及驱动器故障 LED 可用于提供用户反馈。此套件需要使用 C2000™ LaunchPad™ (LAUNCHXL-F280049C) 控制 DRV8161 驱动器，并监控和报告故障。

特性

- 8V 至 20V 栅极驱动电压以及 8V 至 90V 漏极电压，适用于高达 48V 的应用
- 16mA 至 1A 拉电流和 32mA 至 2A 灌电流设置
- 每个半桥驱动器的集成 CSA 可实现精确的电流检测

应用

- [伺服驱动器](#)
- [工业与协作机器人](#)
- [工业移动机器人 \(AGV/AMR\)](#)
- [线性电机运输系统](#)
- [无人机](#)
- [电动自行车、电动踏板车和电动汽车](#)
- [工业以及电器风扇和泵](#)
- 12V、24V 和 48V 汽车 BLDC 电机驱动器



DRV8161EVM

1 评估模块概述

1.1 引言

本文档随 DRV8161 客户评估模块 (EVM) 一起提供，作为对 DRV8161 数据表 (DRV816x 具有集成保护和电流检测放大器的 100V 半桥智能栅极驱动器 (SLVSGZ1)) 的补充。本用户指南详细介绍了 EVM 的硬件实现以及如何对电路板进行设置和供电。DRV8161EVM 可供用户评估 DRV8161 电机驱动器的性能。LAUNCHXL-F280049C BoosterPack™ 用于控制驱动器的 PWM 和换向逻辑。

本文档旨在为用户提供使用 TMS320F280049C 板评估 DRV8161 器件的指南。本文档涵盖了电路板与外部电机和电源之间所需的硬件连接。硬件连接完成后，用户可以访问必要的工具和软件，从而使用在线 GUI 旋转电机。

本文档旨在用作 DRV8161EVM 和 LAUNCHXL-F280049C 器件的入门指南。本文档适用于参与设计、实现和验证 DRV8161 和 TMS320F280049C 参考软件的工程师。此参考软件包含 GUIComposer 软件，具有带传感器的梯形算法，用于 BLDC 电机控制。

小心

根据设计，DRV8161EVM 仅可使用必须单独订购的 LAUNCHXL-F280049C MCU PCB 进行评估。

警告

电压超过数据表中所指定的标准 EVM 额定值可能会导致人身伤害、电击危险、损坏 EVM 或以上几种情况。

此外，请勿在不运行时使 EVM 的电源连接保持连接状态。

警告



表面高温

接触会导致烫伤。请勿触摸。

警告



高压

为安全起见，强烈建议使用具有过压和过流保护功能的隔离式测试设备。
将电路板连接到火线时可能会触电。电路板应由专业人员小心处理。

1.2 套件内容

物品	说明	数量
DRV8161EVM	PCB	1
发送	纸板盒	1
标签	标准标签	1
泡沫	防静电泡沫	2
文献	EVM 免责声明	1

1.3 规格

DRV8161EVM 可支持高达 48V 的电压和高达 30A 的电流。为防止损坏 IC 和 EVM，请确认未超出这些电压和电流规格。

1.4 器件信息

DRV816x 是一款 100V 半桥驱动器，其栅极驱动电源电压范围为 8V 至 10V。DRV816x 器件是集成式半桥栅极驱动器，能够驱动高侧和低侧 N 沟道功率 FET。该器件通过 GVDD 电源引脚生成栅极驱动电压，并使用自举电路驱动高侧 FET。此栅极驱动架构支持高达 1A 的栅极驱动峰值拉电流和 2A 的栅极驱动峰值灌电流。这款器件可用于驱动各种类型的负载，包括无刷和有刷直流电机、PMSM、步进电机、开关磁阻电机 (SRM) 和螺线管。该器件针对欠压锁定、FET 过流和过热情况提供内部保护功能。nFAULT 引脚指示保护功能检测到的故障事件。

2 硬件

2.1 硬件连接概述 - DRV8161EVM 和 LAUNCHXL-F280049C

下面部分介绍了 EVM 硬件以及与外部电源、霍尔传感器、PC (通过 USB) 和电机的连接。

图 2-1 展示了 DRV8161EVM 评估模块的主要组成块。DRV8161EVM 设计为可在 4.5V 至 48V 的输入电源电压下运行。此 EVM 使用并联 MOSFET 配置，该配置采用 CSD19536KTT N 沟道 MOSFET 和一个 $5\text{m}\Omega$ 检测电阻。

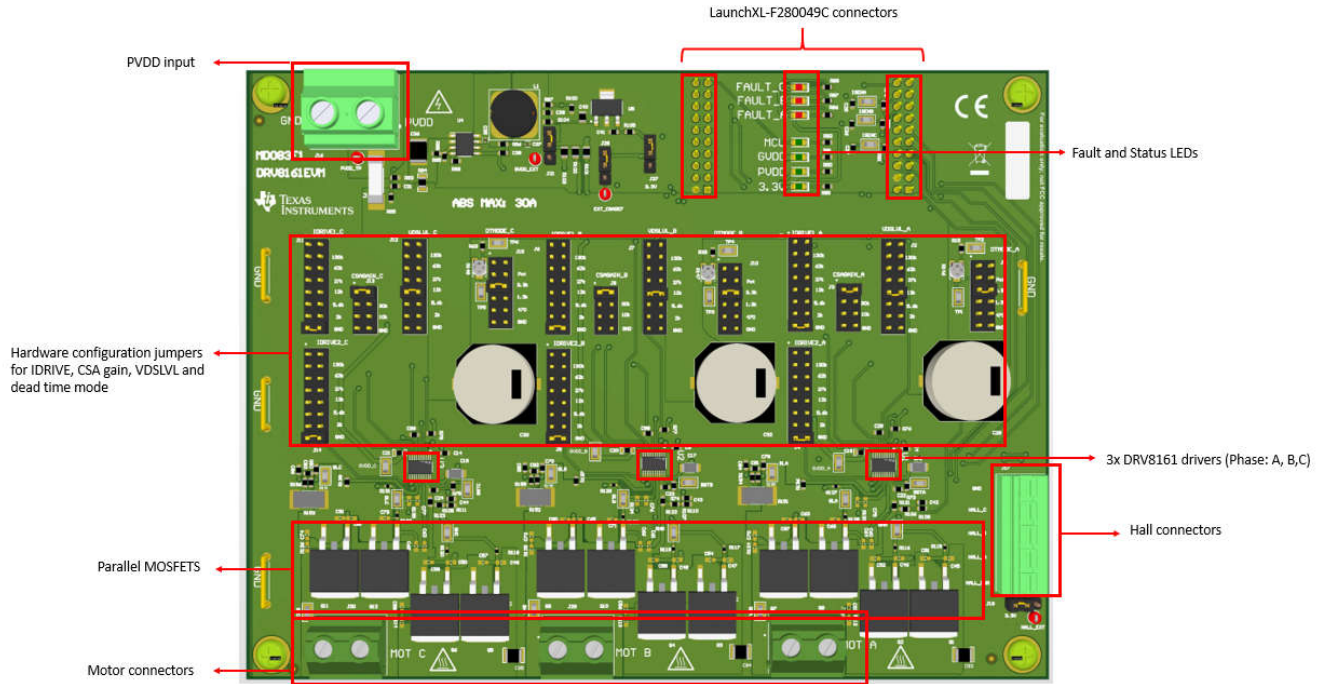


图 2-1. DRV8161EVM 主要硬件块

图 2-2 显示了如何将 DRV8161EVM 板安装到 LaunchXL-F280049C LaunchPad 顶部位置 (J1/J2/J3/J4)。DRV8161EVM 位于 LaunchPad 顶部。

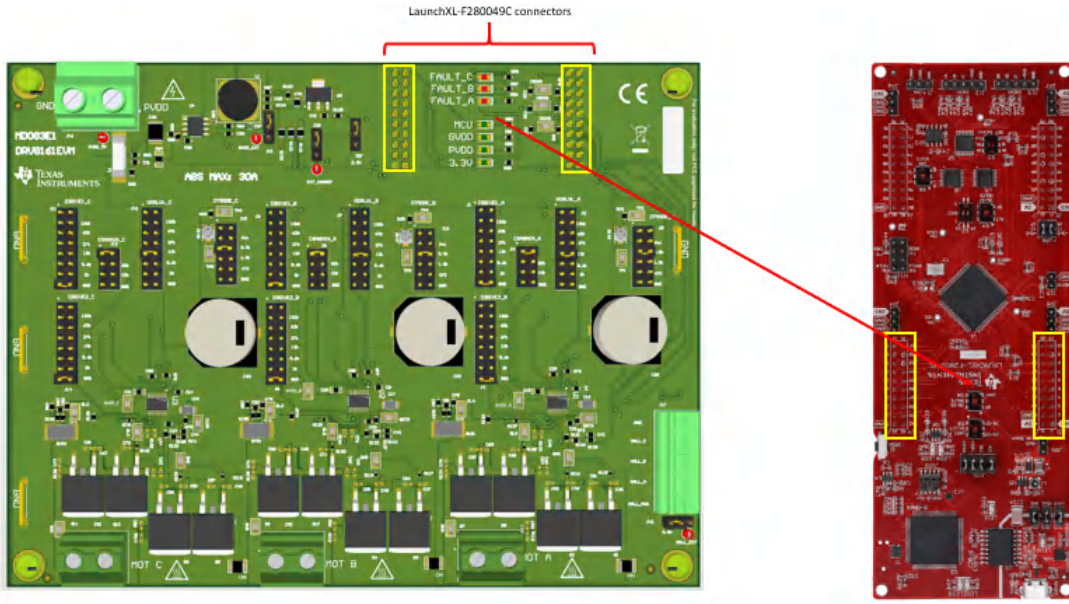


图 2-2. DRV8161EVM 对接 LAUNCHXL-F280049C



图 2-3. PVDD 输入

警告

为了最大限度降低潜在的电击危险和人身伤害的风险，请在不使用 DRV8161EVM 时移除所有电源连接和接口。

DRV8161EVM 设计支持 8VDC 至 48VDC 的输入电源电压和高达 30A 的持续驱动电流（串联保险丝受限）。输入连接到 J16，并注明极性。PVDD_TP 测试点连接到同一节点，但不得用于高电流输入。PVDD 输入端装有 30A 保险丝。

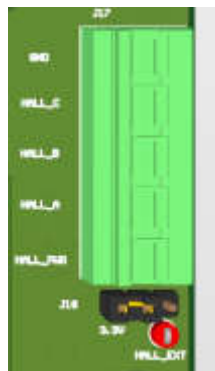


图 2-4. 霍尔传感器输入和电源连接 (J17、J18)

霍尔传感器连接至 J17，包括霍尔电源和 GND。霍尔传感器的 3.3V VDC 电源由 EVM 上的 3.3V LDO 提供。如果需要不同的电源或电压电平，可以通过 HALL_EXT 测试点输入外部霍尔电源。要使用随附的 3.3V LDO 为霍尔传感器供电，请将左侧的 J18 连接到引脚 1:2，如下所示。要使用 HALL_EXT，请将右侧的 J18 连接到引脚 2:3。要插入或移除 J17 上的电线和端子，请使用平头螺丝刀向下推 J17 连接器顶部的相应凸片。

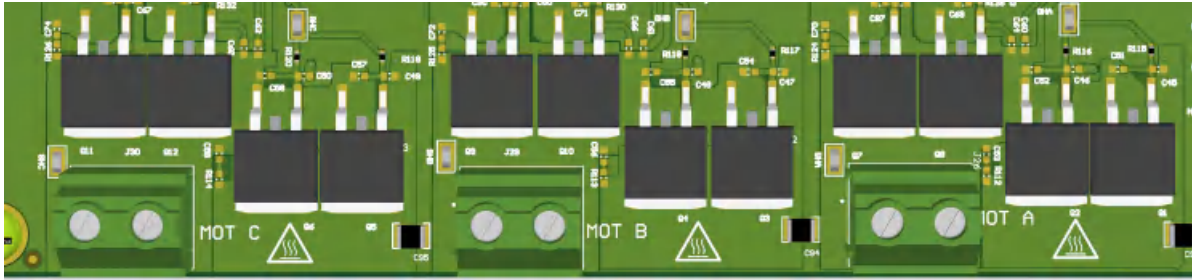


图 2-5. 电机相位连接器 (J26、J28、J30)

警告

电机相位连接必须与霍尔传感器连接顺序一致。例如，MOTA 必须与 HALL_A 匹配，MOTB 必须与 HALL_B 匹配，MOTC 必须与 HALL_C 匹配。相位也必须按顺序排列；A、B、C。

如果电机相位与霍尔传感器不匹配，或者连接出现时序问题，则电机旋转不会平稳并且电流消耗会增加。

电机的三相连接到同一相位的任一连接器。

2.2 故障、指示灯和跳线设置

DRV8161 实现了自举欠压、GVDD 欠压和过流保护，并可在过热情况下实现热关断。有关 DRV8161 故障支持的更多信息，请参阅 DRV8161 数据表。

包含的 MCU、3.3V、PVDD、GVDD 和 FAULT (每相) 的状态 LED，如下所示。

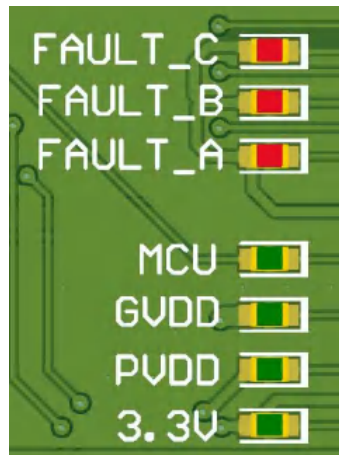


图 2-6. 状态和故障 LED

如果 EVM 检测到故障，FAULT LED 会亮起。有关故障响应和纠正措施，请参阅数据表。

可以在 GUI 软件中使用“CLEAR FAULTS”按钮复位故障。有关 GUI 的更多详细信息，请参阅节 3.1。

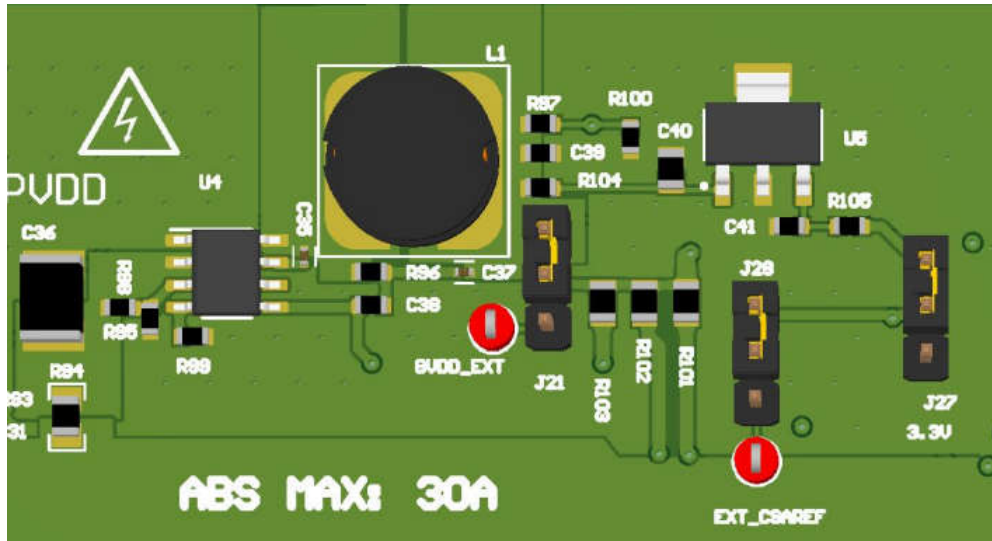


图 2-7. 板载降压转换器和 LDO

EVM 包括一个降压稳压器，用于通过 PVDD 电源生成 12V GVDD 降压电压。如果需要外部 GVDD，则将 J21 跳线移至底部位置。

GVDD 电压用于生成 3.3V LDO 输出。如果需要外部 3.3V 电压，则将 J27 跳线移至底部位置。3.3V LDO 用于生成 CSAREF 电压。此 LaunchPad 和 EVM 仅适用于 3.3V 电压。如果需要外部电压，则将 J28 跳线移至底部位置。(请注意，这可能需要修改电路板。)

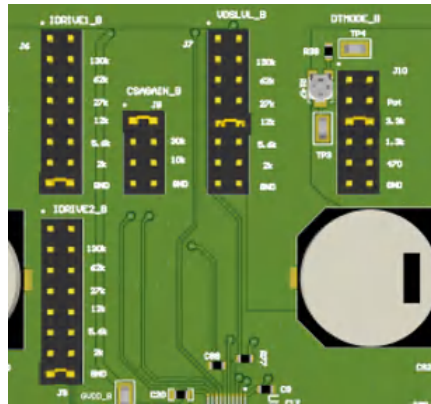


图 2-8. 驱动器硬件设置

可按表 2-1 中所示进行 DRV8161 的硬件设置。有关电阻器设置的更多信息，请参阅数据表。

设置	A 相	B 相	C 相
IDRIVE 1	J1	J6	J11
IDRIVE 2	J4	J9	J14
CSAGAIN	J3	J8	J13
VDSLVL	J2	J7	J12
DTMODE	J5	J10	J15

2.3 EVM 硬件快速入门

8161EVM 需要一个建议工作电压范围为 4.5V 至 48V 的电源。若要设置 EVM 并为其供电，请按照以下顺序操作。

1. 将电机相位 A、B、C 连接到 EVM 上相应的 MOT X 连接器 (任一螺纹接线端子正常工作)。
2. 请勿打开电源。将电机电源连接到连接器 J16 上的 PVDD 和 GND。
3. 对于有传感器应用，将霍尔传感器连接到 5 引脚连接器 J17 上的适当位置，如图 2-9 所示。通过在跳线 J18 上选择板载 3.3 (左侧位置) 或外部 (右侧位置) 来选择霍尔电源电压。
4. 使用跳线接头调整 EVM 上的栅极电流 (IDRIVE1_X、IDRIVE2_X)、死区时间(DTMODE_X)、VDS 电平 (VDS_LVL)、CSA 增益 (CSAGAIN_X)。

备注

CSA 增益在 SW 中固定为 40V/V。

5. 将 DRV8161EVM 连接到 LAUNCHXL-F280049C 的上半部分 (LaunchPad 接头 J1/J3 和 J2/J4)，如图 2-2 所示。电机连接器与 LaunchPad 上的 Micro-USB 连接器朝向相同的方向。
6. 将 Micro-USB 电缆从计算机连接到 LAUNCHXL-F280049C 顶部的 Micro-USB 连接器。

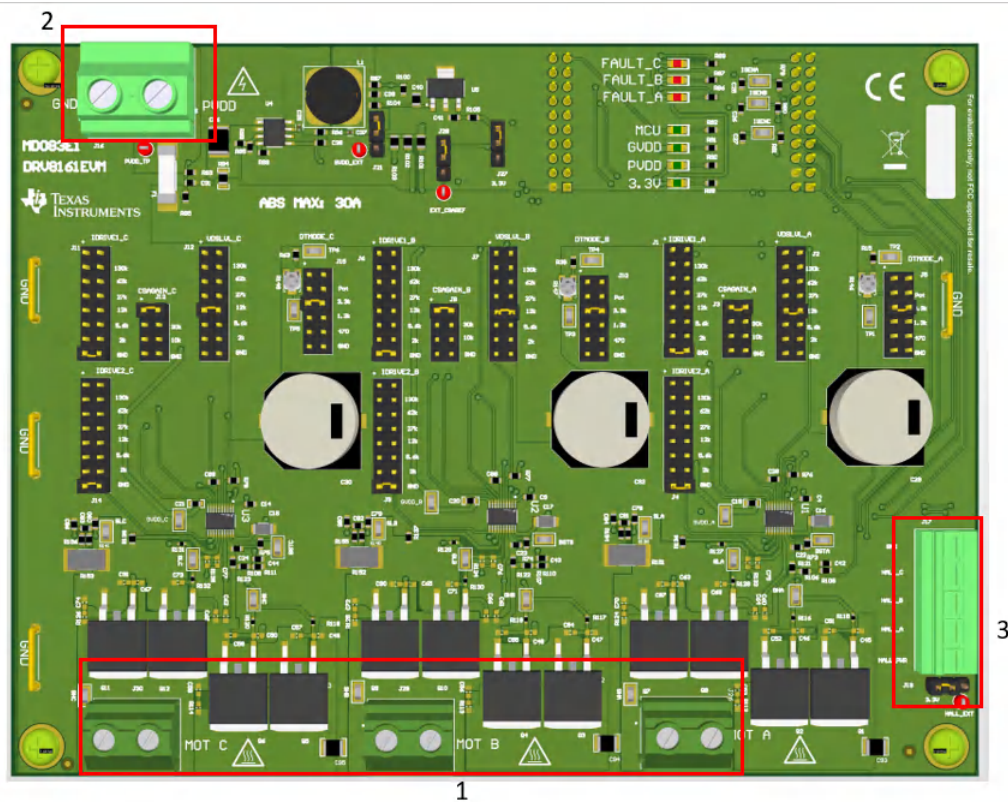


图 2-9. 快速入门指南参考

3 软件

3.1 DRV8161 EVM GUI 软件

本节详细介绍 EVM GUI 软件的功能。GUI 用 GUI Composer 编写，可从 dev.ti.com/gallery 的开发软件库中获取。

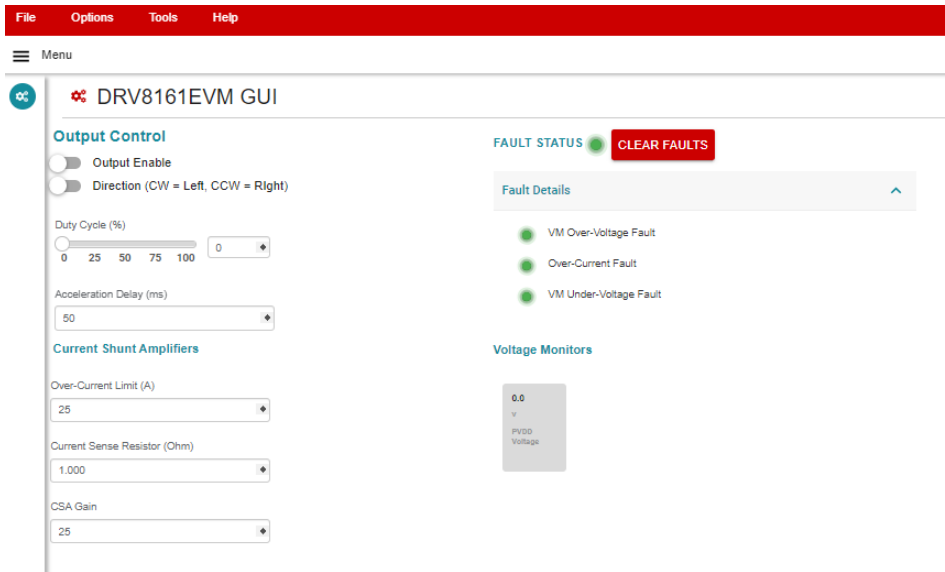


图 3-1. DRV8161EVM GUI 软件

GUI 启动后，会连接 LAUNCHXL-F280049C 板上的 C2000 MCU 并对其进行编程，前提是该板已连接并通电。连接硬件后，故障状态和电压监测器会与 EVM 匹配。如果不匹配，则需要切断 EVM 电源并重新检查设置。如果触发了故障，则按 GUI 上的 *Clear Faults* 按钮。

要使电机旋转，请执行以下操作：

1. 使用 Google Chrome® 浏览器，导航至 <https://dev.ti.com/gallery/view/InternalBLDC/DRV8161-EVM-GUI/ver/0.1.4/>。
2. 加载后，确保 GUI 连接到电路板、底部状态栏中显示 *Hardware Connected* 并且 MCU LED 点亮。
3. 确认 GUI 报告“VM_Undervoltage Fault”和“Over-Current Fault”
4. 在 24V 和 1A 限制条件下打开电源，电路板电流不能超过 300mA。(取决于电机电压和负载。)
5. 3.3V、PVDD 和 GVDD LED 亮起绿色。
6. 点击 GUI 上的“Clear Faults”按钮，并确认 GUI 上的所有故障指示灯已清除 (绿色)，然后检查确认没有电路板 FAULT_X LED 亮起。
7. 请检查以下各项：
 - a. GUI 回读 PVDD 电压约为 24V。
 - b. GUI 显示无故障。
 - c. 故障 LED 现已熄灭。
8. 将 *Output Enable* 切换为 ON。
9. 将 *Duty Cycle (%)* 提高到所需的值，电机开始旋转。
10. 如果需要改变方向，则在 GUI 中切换方向，观察电机减速至停止，然后向相反方向旋转。
11. 将 *Output Enable* 切换为“OFF”，以禁用电机。

备注

过流限制用于设置软件电流限制 (最大值为 30A)。电流检测电阻器的值和增益取决于 EVM 上的组装的元件。

4 硬件设计文件

4.1 原理图

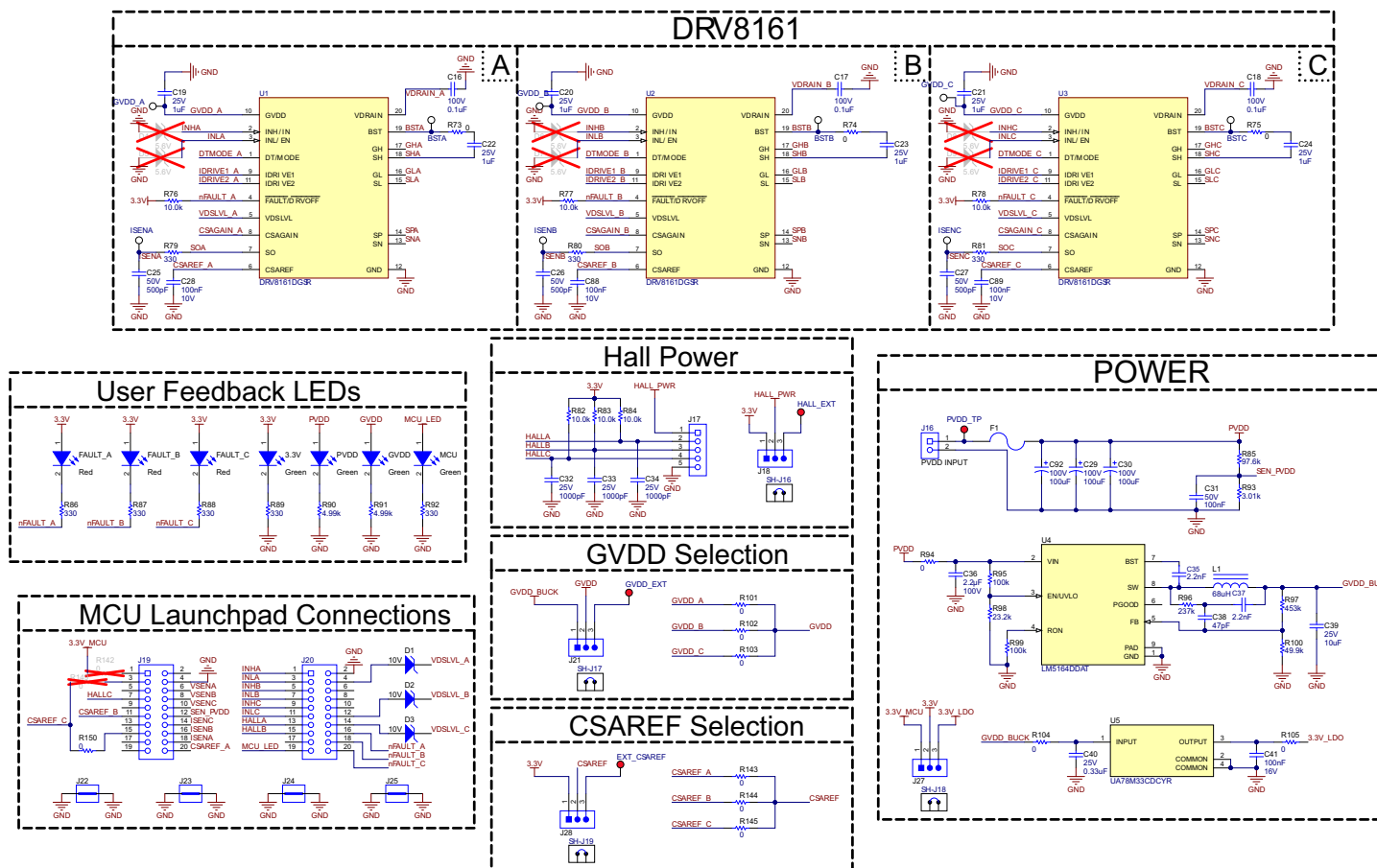


图 4-1. 原理图 1

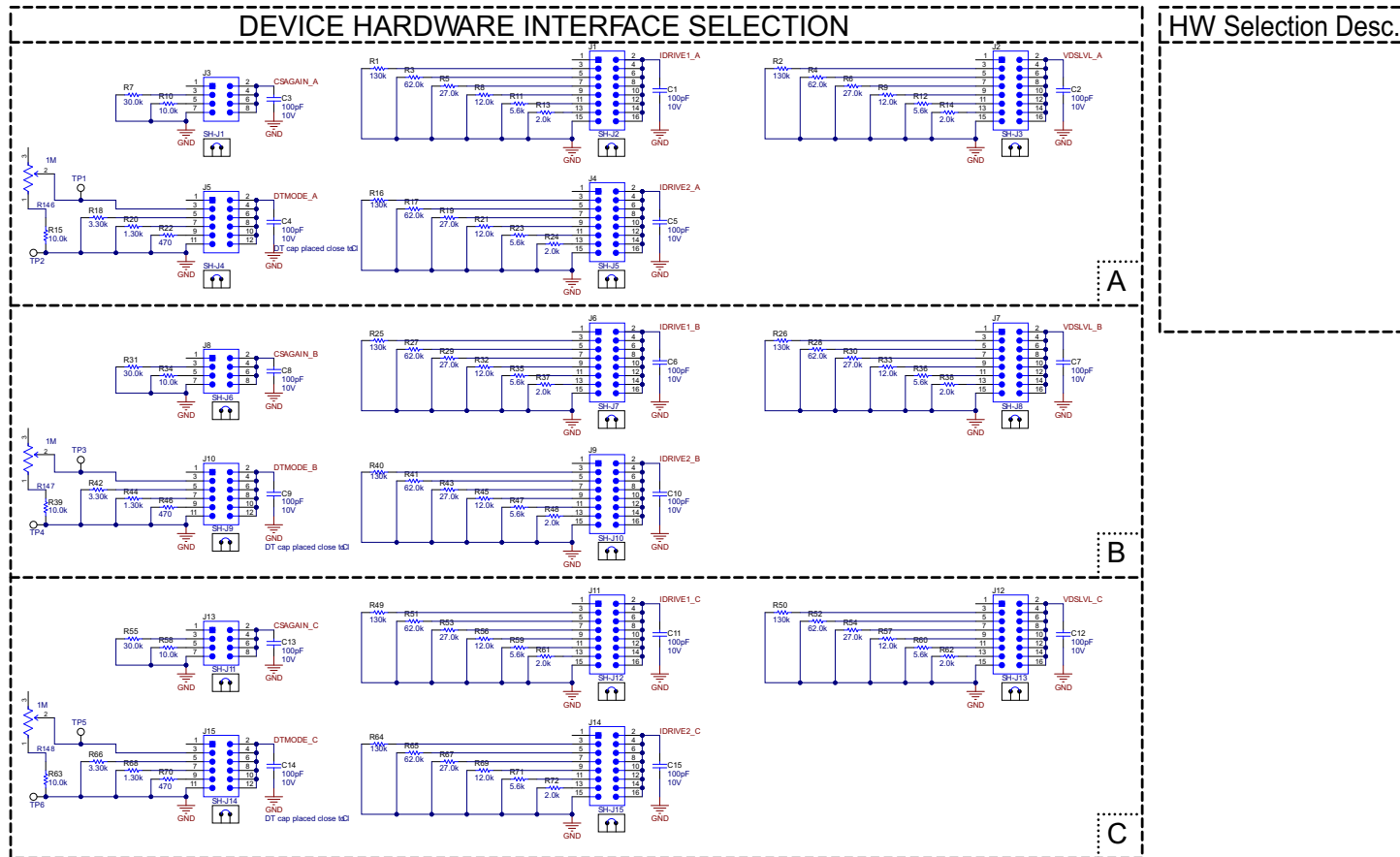
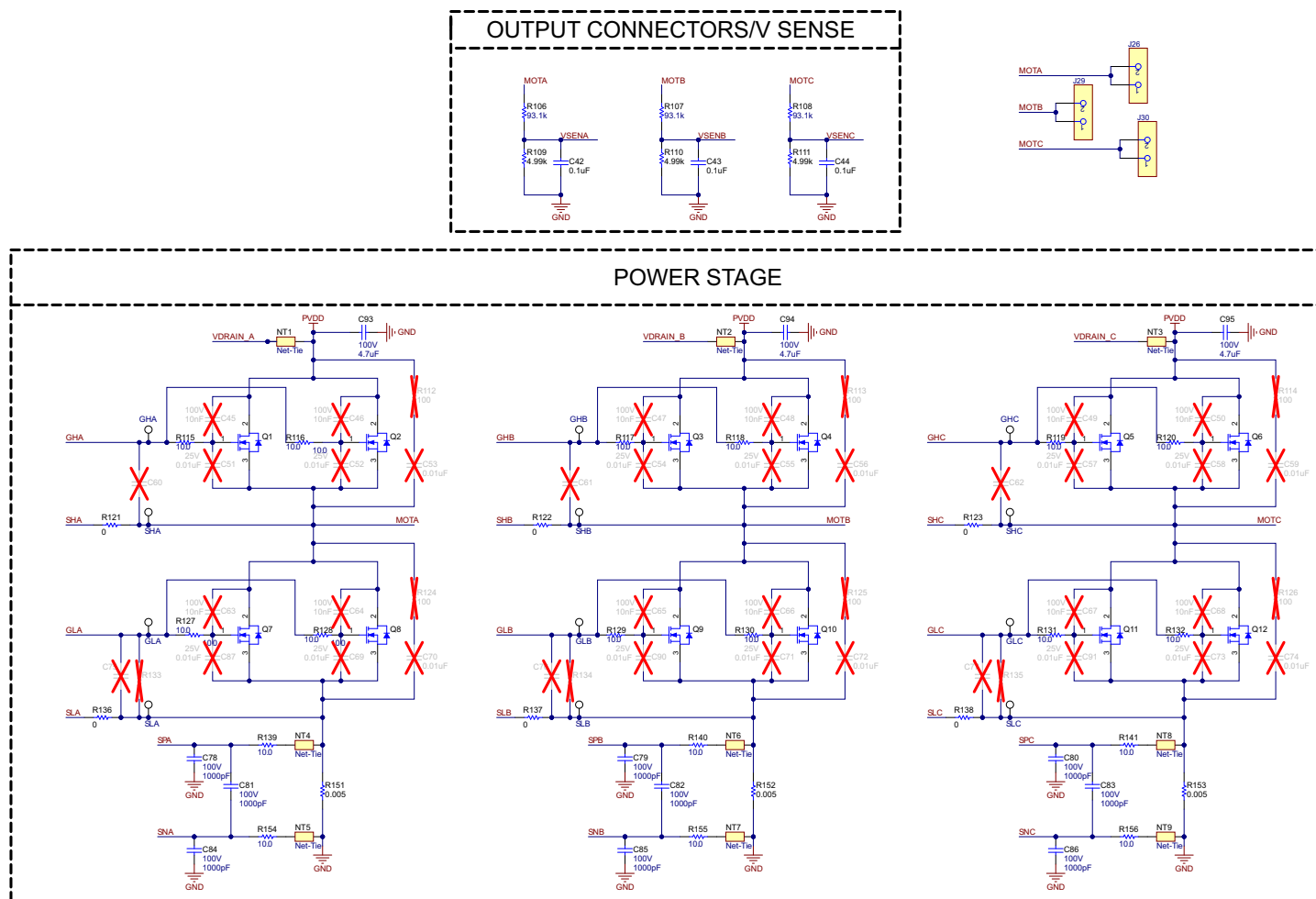


图 4-2. 原理图 2



4.2 PCB 布局

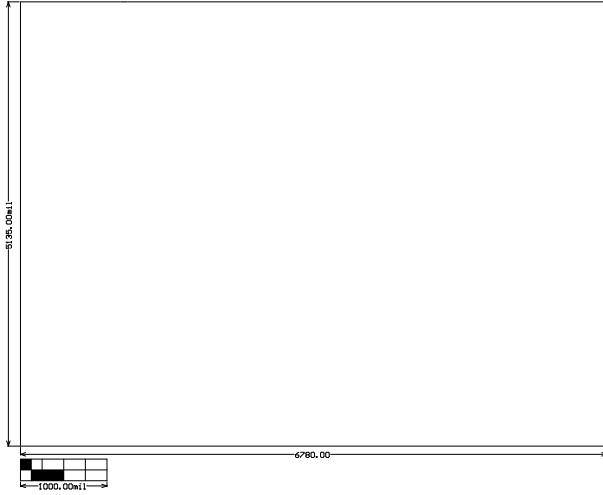


图 4-4. EVM 尺寸

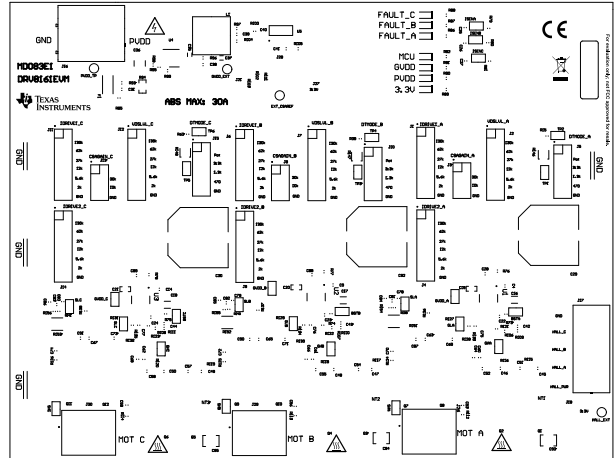


图 4-5. EVM 顶部覆盖层

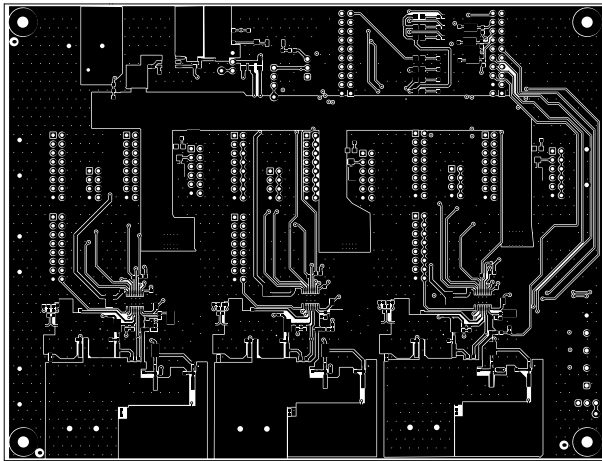


图 4-6. EVM 顶层

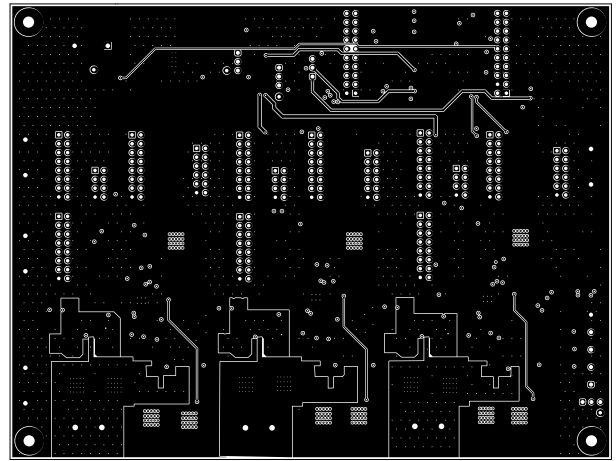


图 4-7. EVM 信号层 1

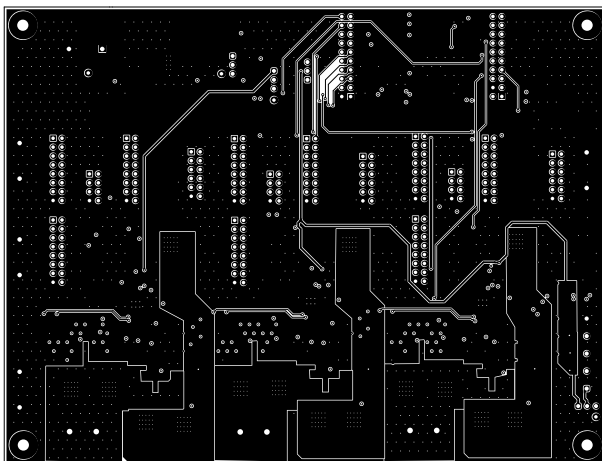


图 4-8. EVM 信号层 2

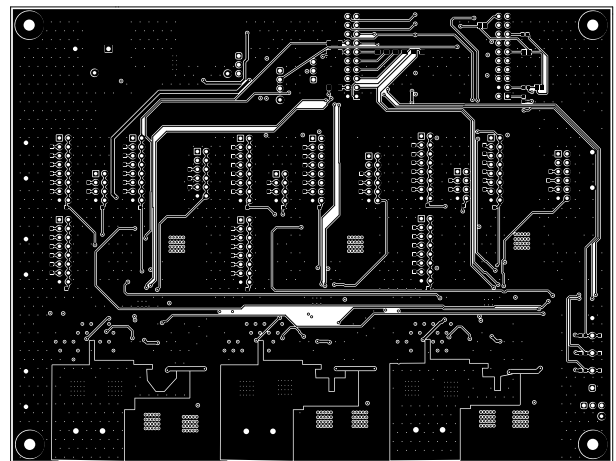


图 4-9. EVM 底层

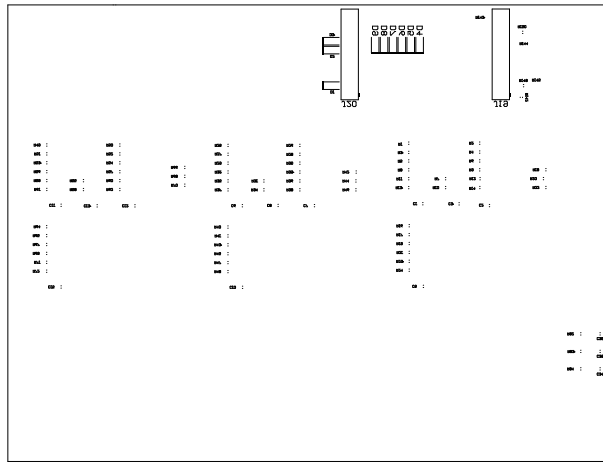


图 4-10. EVM 底部覆盖层

4.3 物料清单 (BOM)

表 4-1. 物料清单

位号	数量	说明	制造商	器件型号
!PCB1	1	印刷电路板	不限	MD083
3.3V、GVDD、MCU、PVDD	4	LED, 绿色, SMD	Lite-On	LTST-C171GKT
BSTA、BSTB、BSTC、 GHA、GHB、GHC、GLA、 GLB、GLC、GVDD_A、 GVDD_B、GVDD_C、 ISENA、ISENB、ISENC、 SHA、SHB、SHC、SLA、 SLB、SLC、TP1、TP2、 TP3、TP4、TP5、TP6	27	测试点, 微型, SMT	Keystone Electronics	5015
C1、C2、C3、C4、C5、 C6、C7、C8、C9、C10、 C11、C12、C13、C14、C15	15	电容, 陶瓷, 100pF, 10V, +/-10%, X7R, 0603	AVX	0603ZC101KAT2A
C16、C17、C18	3	电容, 陶瓷, 0.1uF, 100V, +/-10%, X7R, 1206	TDK	C3216X7R2A104K160AA
C19、C20、C21、C22、 C23、C24	6	电容, 陶瓷, 1uF, 25V, +/-10%, X5R, 0603	TDK	C1608X5R1E105K080AC
C25、C26、C27	3	电容, 陶瓷, 500pF, 50V, +/-5%, C0G/NP0, 0603	Yageo America	CC0603JRNPO9BN501
C28、C88、C89	3	电容, 陶瓷, 0.1uF, 10V, +/-10%, X7R, 0603	Kemet	C0603C104K8RACTU
C29、C30、C92	3	电容, 铝制, 100uF, 100V, +/-20%, 0.17Ω, AEC-Q200 2级, SMD	Panasonic	EEV-FK2A101M
C31	1	电容, 陶瓷, 0.1μF, 50V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1级, 0603	Kemet	C0603C104K5RACAUTO
C32、C33、C34	3	电容, 陶瓷, 1000pF, 25V, +/-1%, C0G/NP0, 0603	Kemet	C0603C102F3GACTU
C35、C37	2	电容, 陶瓷, 2.2nF, 50V, X8R, 10%, 焊盘 SMD, 0402, +150°C, 汽车, T/R	TDK Corporation	CGA2B2X8R1H222K050BE
C36	1	电容, 陶瓷, 2.2μF, 100V, +/-10%, X7R, 1812	Kemet	C1812C225K1RACTU
C38	1	电容, 陶瓷, 47pF, 50V, +/-5%, C0G/NP0, AEC-Q200 0级, 0603	TDK	CGA3E2NP01H470J080AA
C39	1	电容, 陶瓷, 10uF, 25V, +/-20%, X5R, 0603	MuRata	GRT188R61E106ME13D

表 4-1. 物料清单 (续)

位号	数量	说明	制造商	器件型号
C40	1	电容, 陶瓷, 0.33uF, 25V, +/-10%, X5R, 0805	AVX	08053D334KAT2A
C41、C42、C43、C44	4	电容, 陶瓷, 0.1uF, 16V, +/-5%, X7R, 0603	Kemet	C0603C104J4RACTU
C78、C79、C80、C81、 C82、C83、C84、C85、C86	9	电容, 陶瓷, 1000pF, 100V, +/-5%, COG/NP0, 0603	TDK	C1608C0G2A102J080AA
C93、C94、C95	3	电容, 陶瓷, 4.7uF, 100V, +/-10%, X7S, 1210	MuRata	GRM32DC72A475KE01L
D1、D2、D3	3	二极管, 齐纳二极管, 10V, 500mW, SOD-123	Diodes Inc.	DDZ10C-7
EXT_CSAREF、 GVDD_EXT、HALL_EXT、 PVDD_TP	4	测试点, 微型, 红色, TH	Keystone Electronics	5000
F1	1	保险丝, 30A, 250VAC, 100VDC, SMD	Littelfuse	0463030.ER
FAULT_A、FAULT_B、 FAULT_C	3	LED, 红色, SMD	Lite-On	LTST-C170KRKT
FID1、FID2、FID3	3	基准标记。没有需要购买或安装的元件。	不适用	不适用
H1、H2、H3、H4	4	机械螺钉, 圆头, #4-40 x 1/4, 尼龙, 飞利浦盘形头	B&F Fastener Supply	NY PMS 440 0025 PH
H5、H6、H7、H8	4	六角螺柱, 1"L #4-40, 尼龙	Keystone	1902E
J1、J2、J4、J6、J7、J9、 J11、J12、J14	9	接头, 100mil, 8x2, 金, TH	Samtec	TSW-108-07-G-D
J3、J8、J13	3	接头, 100mil, 4x2, 金, TH	Samtec	TSW-104-07-G-D
J5、J10、J15	3	接头, 100mil, 6x2, 金, TH	Samtec	TSW-106-07-G-D
J16	1	端子块, 9.52mm, 2x1, R/A, TH	Phoenix Contact	1902547
J17	1	端子块, 5mm, 5x1, R/A, TH	Phoenix Contact	1792892
J18、J21、J27、J28	4	接头, 2.54mm, 3x1, 金, TH	Würth Elektronik	61300311121
J19、J20	2	插座, 2.54mm, 10x2, 金, TH	Samtec	SSQ-110-03-G-D
J22、J23、J24、J25	4	1mm 非绝缘短路插头, 10.16mm 间距, TH	Harwin	D3082-05
J26、J29、J30	3	端子块, 2POS, 7.62MM PCB HORIZ	Amphenol Anytek	T70243500000G
L1	1	电感, 鼓芯, 铁氧体, 68uH, 1.1A, 0.22Ω, SMD	Bourns	SDR1006-680KL
LBL1	1	热转印打印标签, 0.650" (宽) x 0.200" (高) - 10,000/卷	Brady	THT-14-423-10

表 4-1. 物料清单 (续)

位号	数量	说明	制造商	器件型号
Q1、Q2、Q3、Q4、Q5、 Q6、Q7、Q8、Q9、Q10、 Q11、Q12	12	MOSFET, N 沟道, 100V, 200A, KTT0002A (TO-263-2)	德州仪器 (TI)	CSD19536KTT
R1、R2、R16、R25、R26、 R40、R49、R50、R64	9	电阻, 130k, 0.1%, 0.1W, 0603	Yageo America	RT0603BRD07130KL
R3、R4、R17、R27、R28、 R41、R51、R52、R65	9	电阻, 62.0k, 0.1%, 0.1W, 0603	Susumu Co Ltd	RG1608P-623-B-T5
R5、R6、R19、R29、R30、 R43、R53、R54、R67	9	电阻, 27.0k, 0.1%, 0.1W, 0603	Susumu Co Ltd	RG1608P-273-B-T5
R7、R31、R55	3	电阻, 30.0k, 0.1%, 0.1W, 0603	Susumu Co Ltd	RG1608P-303-B-T5
R8、R9、R21、R32、R33、 R45、R56、R57、R69	9	电阻, 12.0k, 0.1%, 0.1W, 0603	Yageo America	RT0603BRD0712KL
R10、R15、R34、R39、 R58、R63	6	电阻, 10.0k, 0.1%, 0.1W, 0603	Yageo America	RT0603BRD0710KL
R11、R12、R23、R35、 R36、R47、R59、R60、R71	9	电阻, 5.6k, 5%, 0.1W, 0603	Yageo	RC0603JR-075K6L
R13、R14、R24、R37、 R38、R48、R61、R62、R72	9	电阻, 2.0k, 5%, 0.1W, 0603	Yageo	RC0603JR-072KL
R18、R42、R66	3	电阻, 3.30k, 0.1%, 0.1W, 0603	Susumu Co Ltd	RG1608P-332-B-T5
R20、R44、R68	3	电阻, 1.30k, 0.1%, 0.1W, 0603	Yageo America	RT0603BRD071K3L
R22、R46、R70	3	电阻, 470, 0.1%, 0.1 W, 0603	Yageo America	RT0603BRD07470RL
R73、R74、R75、R104、 R105、R121、R122、 R123、R136、R137、 R138、R150	12	电阻, 0, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	Vishay-Dale	CRCW06030000Z0EA
R76、R77、R78、R82、 R83、R84	6	电阻, 10.0k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	Vishay-Dale	CRCW060310K0FKEA
R79、R80、R81、R86、 R87、R88、R89、R92	8	电阻, 330, 0.1%, 0.1 W, 0603	Susumu Co Ltd	RG1608P-331-B-T5
R85	1	电阻, 97.6k, 0.1%, 0.1W, 0603	Yageo America	RT0603BRD0797K6L
R90、R91	2	电阻, 4.99k, 0.1%, 0.1W, 0603	Yageo America	RT0603BRD074K99L

表 4-1. 物料清单 (续)

位号	数量	说明	制造商	器件型号
R93	1	电阻, 3.01k, 1%, 0.1W, 0603	Yageo	RC0603FR-073K01L
R94	1	电阻, 0, 5%, 0.125W, AEC-Q200 0 级, 0805	Vishay-Dale	CRCW08050000Z0EA
R95、R99	2	电阻, 100k, 0.1%, 0.1W, 0603	Yageo America	RT0603BRD07100KL
R96	1	电阻, 237k, 1%, 0.1W, 0603	Yageo	RC0603FR-07237KL
R97	1	电阻, 453k, 0.5%, 0.1W, 0603	Yageo America	RT0603DRE07453KL
R98	1	电阻, 23.2k, 0.5%, 0.1W, 0603	Yageo America	RT0603DRE0723K2L
R100	1	电阻, 49.9k, 1%, 0.1W, 0603	Yageo	RC0603FR-0749K9L
R101、R102、R103、 R143、R144、R145	6	电阻, 0, 5%, 0.125W, 0805	Yageo America	RC0805JR-070RL
R106、R107、R108	3	电阻, 93.1k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	Vishay-Dale	CRCW060393K1FKEA
R109、R110、R111	3	电阻, 4.99k, 1%, 0.1W, 0603	Bourns	CR0603-FX-4991ELF
R115、R116、R117、R118、 R119、R120、R127、 R128、R129、R130、 R131、R132	12	电阻, 10.0, 1%, 0.063W, 0402	KOA Speer	RK73H1ETTP10R0F
R139、R140、R141、 R154、R155、R156	6	电阻, 10.0, 0.1%, 0.1 W, 0603	Yageo America	RT0603BRD0710RL
R146、R147、R148	3	单转 SMD 微调器, 3mm, 1MEG, 开式微调器	TT Electronics	35WR1MEGLFTR
R151、R152、R153	3	电阻, 0.005, 1%, 3W, AEC-Q200 0 级, 2512	Bourns	CRE2512-FZ-R005E-3
SH-J1、SH-J2、SH-J3、SH- J4、SH-J5、SH-J6、SH- J7、SH-J8、SH-J9、SH- J10、SH-J11、SH-J12、SH- J13、SH-J14、SH-J15、SH- J16、SH-J17、SH-J18、SH- J19	19	分流器, 100mil, 镀金, 黑色	Samtec	SNT-100-BK-G
U1、U2、U3	3	100V 半桥智能栅极驱动器	德州仪器 (TI)	DRV8161DGSR
U4	1	100V 低 IQ 同步降压稳压器, DDA0008E (SOIC-8)	德州仪器 (TI)	LM5164DDAT
U5	1	500mA、25V 线性稳压器, DCY0004A (SOT-223-4)	德州仪器 (TI)	UA78M33CDCYR

表 4-1. 物料清单 (续)

位号	数量	说明	制造商	器件型号
C45、C46、C47、C48、 C49、C50、C63、C64、 C65、C66、C67、C68	0	电容, 陶瓷, 0.01uF, 100V, +/-5%, X7R, 0603	AVX	06031C103JAT2A
C51、C52、C54、C55、 C57、C58、C69、C71、 C73、C87、C90、C91	0	电容, 陶瓷, 0.01uF, 25V, +/-5%, C0G/NP0, 0603	Kemet	C0603H103J3GACTU
C53、C56、C59、C70、 C72、C74	0	电容, 陶瓷, 0.01uF, 100V, +/-10%, X7R, 0603	MuRata	GRM188R72A103KA01D
C60、C61、C62、C75、 C76、C77	0	电容器, 陶瓷, 2200pF, 100V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	TDK	CGA3E2X7R2A222K080AA
D4、D5、D6、D7、D8、D9	0	二极管, 齐纳二极管, 5.6V, 500mW, SOD-123	Diodes Inc.	DDZ5V6B-7
R112、R113、R114、 R124、R125、R126	0	电阻, 100, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	Vishay-Dale	CRCW0603100RJNEA
R133、R134、R135	0	电阻, 100k, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	Vishay-Dale	CRCW0603100KJNEA
R142、R149	0	电阻, 0, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	Vishay-Dale	CRCW06030000Z0EA

5 其他信息

5.1 商标

C2000™, LaunchPad™, and BoosterPack™ are trademarks of Texas Instruments.

Google Chrome® is a registered trademark of Google LLC .

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