



直流无刷电机开发平台 – MVPB-A 硬件说明

版本：V1.00 日期：2020-05-06

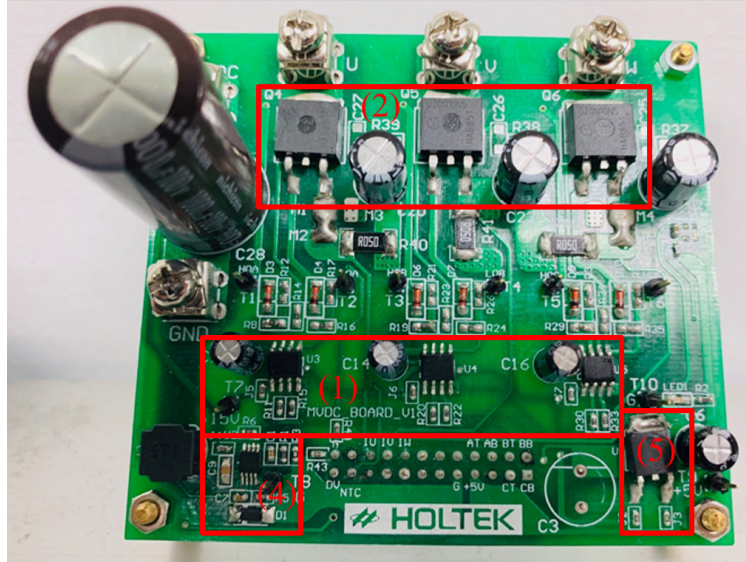
www.holtek.com

目录

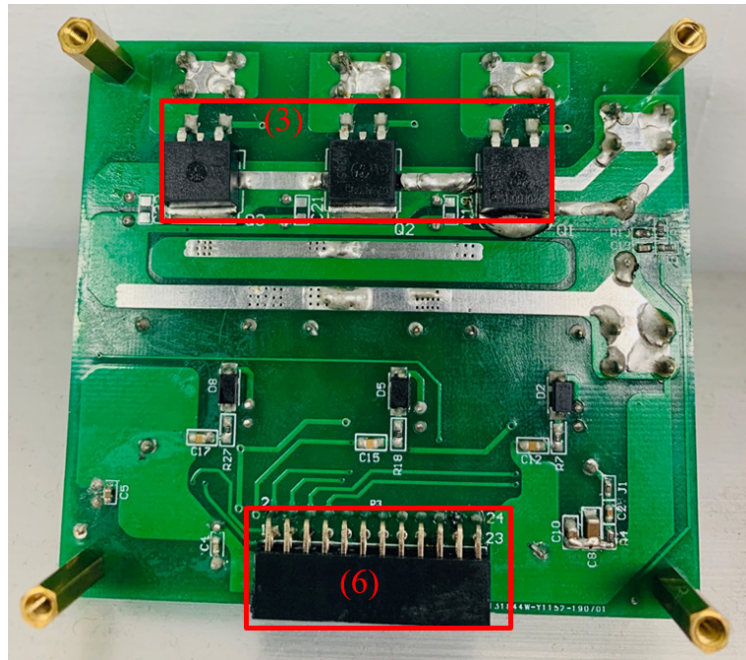
1. 简介	3
2. 电路原理图	5
2-1 栅极驱动电路.....	5
2-2 变频器电路.....	6
2-3 DC-DC 功率转换器电路	6
2-4 LDO 电路.....	7
2-5 MOSFET 温度反馈电路	7
2-6 直流链电压反馈电路.....	8
2-7 信号及电源的测试点.....	9
2-8 MVPB-A 与 FOC-EVB 的连接器	9
3. PCB 布局	10
4. BOM 列表.....	11

1. 简介

直流无刷电机开发平台 MVPB-A 如图 1-1 所示，其栅极驱动电路如图 1-1(a) 的第 (1) 部分；下臂的 MOSFET 开关元件如图 1-1(a) 的第 (2) 部分；上臂的 MOSFET 开关元件如图 1-1(b) 的第 (3) 部分；DC-DC 功率转换器电路如图 1-1(a) 的第 (4) 部分；5V LDO 电路如图 1-1(a) 的第 (5) 部分；与 FOC-EVB 的连接器如图 1-1(b) 的第 (6) 部分。另外，MVPB-A 具有直流链电压反馈电路及 MOSFET 温度反馈电路，使用者可分别从 MCU ADC 外设的 ADC1-IN3 及 ADC1-IN6 读取信号。



(a)



(b)

图 1-1 直流无刷电机开发平台 MVPB-A

MVPB-A 的开发环境如图 1-2 所示，使用者将 MVPB-A 与 FOC-EVB 相连，再用 USB 线连接到 PC，使目标 MCU 与直流无刷电机开发平台做通信。其输入电源范围为 DC 10V~60V。

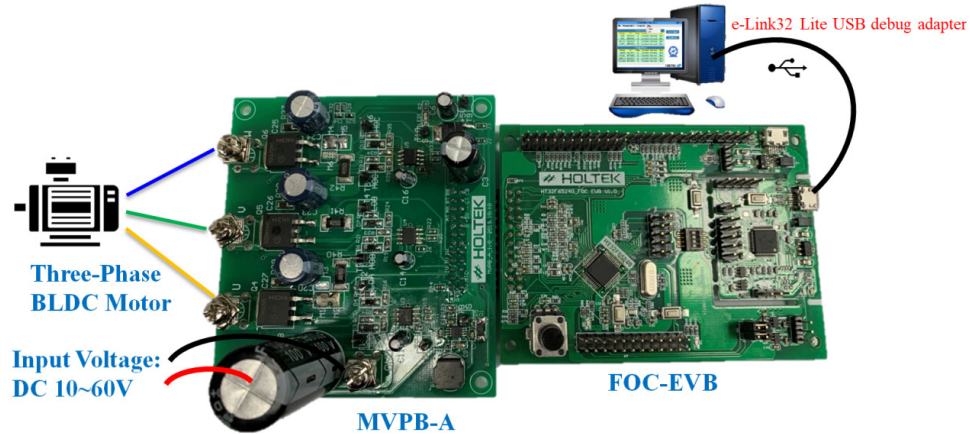


图 1-2 MVPB-A 开发环境

特色

- 输入电压：直流 (DC)10V ~ 60V
- 最大直流 (DC) 电流：20A
- 最大电机相电流：20.0A
- 相电流采样电阻 (R_shunt)：0.05Ω/2512/1%
- 总线电压分压比：1/16.00
- 栅极驱动信号极性：
 - ◆ 下臂导通极性：低电平
 - ◆ 上臂导通极性：高电平

如上述 MVPB-A 的最大电机相电流规格为 20A，但其硬件默认参数如下：

- (1) MVPB-A 的 R40、R41、R42 等 R_shunt 元件规格为 0.05Ω/2512/1%。
- (2) FOC-EVB 的 R11、R12 元件规格为 7.5kΩ/0603/1%。
- (3) FOC-EVB 的 R26、R27、R29、R30 元件规格为 15kΩ/0603/1%。

此硬件参数下，电机可操作的最大电流为：

$$I(\text{motor max current}) = 2.3 / (R_{\text{shunt}} \times \text{OPA Gain}) = 2.3 / (0.05 \times 7.5) = 6.1\text{A}。$$

若使用者欲使电机最大操作电流调整为 20A，需做的设定如下：

- (1) 将 MVPB-A 的 R40、R41、R42 元件规格改为 0.005Ω/2512/1%。
- (2) 将 FOC-EVB 的 R15、R16、R19、R22 元件由规格 820Ω/0603/1% 更改为 150Ω/0603/1%。

根据上述的设定，可使 MVPB-A 的电机最大操作电流由 6.1A 更改为 20A。

2. 电路原理图

此章节将针对 MVPB-A 的硬件电路搭配实际电路原理图做解说，详如下述第 2-1~2-7 节。

2-1 栅极驱动电路

如图 2-1 为栅极驱动电路，采用的元器件型号为 IR2103，属半桥型自举驱动器。极性的部分，上臂为高态动作、下臂为低态动作。以 A 相的栅极驱动器 U3 为例，元件 R8 搭配 D3、R16 搭配 D4 用于加速开关元件的 Turn-off。另外，跳接电阻 J5、J6 及 J7，用于连接栅极驱动器元器件的 VCC 引脚，供使用者在硬件功能的测试时，可单独供电给栅极驱动器元器件，可搭配示波器观测其输入 / 输出信号，验证功能是否正常。

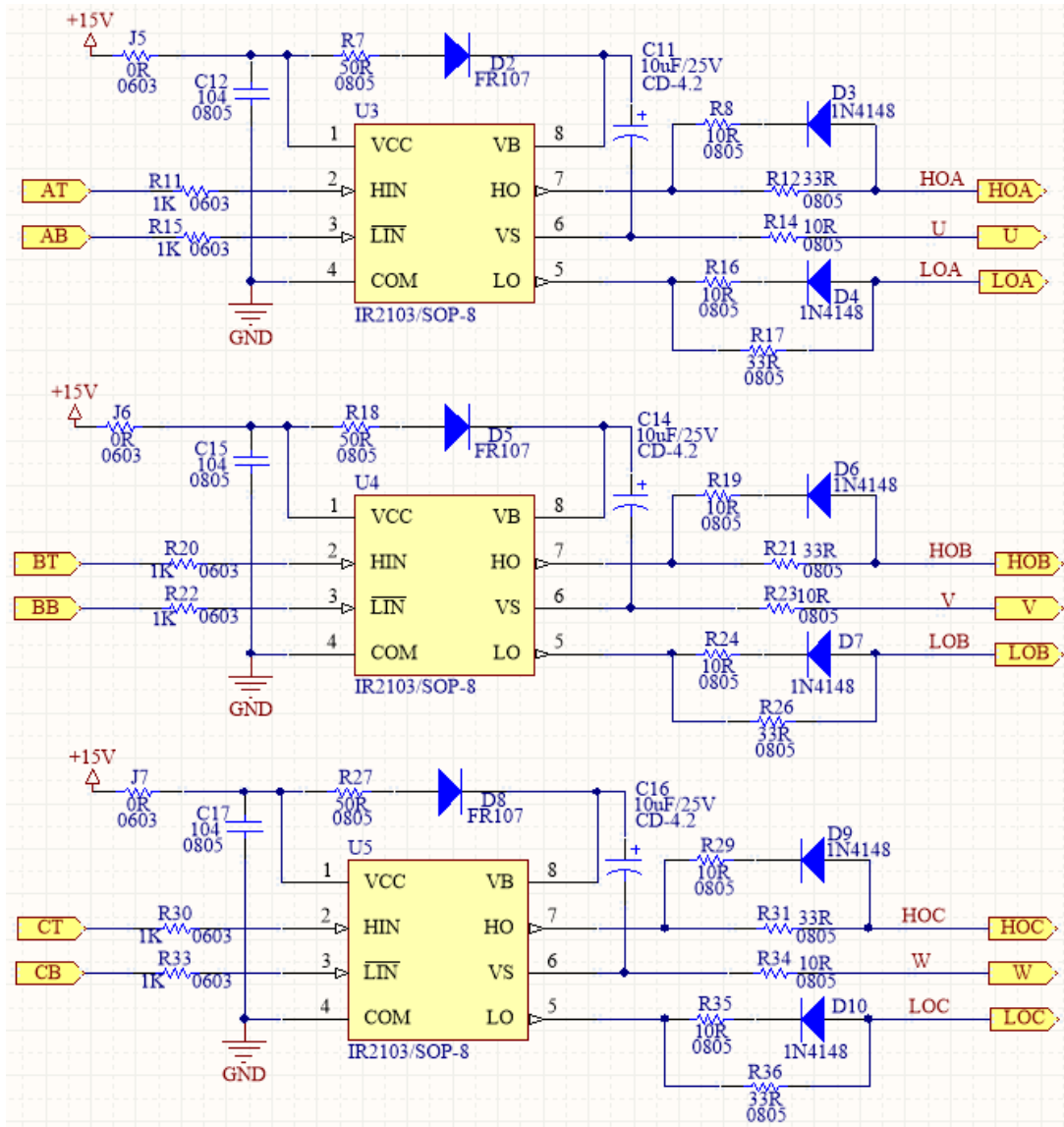


图 2-1 栅极驱动电路

2-2 变频器电路

如图 2-2 为变频器电路，其开关元件型号为 IPB020N10N5，规格的部分如下表 2-1 所示。而跳接板 (Jumper Pad) 的部分，为选择 3 组 R_Shunts 反馈电机电流，需将下臂 MOSFET 的源极连接至相电流采样电阻，M1 短路连接至 M2、M4 短路连接至 M5。而相电流采样电阻用于反馈电机相电流信号到 MCU 做 FOC 闭环控制，并同时反馈至 MCU 内建比较器做三相过电流保护。而其硬件默认值为 $0.05\Omega/2512$ ，使用者要更换其它阻值时需注意元件的额定功率为 2W。

项目	数值
Vds	100V
Rds(on).max	2.0m Ω
Id	176A
Qg	168nC

表 2-1 IPB020N10N5 规格表

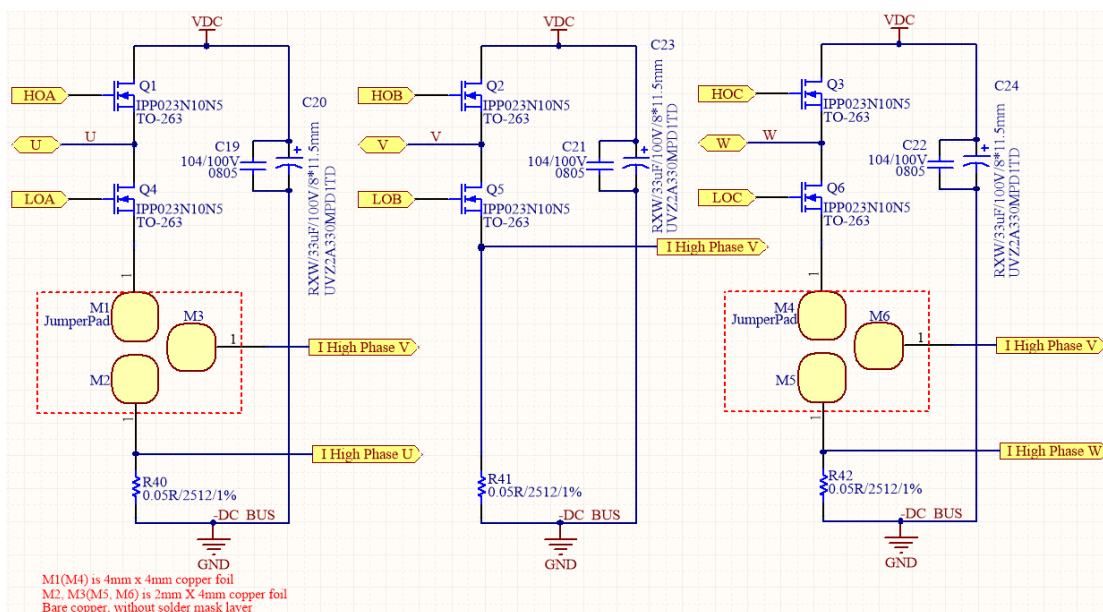


图 2-2 变频器电路

2-3 DC-DC 功率转换器电路

图 2-3 为 DC-DC 功率转换器电路，其采用的元器件型号为 LM5008，架构为降压开关稳压器，而此电路的输出主要作为栅极驱动器元器件的供电，其规格如下表 2-2 所示。DC-DC 功率转换器输出电压的硬件默认值为 15V，而当操作于 $V_o=15V$ 时，其输出电流最大值为 0.3A。若输入电压小于 10V，则此功率转换器元器件将不再正常运行。

项目	数值
输出电压 V_o 默认值	15V
$I_o.max$ ($V_o=15V$)	0.3A
输入电压 V_i 范围	10~72V

表 2-2 DC-DC 功率转换器规格表

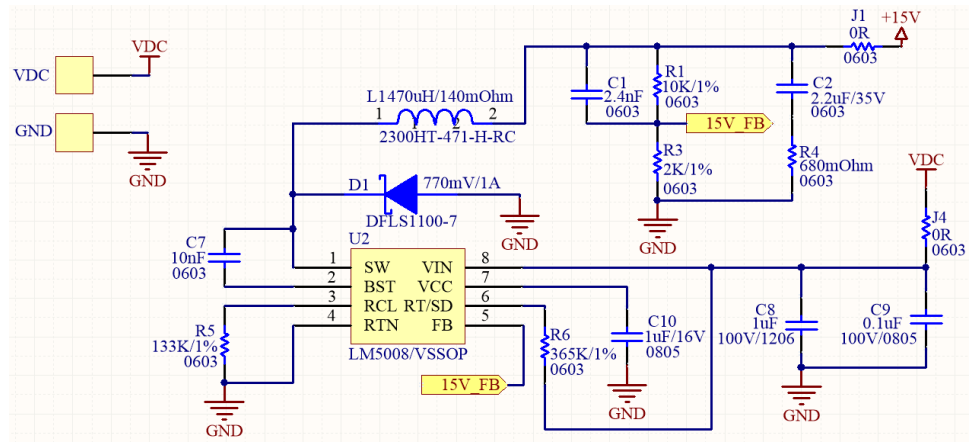


图 2-3 DC-DC 功率转换器电路

2-4 LDO 电路

图 2-4 为 5V LDO 电路，其采用的元器件型号为 7805，而此电路的输出主要作为 MCU 元器件的供电，需通过与 FOC-EVB 的连接器 P3 进行供电。此外，使用者可通过 LED1 判断 MVPB-A 电路板是否有送电。

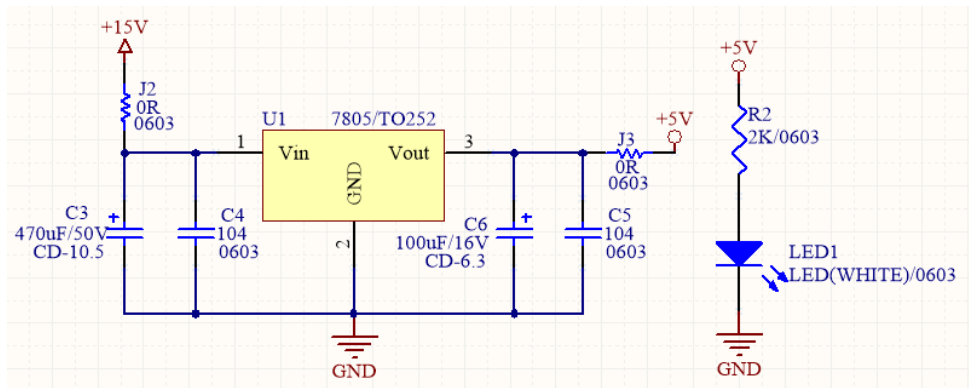


图 2-4 LDO 电路

2-5 MOSFET 温度反馈电路

图 2-5 为 MOSFET 温度反馈电路，硬件电路设计上，将 NTC 摆置邻近于 MOSFET，其 NTC 型号为 B57343V5103F360，属负电阻温度系数，而其 B 值为 3624K。通过 MCU 的 ADC1-IN6 读值，可推算出此时 NTC 的电阻值，再通过其 B 值可估算出目前 MOSFET 的温度。

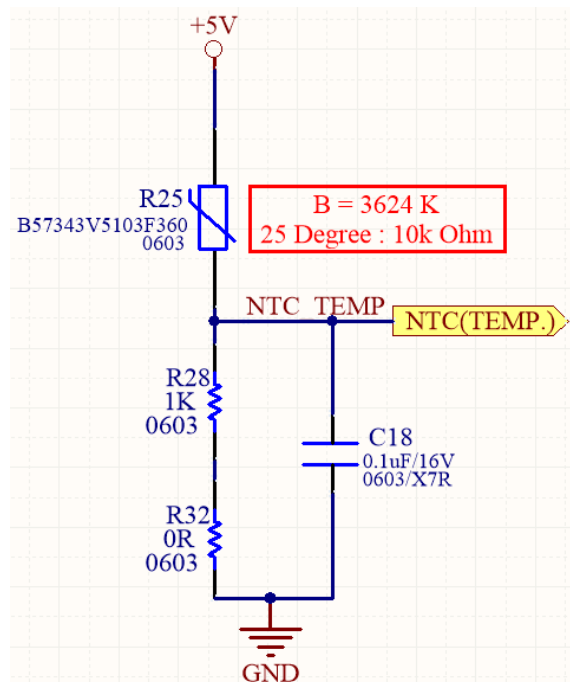


图 2-5 MOSFET 温度反馈电路

2-6 直流链电压反馈电路

图 2-6 为直流链电压反馈电路，硬件电路的默认，其 Det_VDC 反馈信号为实际直流链电压的 1/16 倍。通过 MCU 的 ADC1-IN3 读值，搭配硬件的缩小倍率，可计算出当前的直流链电压值。

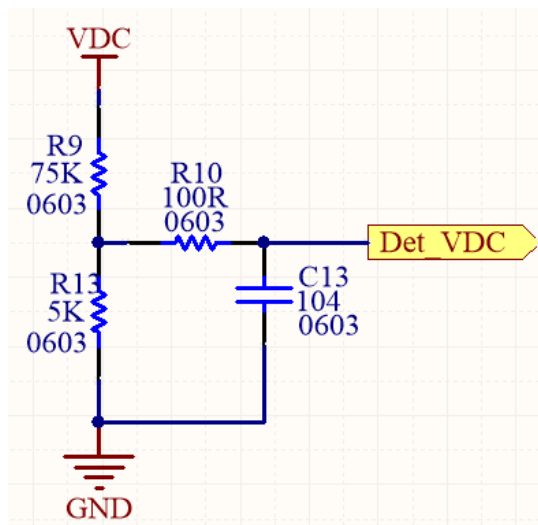


图 2-6 直流链电压反馈电路

2-7 信号及电源的测试点

图 2-7 为信号及电源的测试点，包含栅极驱动器的输出信号 HOA, LOA, HOB, LOB, HOC 和 LOC、DC-DC 功率转换器输出电压以及 5V LDO 的输出电压。

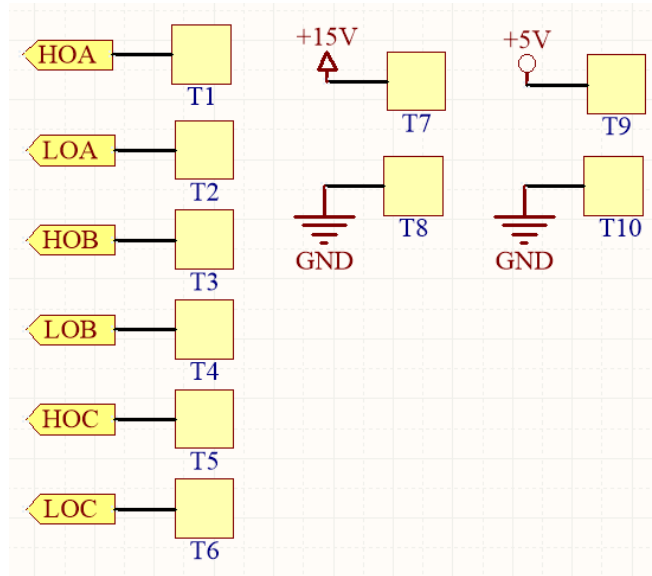


图 2-7 信号及电源的测试点

2-8 MVPB-A 与 FOC-EVB 的连接器

图 2-8 为 MVPB-A 与 FOC-EVB 的连接器，其引脚包含栅极驱动器的输入信号 AT, AB, BT, BB, CT 和 CB、直流链电压反馈信号 Det_VDC、MOSFET 温度反馈信号 NTC_MOSFET、三相电流反馈信号 I High Phase U, I High Phase V, I High Phase W 以及 5V LDO 的输出电压。其引脚定义如下表 2-3 所示。

引脚编号	定义	引脚编号	定义
1	CB	2	BB
3	CT	4	BT
5	NC	6	AB
7	5V	8	AT
9	GND	10	NC
11	NC	12	NC
13	NC	14	NC
15	NC	16	I High Phase W
17	NC	18	I High Phase V
19	NC	20	I High Phase U
21	NTC_MOSFET	22	NC
23	Det_VDC	24	GND

表 2-3 MVPB-A 与 FOC-EVB 的连接器引脚定义

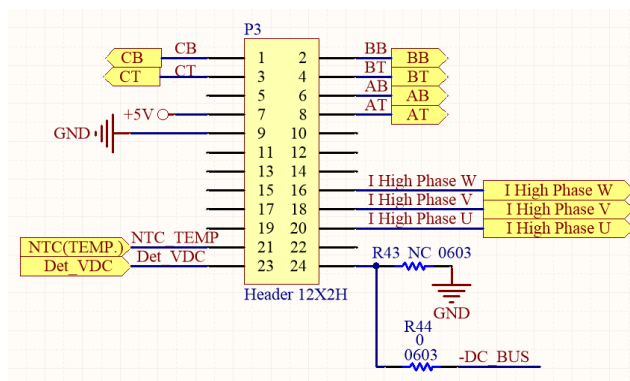


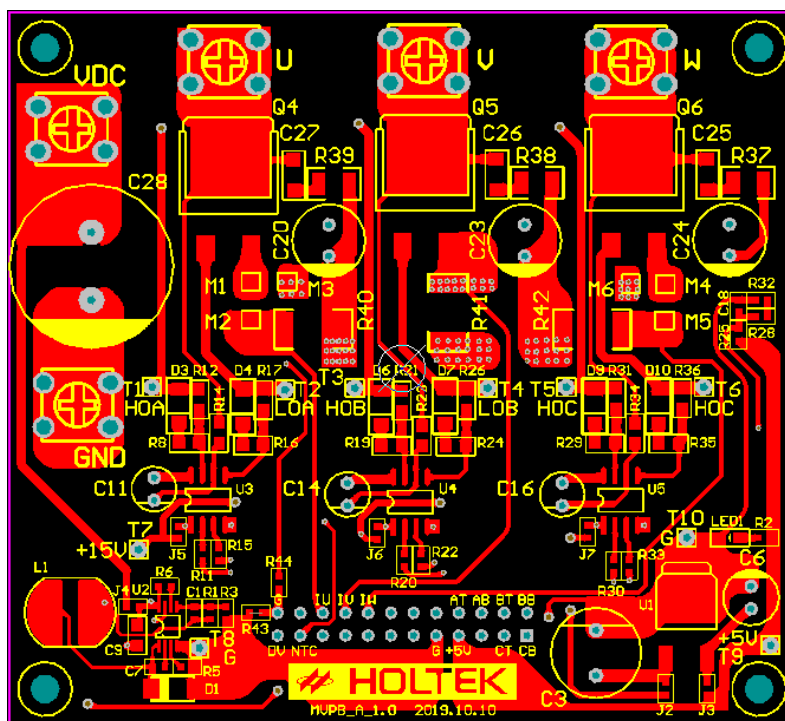
图 2-8 MVPB-A 与 FOC-EVB 的连接器

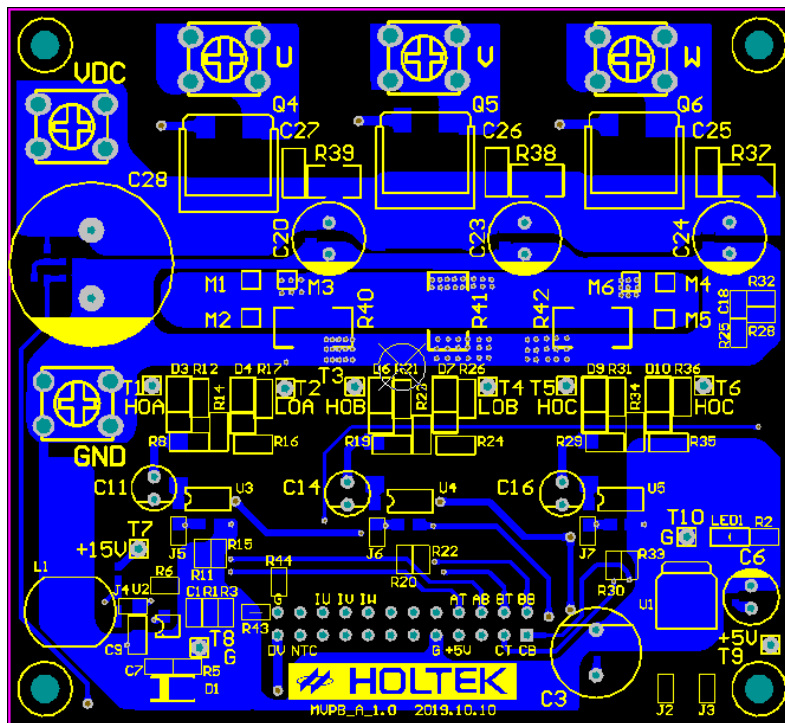
3. PCB 布局

图 3-1 为 MVPB-A 的 PCB 布局，其详细规格如表 3-1 所示。

电路板长 × 宽	80 × 88 (mm)
电路板厚度	1.6 (mm)
Layer 层数	2 (层)
铜箔厚度	2(Oz)
电路板材	FR-4
防焊层颜色	绿色

表 3-1 MVPB-A 电路板之规格表





(b)

图 3-1 直流无刷电机开发平台 MVPB-A PCB 布局: (a) 上层; (b) 下层

4. BOM 列表

表 4-1 为 MVPB-A 的 BOM 列表, 此为单套电路板所需的全部元器件。

编号	注释	说明	元器件标号	数量
1	3.3nF, 50V, ±5%, 0603	MLCC 电容	C1	1
2	2.2μF, 50V, ±5%, 0603	MLCC 电容	C2	1
3	10nF, 50V, ±5%, 0603	MLCC 电容	C7	1
4	0.1μF, 50V, ±5%, 0603	MLCC 电容	C4, C5, C13, C18	4
5	0.1μF, 50V, ±5%, 0805	MLCC 电容	C9, C12, C15, C17, C19, C21, C22	7
6	1μF, 50V, ±10%, 0805	MLCC 电容	C10	1
7	1μF, 50V, ±10%, 1206	MLCC 电容	C8	1
8	10nF, 50V, ±5%, 1206	MLCC 电容	C25, C26, C27	3
9	1000μF, 100V, (18×40mm)	极化电容 (径向)	C28	1
10	470μF, 50V, (10×22mm)	极化电容 (径向)	C3	1
11	100μF, 16V, (6.3×12.5mm)	极化电容 (径向)	C6	1
12	10μF, 25V, (5×12.5mm)	极化电容 (径向)	C11, C14, C16	3
13	RXW/33μF, 100V, (8×11.5mm)	极化电容 (径向)	C20, C23, C24	3
14	DFLS1100-7, PowerDI 123	肖特基二极管 & 整流器	D1	1
15	FR107, SMA	快速恢复整流器	D2, D5, D8	3
16	1N4148, SOD123	小信号高速开关二极管	D3, D4, D6, D7, D9, D10	6

编号	注释	说明	元器件标号	数量
17	GD-G14	连接器 (GD-G14 单端子 4 脚 - 含螺丝)	VDC, GND, U, V, W	5
18	Connector, 2×12Pin, Pitch2.54mm, 90degree	12 脚排针, 双排, 直角	P3	1
19	FNR8040S471MT, (COIL2_RC0810)	电感	L1	1
20	LED, GREEN, 0603	典型红外 GaAs LED	LED1	1
21	NTC, 0603,10K,1%	NTC	R25	1
22	0Ω, 0603, ±5%	SMD 电阻	J1, J2, J3, J4, J5, J6, J7, R32, R4, R44	10
23	1kΩ, 0603, ±5%	SMD 电阻	R11, R15, R20, R22, R28, R30, R33	7
24	5kΩ, 0603, ±5%	SMD 电阻	R13	1
25	75kΩ, 0603, ±5%	SMD 电阻	R9	1
26	100Ω, 0603, ±5%	SMD 电阻	R10	1
27	130kΩ, 0603, ±5%	SMD 电阻	R5	1
28	360kΩ, 0603, ±5%	SMD 电阻	R6	1
29	51Ω, 0805, ±5%	SMD 电阻	R7, R18, R27	3
30	10Ω, 0805, ±5%	SMD 电阻	R8, R14, R16, R19, R23, R24, R29, R34,R35	9
31	33Ω, 0805, ±5%	SMD 电阻	R12, R17, R21, R26, R31, R36	6
32	4.7Ω, 1210, ±5%	SMD 电阻	R37, R38, R39	3
33	0.05Ω, 2512, ±1%	1% SMD 电阻	R40, R41, R42	3
34	10kΩ, 0603, ±1%	1% SMD 电阻	R1	1
35	2kΩ, 0603, ±1%	1% SMD 电阻	R2,R3	2
36	IR2103STRPBF, SOIC-8	半桥栅极驱动器	U3, U4, U5	3
37	LM5008, VSSOP8	高压 (95V) 降压开关稳压器	U2	1
38	7805, TO252	稳压器 IC	U1	1
39	NPN MOSFET, SQM70060EL_GE3, TO-263	N-CH MOSFET	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5, Q6	6
40	NC	跳接点 (NC)	R43, M1, M2, M3, M4, M5, M6	7
41	NC	测试点 (NC)	T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10	10

表 4-1 直流无刷电机开发平台 MVPB-A BOM 列表

Copyright© 2020 by HOLTEK SEMICONDUCTOR INC.

使用指南中所出现的信息在出版当时相信是正确的，然而 Holtek 对于说明书的使用不负任何责任。文中提到的应用目的仅仅是用来做说明，Holtek 不保证或表示这些没有进一步修改的应用将是适当的，也不推荐它的产品使用在会由于故障或其它原因可能会对人身造成危害的地方。Holtek 产品不授权用于救生、维生从机或系统中做为关键从机。Holtek 拥有不事先通知而修改产品的权利，对于最新的信息，请参考我们的网址 <http://www.holtek.com/zh/>。