



直流無刷馬達開發平台 MVPB-A_V1.2 硬體說明

版本：V1.10 日期：2025-02-18

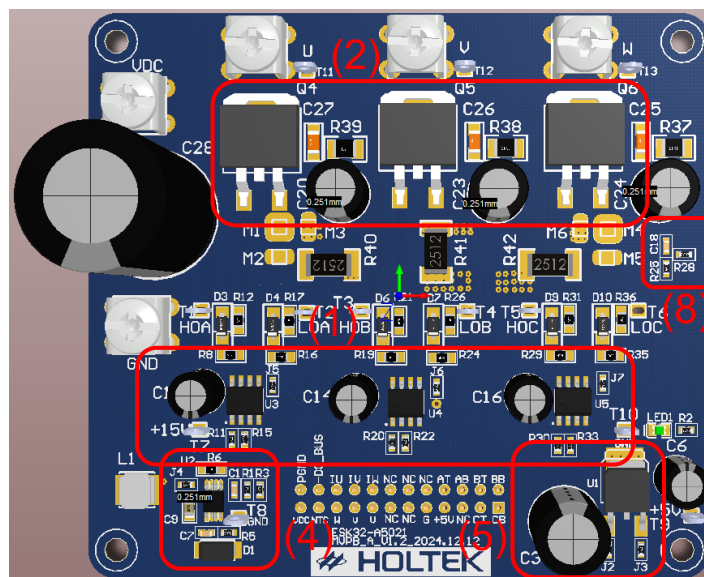
www.holtek.com

目錄

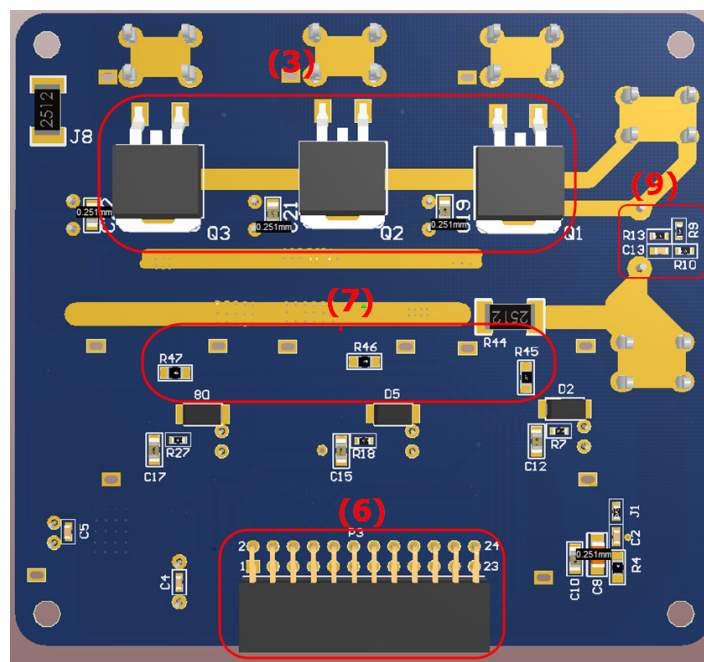
1. 簡介	3
2. 電路原理圖	6
2-1 Gate Driver 閘極驅動電路	6
2-2 逆變器電路	7
2-3 DC-DC 功率轉換器電路	9
2-4 LDO 電路	9
2-5 MOSFET 溫度回授電路	10
2-6 直流鏈電壓回授電路	10
2-7 訊號及電源的測試點	11
2-8 MVPB-A 的連接器	11
2-9 反電動式偵測電路	12
3. PCB 佈局	13
4. BOM 列表	15

1. 簡介

直流無刷馬達開發平台 MVPB-A_V1.2，如下圖所示。(1) 閘極驅動電路。(2) 下側的 MOSFET 開關組件。(3) 上側的 MOSFET 開關組件。(4) DC-DC 功率轉換器電路。(5) 5V LDO 電路。(6) MVPB-A_V1.2 的連接器。(7) 反電動勢偵測電路。(8) MOSFET 溫度回授電路。(9) 直流鏈電壓回授電路。第 (7)~(9) 部分所產生的類比訊號可由 MCU 的 ADC 做訊號的讀取轉換。



(a)

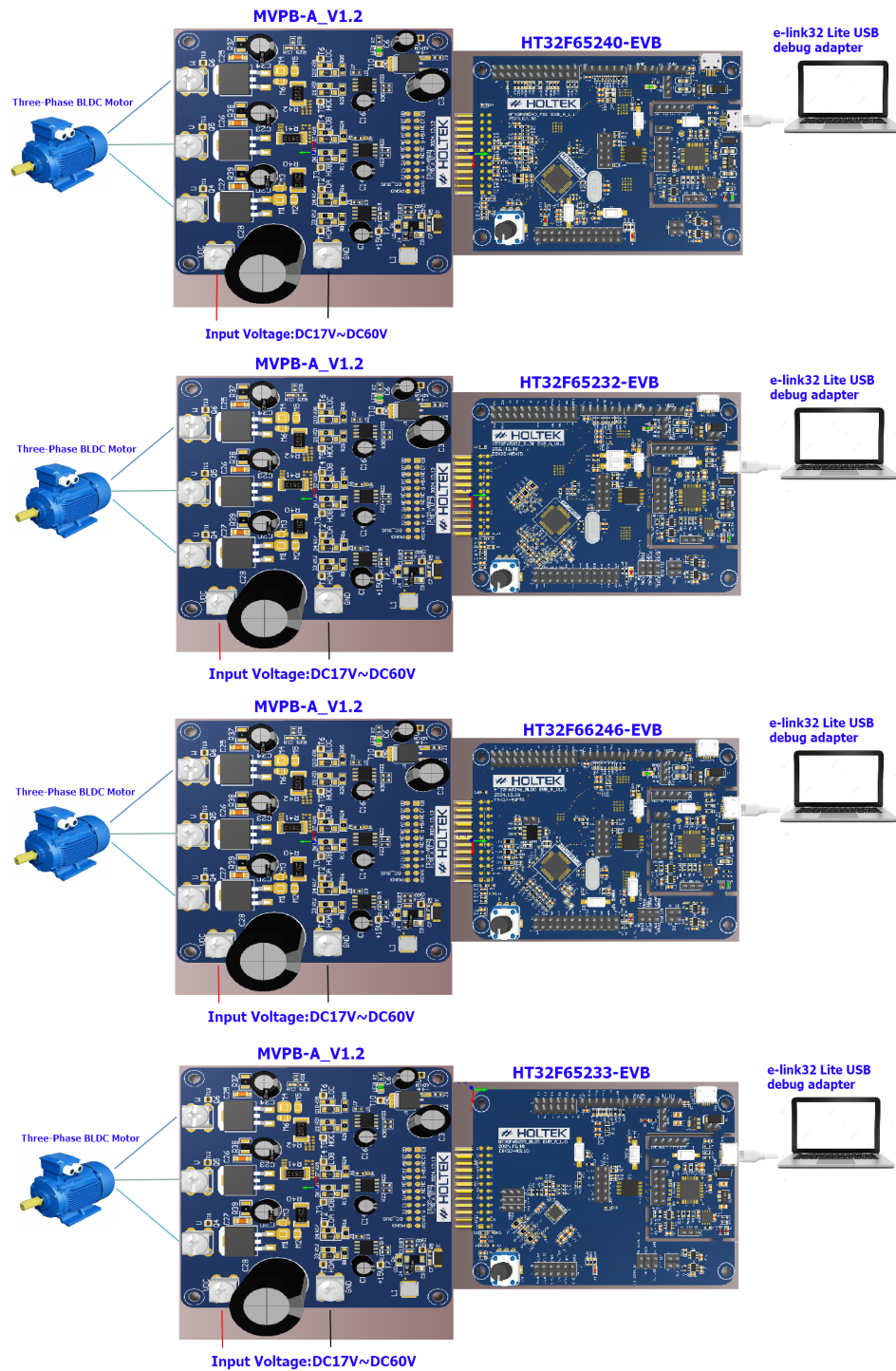


(b)

直流無刷馬達開發平台 MVPB-A V1.2

(a) PCBA 正面 ; (b) PCBA 背面

MVPB-A_V1.2 的開發環境如下圖所示，使用者採用單電阻採樣可使用 HT32F65232-EVB 與 MVPB-A_V1.2 相連或是使用者採用雙電阻採樣可使用 HT32F65233-EVB / HT32F65240-EVB 與 MVPB-A_V1.2 相連，以及三電阻採樣可以使用 HT32F66246-EVB 再以 USB 線連接至 PC，使目標 MCU 與直流無刷馬達開發平台做通訊。其輸入電源範圍為 DC 17V~60V。



MVPB-A_V1.2 開發環境

特色

- 輸入電壓：DC 17V~60V
- 最大直流總線電流：20A
- 最大馬達相電流：22A
- 相電流採樣電阻 (R_Shunt)：0.05Ω/2512/1%/2W
- 直流鏈電壓分壓比：1/16.00
- 柵極驅動信號極性：
 - (1) 下側導通極性：低電平
 - (2) 上側導通極性：高電平

如上述 MVPB-A 的最大馬達相電流規格為 22A，但其硬體預設參數如下：

- (1) MVPB-A 的 R40、R41、R42 組件規格為 0.05Ω/2512/1%。
- (2) 選擇 HT32F65240-EVB 的 R13、R17、R21、R23 組件規格為 180Ω。
 HT32F65240-EVB 的 R15、R16、R19、R22 組件規格為 820Ω。
 HT32F65240-EVB 的 R11、R12 組件規格為 7.5KΩ。
 HT32F65240-EVB 的 R26、R27、R29、R30 組件規格為 15KΩ。
- (3) 選擇 HT32F65232-EVB 的 R23 組件規格為 180Ω。
 HT32F65232-EVB 的 R22 組件規格為 820Ω。
 HT32F65232-EVB 的 R12 組件規格為 7.5KΩ。
 HT32F65232-EVB 的 R29、R30 組件規格為 15KΩ。

而其硬體參數下，馬達可操作的最大相電流為：

$$I_{\max} = \frac{2.5V}{R_{\text{shunt}} \times \text{Gain}} = \frac{2.5V}{0.05\Omega \times 7.5} = 6.67A$$

- (4) HT32F65233-EVB Gain 為內部設定，所以 R13、R21、R17、R23 組件規格為 0Ω。

調整 Gain 的倍率，馬達可操作的最大電流為：

$$I_{\max} = \frac{2.5V}{R_{\text{shunt}} \times \text{Gain}} = \frac{2.5V}{0.05\Omega \times 8} = 6.25A$$

- (5) HT32F66246-EVB Gain 為內部設定，所以 R20、R24、R30、R12、R22、R29 組件規格為 0Ω。

調整 Gain 的倍率，馬達可操作的最大電流為：

$$I_{\max} = \frac{2.5V}{R_{\text{shunt}} \times \text{Gain}} = \frac{2.5V}{0.05\Omega \times 8} = 6.25A$$

若使用者欲使馬達最大操作相電流調整為 22A。需做的設定如下：

- (1) 將 MVPB-A 的 R40、R41、R42、R44 組件規格改為 0.005Ω/2512/1%。
- (2) 選擇 HT32F65240-EVB 的 R15、R16、R19、R22 組件由規格 820Ω 更改為 150Ω。
- (3) 選擇 HT32F65232-EVB 的 R16 組件由規格 1KΩ 更改為 330Ω，R22 組件由規格 820Ω 更改為 150Ω。
- (4) 選擇 HT32F65233-EVB 的，需調整內部 OPA Gain，調整如下：

$$I_{\max} = \frac{2.5V}{R_{\text{shunt}} \times \text{Gain}} = \frac{2.5V}{0.005\Omega \times 24} = 20.83A$$

- (5) 選擇 HT32F66246-EVB 的，需調整內部 OPA Gain，調整如下：

$$I_{\max} = \frac{2.5V}{R_{\text{shunt}} \times \text{Gain}} = \frac{2.5V}{0.005\Omega \times 24} = 20.83A$$

由上述之設定，可使 MVPB-A 的馬達最大操作相電流由 6.25A/6.67A 更改為 20.83A/22A。

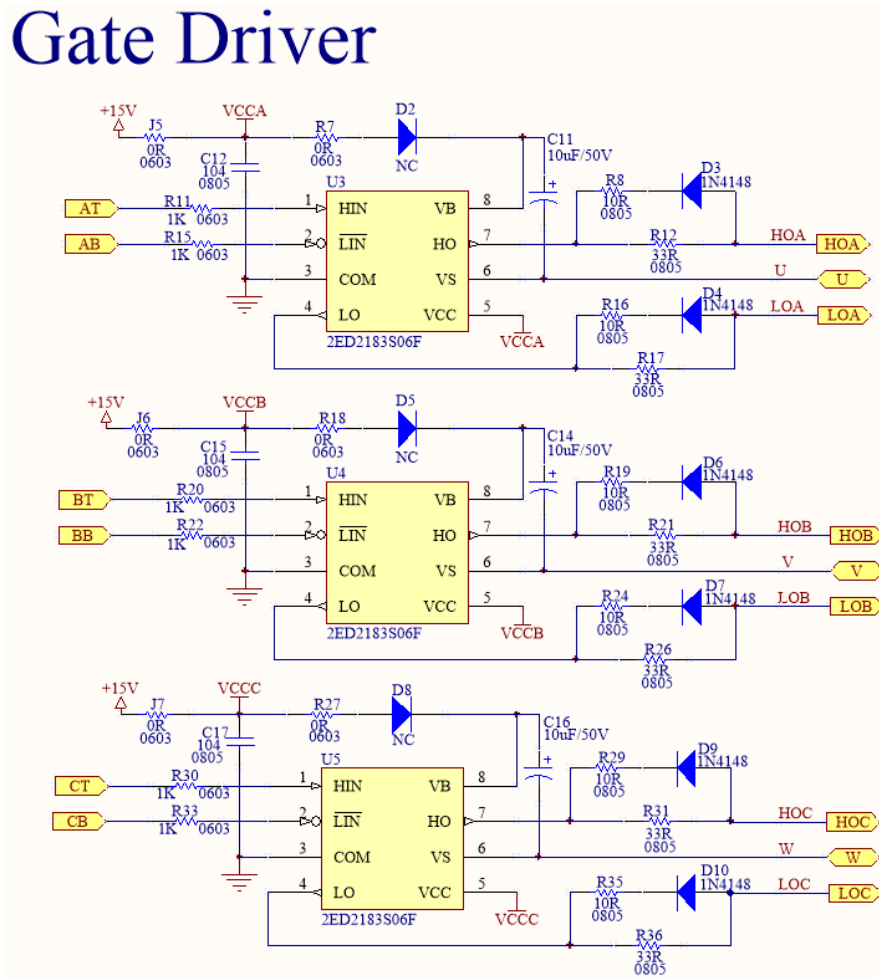
另外，在設計放大倍率及 R-Shunt 時，需注意馬達操作相電流範圍，不可大於馬達相電流最大取值，且若馬達操作相電流範圍設定過大，會影響電流取樣的解析度。

2. 電路原理圖

此章節將針對 MVPB-A 的硬體電路搭配實際電路原理圖做解說，詳如下述第 2-1~2-9 節。

2-1 Gate Driver 閘極驅動電路

下圖為 Gate Driver 閘極驅動電路，採用的組件型號為 2ED2183S06F，屬半橋型靴帶式驅動器。極性的部分，上側為高態動作、下側為低態動作。以 A 相的 Gate Driver U3 為例，組件 R8 搭配 D3、R16 搭配 D4 用以加速開關組件的關斷。另外，跳帽電阻 J5、J6 及 J7，用以連接 Gate Driver 組件的 VCC 腳位，供使用者於硬體功能的測試時，可單獨供電給 Gate Driver 組件，可搭配示波器觀測其輸入 / 輸出訊號，驗證功能是否正常。



Gate Driver 閘極驅動電路

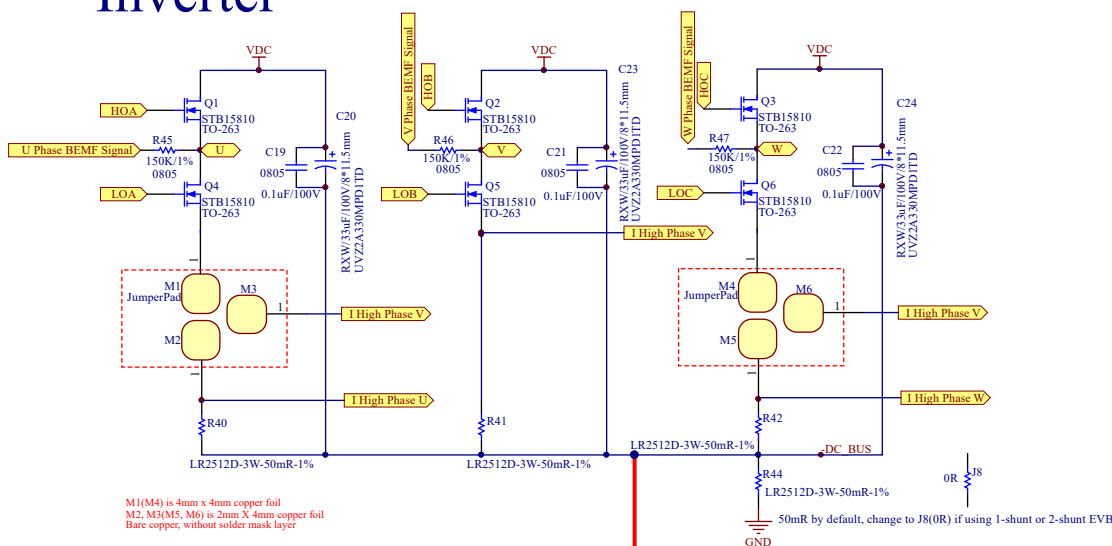
2-2 逆變器電路

如下第一個圖為逆變器電路，其開關組件型號為 STB15810，規格如下表所示。而跳帽板的部分，如選擇 HT32F65240-EVB 需將下側 MOSEFET 的源極連接至 Shunt Resistor (R40、R42)，M1 短路連接至 M2、M4 短路連接至 M5、R44 改成 J8(0R)。而 Shunt Resistor 的部分，以回授馬達相電流訊號至 MCU 做 FOC 閉迴路控制，並同時回授至 MCU 內建比較器做三相過電流保護。如選擇 HT32F65232-EVB 單電阻電流採樣控制，M1 短路連接至 M3、M4 短路連接至 M6、R44 改成 J8(0R)，如選擇 HT32F65233-EVB 及 HT32F66246-EVB 需將下側 MOSEFET 的源極連接至 Shunt Resistor (R40、R42)，M1 短路連接至 M2、M4 短路連接至 M5，預設為 R-shunt(R44) 端的電壓先進到 MCU 內建的 OPA 將訊號放大，才進到內部的比較器做過電流保護，其硬體預設值為 $0.05\Omega/2512$ ，使用者欲做更換其他阻值時需注意電阻的額定功率為 2W 以上。

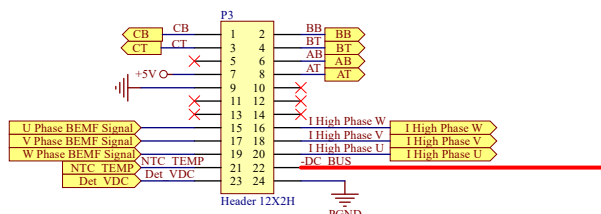
項目	數值
Vds	100V
Rds(on).max @ VGS=10V	3.9mΩ
Id	110A
Qg	117nC

STB15810 規格表

Inverter



Power Board Connector



逆變器電路

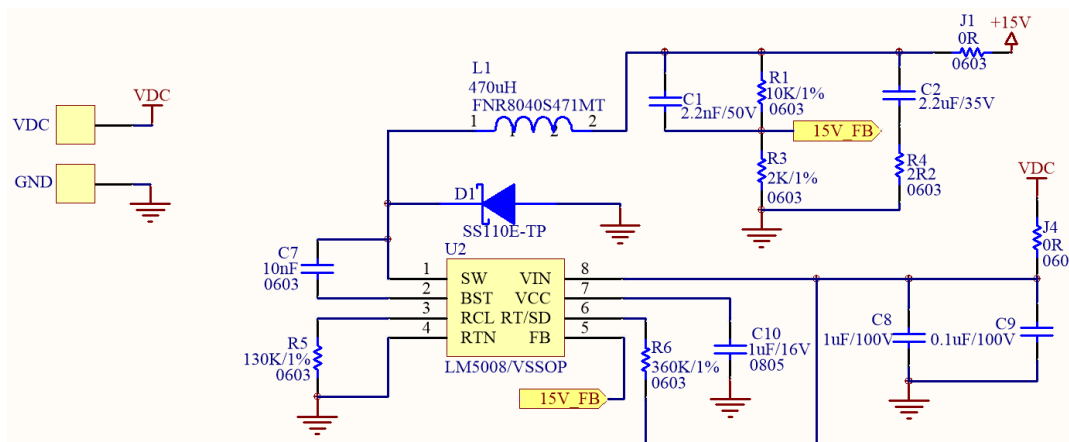


2-3 DC-DC 功率轉換器電路

下圖為 DC-DC 功率轉換器電路，其採用的組件型號為 LM5008A，架構為降壓開關穩壓器，而此電路之輸出主要做為 Gate Driver 組件的供電，其規格下表所示。DC-DC 功率轉換器輸出電壓的硬體預設值為 15V，而當操作於 $V_o=15V$ 時，其輸出電流最大值為 0.35A。若輸入電壓小於 17V，則此功率轉換器輸出電壓會低於 15V。

項目	數值
Vo 預設值	15V
Io.max @ (Vo=15V)	0.35A
Vi 範圍	17V~60V

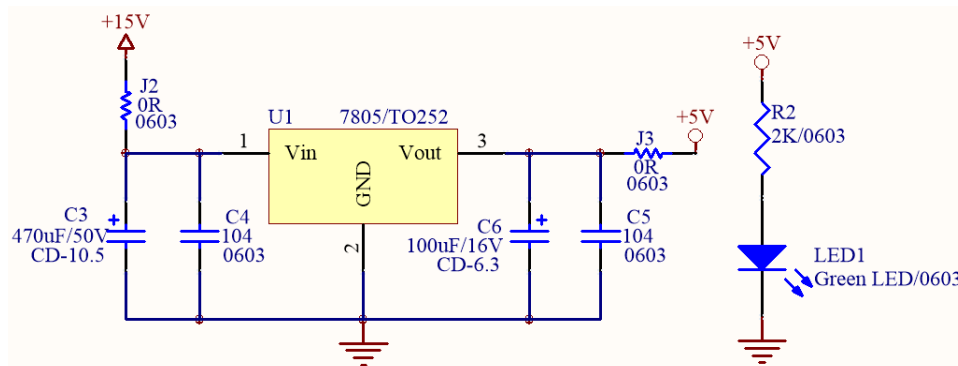
DC-DC 功率轉換器規格表



DC-DC 功率轉換器電路

2-4 LDO 電路

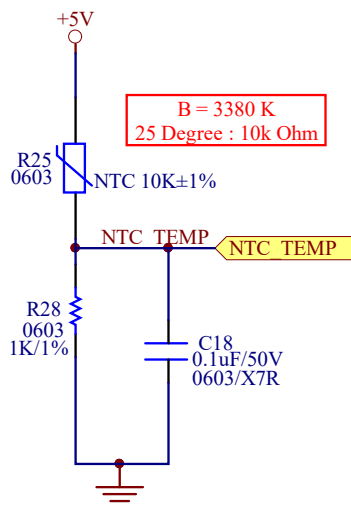
下圖為 5V LDO 電路，其採用的組件型號為 7805，而此電路之輸出主要作為 MCU 組件的供電，需透過與 MCU-EVB 的连接器 P3 做供電。此外，使用者可透過 LED1 判斷 MVPB-A 電路板是否有送電。



LDO 電路

2-5 MOSFET 溫度回授電路

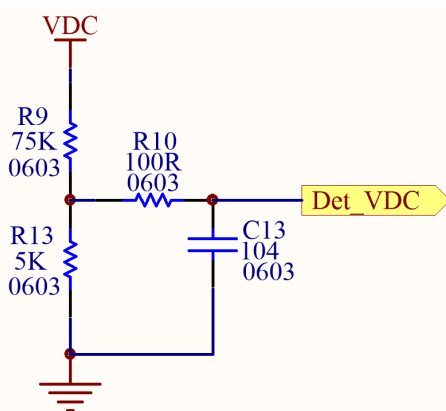
下圖為 MOSFET 溫度回授電路，硬體電路設計上，將 NTC 擺至鄰近於 MOSFET，其 NTC 型號為 NTCG163JF103FT1，屬負電阻溫度係數，而其 B 值為 $3380K \pm 1\%$ 。透過 MCU 的 ADC1-IN6 讀值，可推算出此時 NTC 的電阻值，再透過其 B 值可估算出目前 MOSFET 的溫度。



MOSFET 溫度回授電路

2-6 直流鏈電壓回授電路

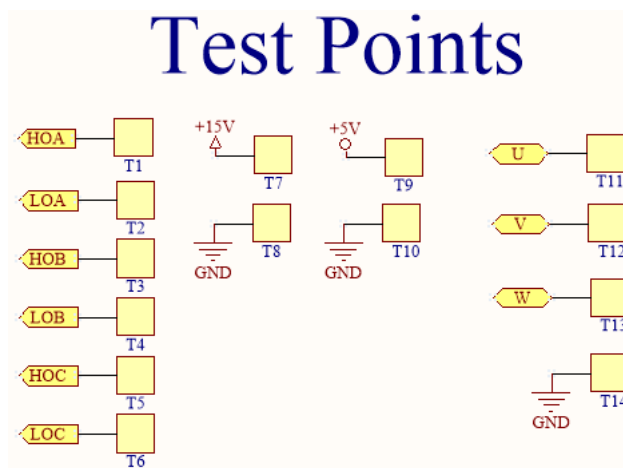
下圖為直流鏈電壓回授電路，硬體電路的預設，其 Det_VDC 回授訊號為實際直流鏈電壓的 1/16。透過 MCU 的 ADC 讀值，搭配硬體的縮小倍率，可計算出當前的直流鏈電壓值為何。



直流鏈電壓回授電路

2-7 訊號及電源的測試點

下圖為訊號及電源的測試點，包含：Gate Driver 的輸出訊號 HOA、LOA、HOB、LOB、HOC 和 LOC、DC-DC 功率轉換器輸出電壓、5V LDO 的輸出電壓、U、V 和 W 相電壓。



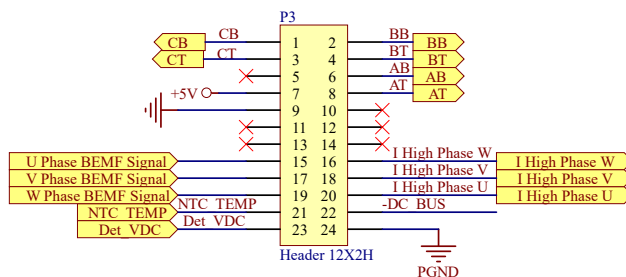
訊號及電源的測試點

2-8 MVPB-A 的連接器

下圖為 MVPB-A 的連接器電路圖，其腳位包含：Gate Driver 的輸入訊號 AT、AB、BT、BB、CT 和 CB、直流鏈電壓回授訊號 Det_VDC、MOSFET 溫度回授訊號 NTC_TEMP、三相電流回授訊號 I High Phase U、I High Phase V 和 I High Phase W、5V LDO 的輸出電壓、U Phase BEMF Signal、V Phase BEMF Signal 和 W Phase BEMF Signal。其腳位定義如下表所示。

腳位編號	定義	腳位編號	定義
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	U Phase BEMF Signal	16	I High Phase W
17	V Phase BEMF Signal	18	I High Phase V
19	W Phase BEMF Signal	20	I High Phase U
21	NTC_TEMP	22	-DC_BUS
23	Det_VDC	24	PGND

MVPB-A 的連接器腳位定義



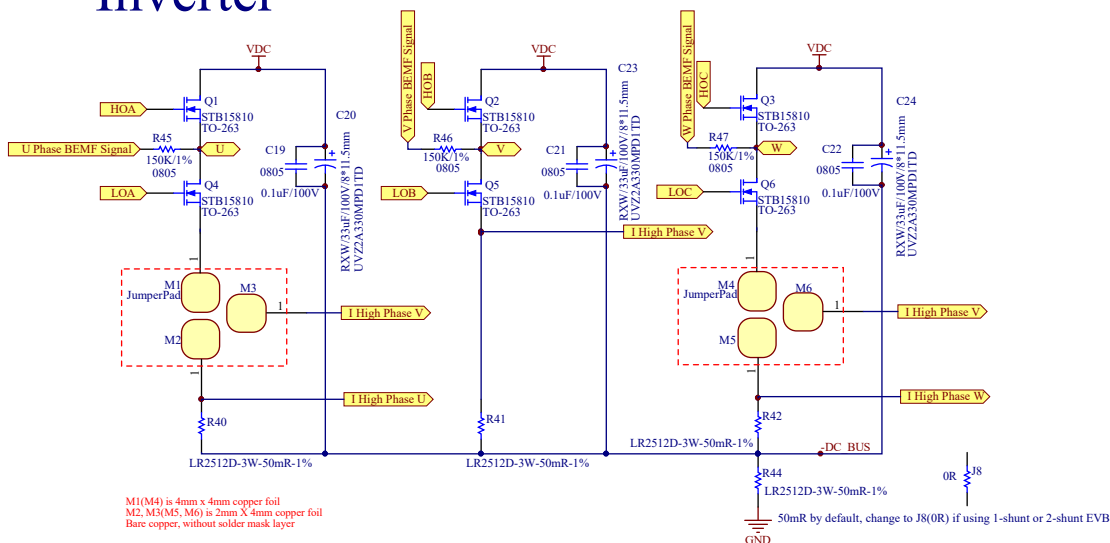
MVPB-A 的連接器電路圖

2-9 反電動式偵測電路

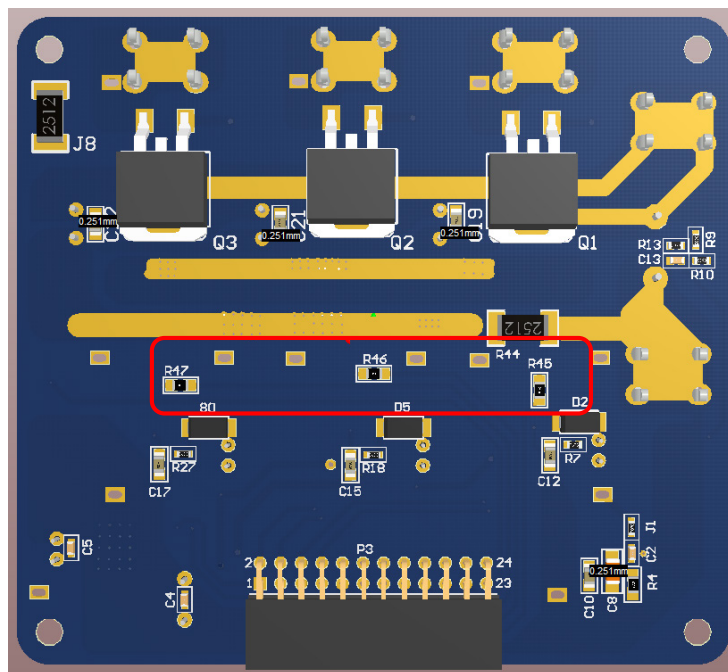
下圖為反電動勢偵測電路圖，主要用來偵測馬達相電壓大小，建議分壓後電壓不要超過 4V 即可，因 HT32F65232-EVB 分壓點對地電阻 R117、R118、R119 固定是 10K Ω ，假設 MVPB-A 電源板最高輸入 DC 60V，分壓點對電源板相電壓的電阻為 150K Ω ，可算出分壓點為：

$$60V \times \frac{10K\Omega}{10K\Omega+150K\Omega} = 3.75V$$

Inverter



(a)



(b)

反電動勢偵測電路

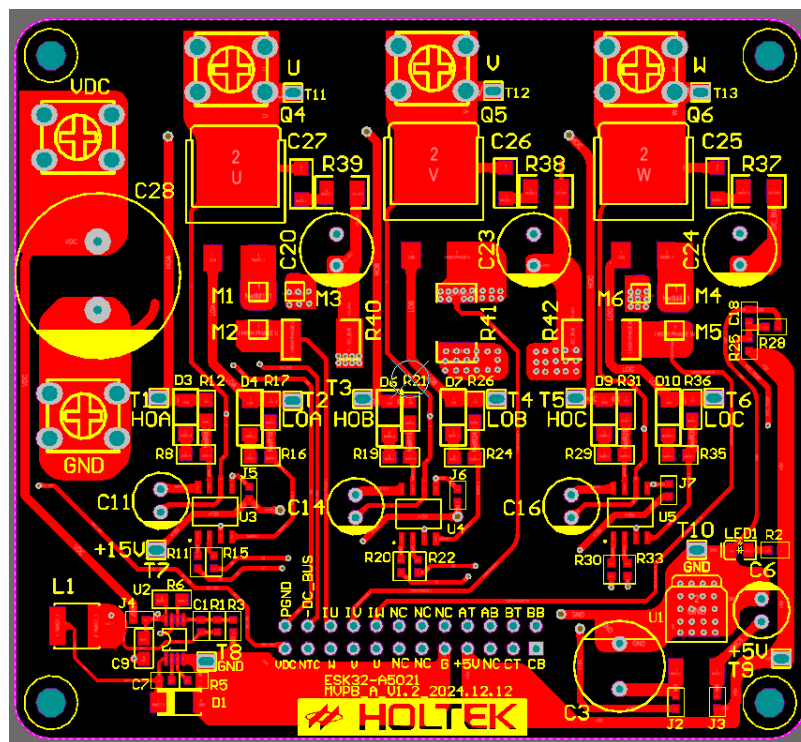
(a) 反電動勢偵測電路圖 ; (b) 組件對應位置 (下層)

3. PCB 佈局

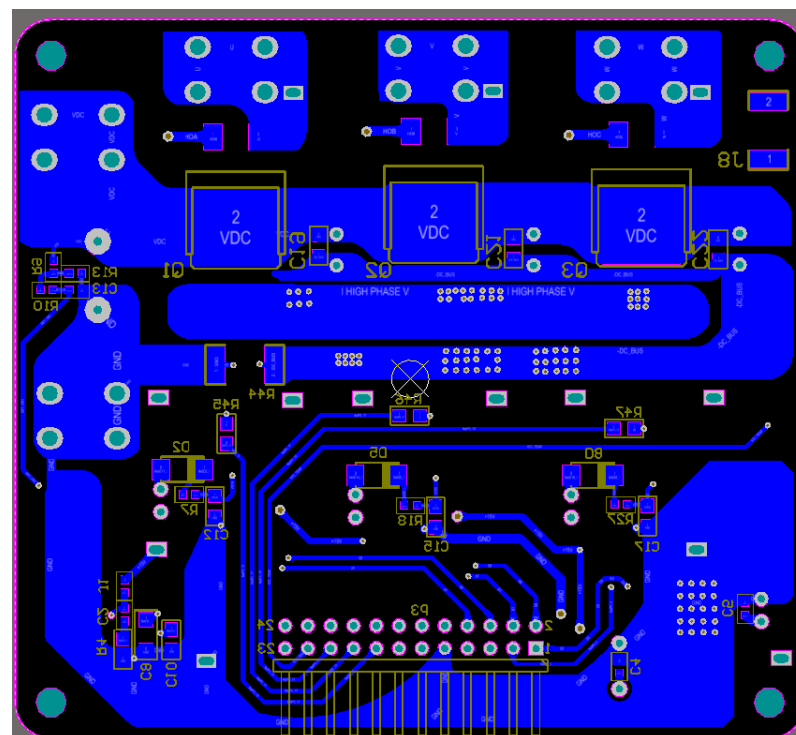
下方兩個圖為 MVPB-A 的 PCB 佈局，其詳細規格如下表所示。

電路板之長 × 寬	80×88 (mm)
電路板厚	1.6 (mm)
Layer 層數	2 (層)
銅箔厚度	1(Oz)
電路板材	FR-4
防焊層顏色	藍色

MVPB-A 電路板之規格表



(a)



(b)

直流無刷馬達開發平台 MVPB-A PCB 佈局

(a) 頂層 ; (b) 底層

4. BOM 列表

下表為 MVPB-A 的 BOM 列表，此為單套電路板所需的全部組件。

序號	注釋	組件封裝	組件標號	數量
1	貼片電容 0.1 μ F $\pm$ 10% 50V X7R	0603	C4, C5, C13, C18	4
2	貼片電容 1nF $\pm$ 10% 50V X7R	0603	C7	1
3	貼片電容 4.7nF $\pm$ 5% 50V C0G	0603	C1	1
4	貼片電容 2.2 μ F $\pm$ 10% 25V X7R	0603	C2	1
5	貼片電阻 1K Ω $\pm$ 1%	0603	R11, R15, R20, R22, R28, R30, R33	7
6	熱敏電阻 10K Ω $\pm$ 1% · B 值 = 3380K	0603	R25	1
7	貼片電阻 10K Ω $\pm$ 1%	0603	R1	1
8	貼片電阻 0 Ω $\pm$ 1%	0603	J1, J2, J3, J4, J5, J6, J7, R7, R18, R27	10
9	貼片電阻 200K Ω $\pm$ 1%	0603	R5	1
10	貼片電阻 2K Ω $\pm$ 1%	0603	R2, R3	2
11	貼片電阻 100 Ω $\pm$ 1%	0603	R10	1
12	貼片電阻 4.99K Ω $\pm$ 1%	0603	R13	1
13	貼片電阻 75K Ω $\pm$ 1%	0603	R9	1
14	貼片電容 0.1 μ F $\pm$ 10% 100V X7R	0805	C9, C19, C21, C22	4
15	貼片電容 1 μ F $\pm$ 10% 50V X7R	0805	C10	1
16	貼片電容 0.1 μ F $\pm$ 10% 50V X7R	0805	C12, C17, C15	3
17	貼片綠光二極體 · 普亮	0805_LED_S1	LED1	1
18	貼片電阻 10 Ω $\pm$ 1%	0805	R8, R16, R19, R24, R29, R35	6
19	貼片電阻 150K Ω $\pm$ 1%	0805	R45, R46, R47	3
20	貼片電阻 33 Ω $\pm$ 1%	0805	R12, R17, R21, R26, R31, R36	6
21	貼片電阻 1 Ω $\pm$ 1%	0805	R4	1
22	貼片電阻 360K Ω $\pm$ 1%	0805	R6	1
23	貼片電容 1 μ F $\pm$ 10% 100V X7R	1206	C8	1
24	貼片電容 10nF $\pm$ 10% 100V X7R	1206	C25, C26, C27	3
25	貼片電阻 4.7 Ω $\pm$ 1%	1210	R37, R38, R39	3
26	貼片電阻 LR2512D-3W-50mR-1%	2512	R40, R41, R42, R44	4
27	貼片電阻 0R 1W $\pm$ 5%	2512	J8	1
28	半橋型閘極驅動器 · 2ED2183S06F	DSO-8	U3, U4, U5	3
29	N MOS STB15810 100V/110A	TO-263	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5, Q6	6
30	DCDC IC LM5008AMMX/NOPB	VSSOP8	U2	1
31	蕭特基二極體 · SS110 · (SMA)	SMA	D1	1
32	貼片電感 FNR5040S221MT L-220 μ H	L5.0-W5.0	L1	1
33	貼片二極體 1N4148 SOD-123	SOD-123	D3, D4, D6, D7, D9, D10	6
34	貼片 LDOL78M05ABDT-TR	TO-252AA	U1	1
35	電解電容 10 μ F/50V	6.3mm $\times$ 11mm	C11, C14, C16	3
36	電解電容 33 μ F/100V	8mm $\times$ 12mm	C20, C23, C24	3
37	電解電容 100 μ F/16V	6.3mm $\times$ 11mm	C6	1
38	電解電容 470 μ F/50V	10mm $\times$ 20mm	C3	1
39	電解電容 100 μ F/100V	18mm $\times$ 35mm	C28	1
40	PM254-2-12-W-8.5 · 90 度 · P=2.54mm	HDR2X12H	P3	1
41	PCB 焊接端子 M4 附螺絲 (4 腳 / DIP)	PAD_G14	U, V, W, GND, VDC	5

直流無刷馬達開發平台 MVPB-A BOM 列表

Copyright© 2025 by HOLTEK SEMICONDUCTOR INC. All Rights Reserved.

本文件出版時 HOLTEK 已針對所載資訊為合理注意，但不保證資訊準確無誤。文中提到的資訊僅是提供作為參考，且可能被更新取代。HOLTEK 不擔保任何明示、默示或法定的，包括但不限於適合商品化、令人滿意的品質、規格、特性、功能與特定用途、不侵害第三人權利等保證責任。HOLTEK 就文中提到的資訊及該資訊之應用，不承擔任何法律責任。此外，HOLTEK 並不推薦將 HOLTEK 的產品使用在會因故障或其他原因而可能會對人身安全造成危害的地方。HOLTEK 特此聲明，不授權將產品使用於救生、維生或安全關鍵零組件。在救生 / 維生或安全應用中使用 HOLTEK 產品的風險完全由買方承擔，如因該等使用導致 HOLTEK 遭受損害、索賠、訴訟或產生費用，買方同意出面進行辯護、賠償並使 HOLTEK 免受損害。HOLTEK (及其授權方，如適用) 擁有本文件所提供資訊 (包括但不限於內容、資料、示例、材料、圖形、商標) 的智慧財產權，且該資訊受著作權法和其他智慧財產權法的保護。HOLTEK 在此並未明示或暗示授予任何智慧財產權。HOLTEK 擁有不事先通知而修改本文件所載資訊的權利。如欲取得最新的資訊，請與我們聯繫。