



直流無刷馬達開發平台 – FOC-EVB 硬體說明

版本：V1.00 日期：2020-04-30

www.holtek.com

目錄

1. 簡介	3
2. 硬體設定	4
2-1 Serial Wire Debug Interface Switch.....	4
2-2 SWD-10P Port.....	5
2-3 Type B Micro USB Port.....	5
2-4 +VDD Power Source of Target MCU Setting.....	6
2-5 Power Port.....	6
2-6 Boot Option Located on the Board Reverse Side Setting	6
2-7 High Speed External Crystal Oscillator (HSE) Option Setting.....	6
2-8 Low Speed External Crystal Oscillator (LSE) Option Setting.....	6
2-9 USART TX, RX Pins Connection Setting.....	7
2-10 e-Link32 Lite USART TX and RX Port.....	7
2-11 Pin Definition of Extension Connector P6	7
2-12 Pin Definition of Extension Connector P7	8
2-13 Pin Definition of Power Board Connector P1	9
3. Schematics	9
3-1 Target MCU 腳位規劃及週邊電路圖.....	9
3-2 Target MCU 測試用腳位的端口.....	12
3-3 馬達霍爾感測器及溫度感測器訊號回授電路.....	12
3-4 相電流回授電路.....	12
3-5 過電流保護電路.....	14
3-6 回授訊號之低通濾波電路.....	14
3-7 USB 端口 5V-to-3.3V LDO 電路.....	15
3-8 電源端口及 Target MCU 電源選擇端口.....	15
3-9 UART 準位提升電路	16
3-10 燒錄腳位指撥開關電路.....	16
3-11 重置按鈕及測試用按鈕.....	16
3-12 旋鈕型可變電阻測試電路.....	17
3-13 電源顯示 LED 及測試用 LED 電路	17
4. PCB Layout	17
5. BOM List	18

1. 簡介

直流無刷馬達開發平台 FOC-EVB，如圖 1-1 所示。其採用直流無刷馬達驅動專用 MCU，盛群 32 位元 Arm® Cortex®-M0+ 高性能、低功耗微控制器 HT32F65240，針對 Cortex®-M0+ 入門而設計，提供您低成本的平台，體驗快速開發之便利性，實現從評估、開發到生產的完整解決方案。並內建 e-Link32 Lite，可直接透過 USB 線連接至 Keil μVision 的程式開發環境，並供標準 C 語言進行開發或線上仿真的測試。另外，亦可同時連接至直流無刷馬達開發平台，進行線上即時的控制參數調整及動態響應的觀測。使用者亦可根據其應用電壓 / 電流的範圍，選擇對應合適的電源板結合使用。其中，電源板可分為：高壓交流電源板、中壓直流電源板及低壓直流電源板。

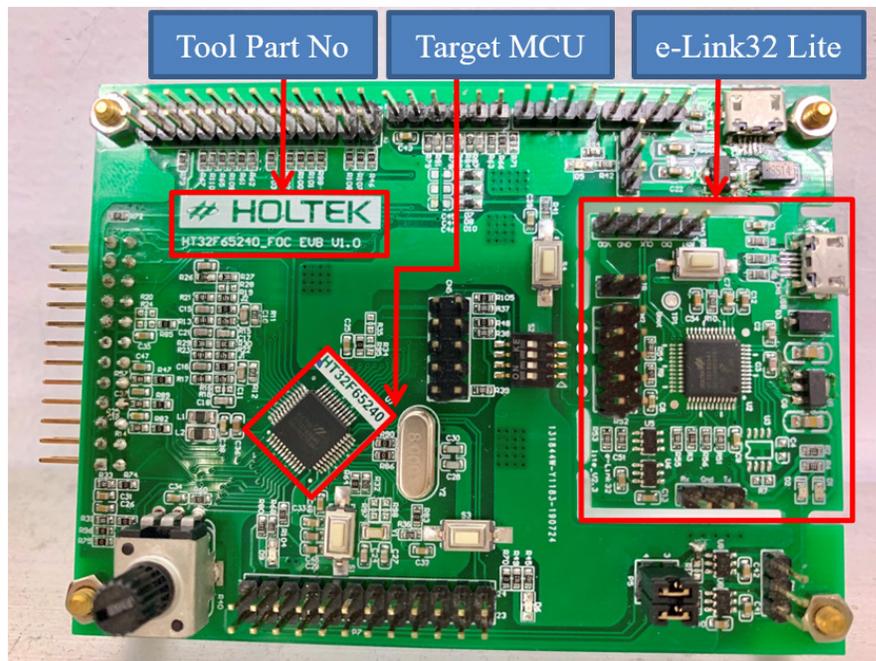


圖 1-1 直流無刷馬達開發平台 FOC-EVB

特色

- 工作頻率最高可達 60 MHz。
- 64KB Flash、8KB SRAM。
- 使用 HT32 高效能微控制器，內建 Timer、I²C、SPI、USART、UART、PDMA、Hardware Divider、12-bit A/D converter、OPA 及 CMP 等週邊。
- 由 Target Board 和 e-Link32 Lite USB debug adapter 組成。
- 使用 Target Board 外部電源，或通過 e-Link32 Lite USB 供電，可選擇 5V 或 3.3V 供電。

2. 硬體設定

如圖 2-1 為直流無刷馬達開發平台的 FOC-EVB 元件擺置圖，此章節以逐步詳細介紹電路板的對外的 I/O 埠，及各開關、跳接電阻所代表的狀態，詳如下表 2-1 ~ 表 2-16 所示。

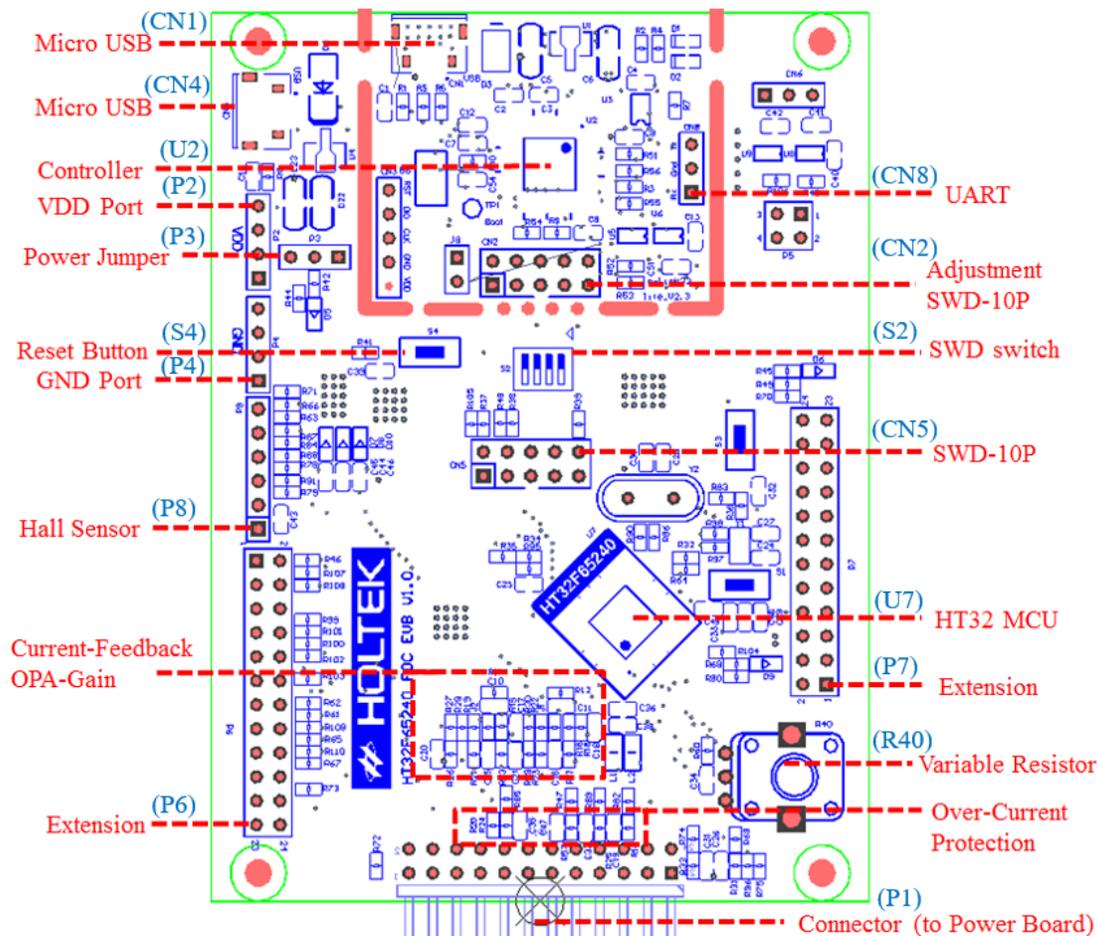


圖 2-1 直流無刷馬達開發平台 FOC-EVB 元件擺置圖

2-1 Serial Wire Debug Interface Switch

指撥開關元件 S2 以連接 / 切斷 e-Link32 Lite 與 Target MCU 的程式碼燒錄端口，其狀態詳如表 2-1 所示：

S2	設定
	指撥開關 S2 切至 ON，Target MCU 的 SWD Interface Port 與 e-Link32 Lite 的 SWD Interface Port 連接，故使用者可於 CN1 以 Micro USB 線連接至 PC，對 Target MCU 進程式碼的燒錄或線上仿真測試。
	指撥開關 S2 切至 OFF，Target MCU 的 SWD Interface Port 與 e-Link32 Lite 的 SWD Interface Port 斷開，故使用者需於 CN5 連接至外部之燒錄器，對 Target MCU 進程式碼的燒錄或線上仿真測試 – 預設狀態。

表 2-1 Serial Wire Debug Interface Switch Setting – S2

2-2 SWD-10P Port

SWD-10P Port 為 FOC-EVB 連接至外部燒錄器的端口，包含元件 CN2 及 CN5，其腳位定義如圖 2-2 及表 2-2 所示：

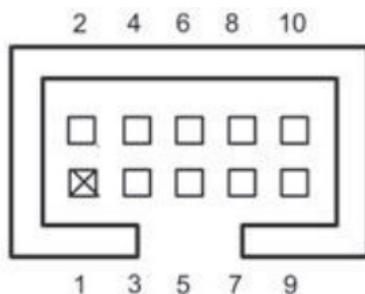


圖 2-2 SWD-10P Port 元件示意圖 – CN2, CN5

Pin No.	定義	Pin No.	定義
1	+VDD	2	SWDIO
3	GND	4	SWCLK
5	GND	6	NC
7	NC	8	NC
9	GND	10	Reset

表 2-2 SWD-10P Port 腳位定義 – CN2, CN5

2-3 Type B Micro USB Port

當 S2 切至 ON，使用者可直接透過 Micro USB CN1，進行程式碼的燒錄或線上仿真測試。

而 Micro USB CN4 僅做為供電 5V 轉 3.3V 使用，無法進行程式碼燒錄或線上仿真測試。其 Type B Micro USB Port 腳位定義如圖 2-3 及表 2-3 所示：

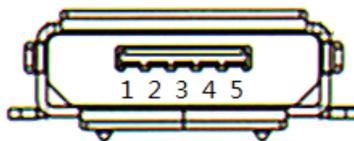


圖 2-3 Type B Micro USB Port 元件示意圖 – CN1, CN4

Pin No.	定義	Pin No.	定義
1	DC+5V	2	D-
3	D+	4	NC
5	GND	—	—

表 2-3 Type B Micro USB Port 腳位定義 – CN1, CN4

2-4 +VDD Power Source of Target MCU Setting

使用者可透過端口 P3 選擇 Target MCU 的電源電壓，分為 5V 及 3.3V。其詳如表 2-4 所示：

P3	設定
	將 P3 端口的 +VDD 與 5V 短路，Target MCU 電源電壓選擇為 5V – 預設狀態。
	將 P3 端口的 +VDD 與 3.3V 短路，Target MCU 電源電壓選擇為 3.3V，此電源來自 Micro USB CN4 經由 3.3V LDO U4 輸出。

表 2-4 Target MCU 電源電壓 +VDD 設定 – P3

2-5 Power Port

P2 及 P4 為電源端口，分別代表 +VDD 及 GND，其詳如表 2-5 所示：

端口編號	定義
P2	端口 P3 的 +VDD 選擇 5V 或 3.3V 將影響此端口 P2 的電壓值。
P4	P4 為 GND 端口。

表 2-5 電源端口的定義 – P2, P4

2-6 Boot Option Located on the Board Reverse Side Setting

建議使用者於預設的環境下，進行 FOC 專案的開發。其跳接電阻元件 R34 及 R35 所代表的狀態如表 2-6 所示：

R34	R35	設定
		Open R35, Target MCU boots from main flash – 預設狀態。
		
		Short R35, Target MCU boots from bootloader – ISP.

表 2-6 Boot Option Located on the Board Reverse Side Setting – R34, R35

2-7 High Speed External Crystal Oscillator (HSE) Option Setting

建議使用者於預設的環境下，進行 FOC 專案的開發。將 R86 及 R90 短路，此條件為將 Target MCU 的 XTALIN 及 XTALOUT 腳位與外部震盪器 Y2 連接，其跳接電阻元件 R86 及 R90 所代表的狀態如表 2-7 所示：

R86, R90	設定
	Short R86 and R90, HSE I/O pins connected to Y2, switch on HSE – 預設狀態。
	Open R86 and R90, HSE I/O pins are disconnected with Y2, switch on HSI.

表 2-7 High Speed External Crystal Oscillator (HSE) Option Setting – R86, R90

2-8 Low Speed External Crystal Oscillator (LSE) Option Setting

建議使用者於預設的環境下，進行 FOC 專案的開發。將 R97 及 R98 開路，此條件為將 Target MCU 的 X32KIN 及 X32KOUT 腳位與外部震盪器 Y1 斷開，其跳接電阻元件 R97 及 R98 所代表的狀態如表 2-8 所示：

R97, R98	設定
	Short R97 and R98, LSE I/O pins connected to Y1, switch on LSE.
	Open R97 and R98, LSE I/O pins are disconnected with Y1, switch on LSI – 預設狀態

表 2-8 Low Speed External Crystal Oscillator (LSE) Option Setting – R97, R98

2-9 USART TX, RX Pins Connection Setting

建議使用者於預設的環境下，進行 FOC 專案的開發。利用短路 Pin 將端口 P5 的 Pin1 連接至 Pin2，Pin3 連接至 Pin4。如此，使用者可透過 Micro USB 端口 CN1，將 Target MCU 連接至直流無刷馬達開發平台，且此 CN1 亦可同時連接至 Keil 做線上仿真測試。

當不做短路 Pin 的跳接，若使用者欲將 Target MCU 連接至直流無刷馬達開發平台時，則需由端口 P7 的腳位 PA1 及 PA3 連接至外部的 UART-to-USB 轉換器，以連接至 PC 端的直流無刷馬達開發平台。其短路 Pin 的定義如表 2-9 所示：

P5 (Pin1-to-Pin2, Pin3-to-Pin4)	設定
	Short Pin1-to-Pin2 of P5 and Pin3-to-Pin4 of P5, Target MCU USART-TX pin and USART-RX pin connected to USART Level Shift IC, and user can transmit/receive data from CN1.
	Open, Target MCU USART-TX pin and USART-RX pin do not connect to USART Level Shift IC, as a result, users can only transmit/receive data from P7.

表 2-9 USART 的 TX, RX 與 USART Level Shift 晶片間的短路 Pin 設定 – P5

2-10 e-Link32 Lite USART TX and RX Port

當使用者有將端口 P5 的腳位進行跳接時 (Pin1-to-Pin2、Pin3-to-Pin4)，則 CN8 為連接至直流無刷馬達開發平台的 USART 端口，詳如表 2-10 所示。

CN8	設定
	Three USART connector pins: USART-TX, GND and USART-RX. The e-Link32 Lite will send data on the USART-TX pin while data will be received on the USART-RX pin.

表 2-10 e-Link32 Lite USART Port 設定 – CN8

2-11 Pin Definition of Extension Connector P6

FOC-EVB 供使用者方便量測訊號及測試，已將 Target MCU 的部分腳位拉出至端口 P6，其詳細定義如圖 2-4 及表 2-11 所示：

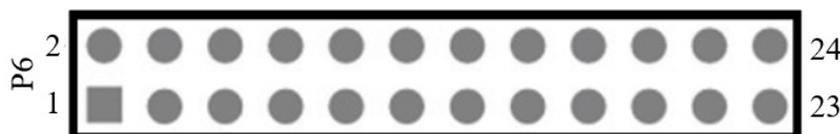


圖 2-4 Extension Connector P6 元件示意圖

Pin No.	定義	Pin No.	定義
1	Hall Sensor A	2	PWM AB
3	GPIO (PA9)	4	PWM AT
5	Hall Sensor B	6	GPIO (PB4)
7	Hall Sensor C	8	OPA1 Output (IA-out)
9	GPIO (PA12)	10	OPA1 Inverting Input (IA-)
11	GPIO (PA13)	12	OPA1 Non-Inverting Input (IA+)
13	PWM CB	14	OPA0 Output (IB-out)
15	PWM CT	16	OPA0 Inverting Input (IB-)
17	PWM BB	18	OPA0 Non-Inverting Input (IB+)
19	PWM BT	20	GPIO (PB8)
21	VDD_2	22	VDDA
23	VSS_2	24	VSSA

表 2-11 Extension Connector P6 腳位定義

2-12 Pin Definition of Extension Connector P7

FOC-EVB 供使用者方便量測訊號及測試，已將 Target MCU 的部分腳位拉出至端口 P7，其詳細定義如圖 2-5 及表 2-12 所示：

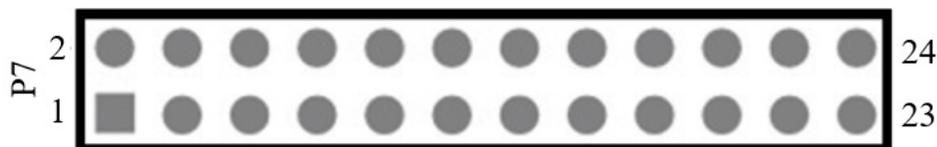


圖 2-5 Extension Connector P7 元件示意圖

Pin No.	定義	Pin No.	定義
1	GPIO (PA0)	2	CLDO
3	GPIO (PA1)	4	VDD_1
5	GPIO (PA2)	6	VSS_1
7	GPIO (PA3)	8	M_nRST
9	GPIO (PA4)	10	GPIO (PB9)
11	GPIO (PA5)	12	GPIO (PB10)
13	GPIO (PA6)	14	GPIO (PB11)
15	GPIO (PA7)	16	GPIO (PB12)
17	GPIO (PC4)	18	GPIO (PB13)
19	GPIO (PC5)	20	GPIO (PB14)
21	GPIO (PC6)	22	GPIO (PB15)
23	GPIO (PC7)	24	GPIO (PC0)

表 2-12 Extension Connector P7 腳位定義

2-13 Pin Definition of Power Board Connector P1

FOC-EVB 透過端口 P1 連接至電源板，其詳細定義如圖 2-6 及表 2-13 所示：

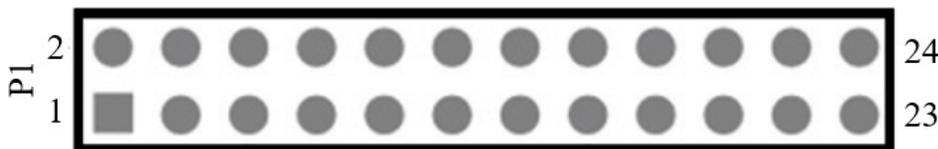


圖 2-6 Power Board Connector 元件示意圖 – P1

Pin No.	定義	Pin No.	定義
1	PWM CB	2	PWM BB
3	PWM CT	4	PWM BT
5	IPM Fault Signal	6	PWM AB
7	+5V	8	PWM AT
9	GND	10	NC
11	IPM OCP Signal	12	NC
13	Ready Signal	14	NC
15	NC	16	Ic Feedback Signal
17	NC	18	Ib Feedback Signal
19	NC	20	Ia Feedback Signal
21	TEMP Feedback Signal of Power Board	22	-Idc Bus Current Feedback Signal
23	Vdc Feedback Signal	24	Power GND

表 2-13 Power Board Connector 腳位定義 – P1

3. Schematics

此章節將針對 FOC-EVB 的硬體電路搭配實際 Schematics 做解說，詳如下述第 3-1~3-13 節。

3-1 Target MCU 腳位規劃及週邊電路圖

如圖 3-1 為 Target MCU 腳位規劃及其週邊電路，在 Target MCU 腳位規劃上，已將 FOC 控制上必定會用到的腳位強制做定義，如表 3-1 所示。其他週邊功能可依使用者在應用上的需求做開啟使用，而硬體上需透過 0Ω 電阻將 Target MCU 的腳位與 FOC-EVB 的週邊電路做連接，詳如表 3-2 所示。

Target MCU 腳位編號	功能定義	備註
2	USART RX Pin	USART 用以與 PC 做通訊 (與直流無刷馬達開發平台連線)
4	USART TX Pin	USART 用以與 PC 做通訊 (與直流無刷馬達開發平台連線)
25	Hall A Signal Input	連接至馬達 Hall Sensor A
27	Hall B Signal Input	連接至馬達 Hall Sensor B
28	Hall C Signal Input	連接至馬達 Hall Sensor C
31	PWM CB	透過 P1 連接至電源板
32	PWM CT	透過 P1 連接至電源板

Target MCU 腳位編號	功能定義	備註
33	PWM BB	透過 P1 連接至電源板
34	PWM BT	透過 P1 連接至電源板
37	PWM AB	透過 P1 連接至電源板
38	PWM AT	透過 P1 連接至電源板
40	OPA0 Ib_Out	Ib 回授的 OPA 輸出腳位
41	OPA0 Ib-	Ib 回授的 OPA 反向輸入腳位
42	OPA0 Ib+	Ib 回授的 OPA 非反向輸入腳位
43	OPA1 Ia_Out	Ia 回授的 OPA 輸出腳位
44	OPA1 Ia-	Ia 回授的 OPA 反向輸入腳位
45	OPA1 Ia+	Ia 回授的 OPA 非反向輸入腳位

表 3-1 FOC-EVB Target MCU 固定功能之腳位

Target MCU 腳位編號	0Ω 電阻	功能定義	備註
1	R66	Motor NTC Feedback	ADC0-IN5 讀取馬達溫度
3	R74	Vdc Feedback	ADC0-IN7 讀取直流鏈電壓
5	R60	VR Feedback	ADC1-IN5 讀取 R40 旋鈕可變電阻分壓值
6	R69	Power Board NTC Feedback	ADC1-IN6 讀取電源板溫度
7	R82	CMP0P	Ia 過電流保護輸入腳位
8	R85	CMP0N	過電流保護外部 DAC 腳位
9	R89	CMP1P	Ib 過電流保護輸入腳位
10	R75	IPM OCP Signal Feedback	GPIO PC15 接收高壓電源板 IPM 的過電流回授訊號
11	R47	CMP2P	Ic 過電流保護輸入腳位
12	R104	LED2	GPIO PC7 輸出至 LED D9
17	R64	Button1	PB9 接收按鈕 S1 訊號
18	R97	X32KOUT	LSE 腳位
19	R98	X32KIN	LSE 腳位
20	R83	Button2	PB12 接收按鈕 S2 訊號
21	R86	XTALIN	HSE 腳位
22	R90	XTALOUT	HSE 腳位
23	R96	RELAY Signal	GPIO PB15 輸出訊號至高壓電源板的 Relay
24	R70	LED1	GPIO PC0 輸出至 LED D6
26	R95	Boot Pin	Boot 腳位
29	R48	M SWCLK	SWD Interface 腳位
30	R105	M SWDIO	SWD Interface 腳位
39	R72	IPM Fault Signal Feedback	GPIO PB4 接收高壓電源板 IPM 的 Fault 訊號

表 3-2 FOC-EVB Target MCU 之週邊功能腳位

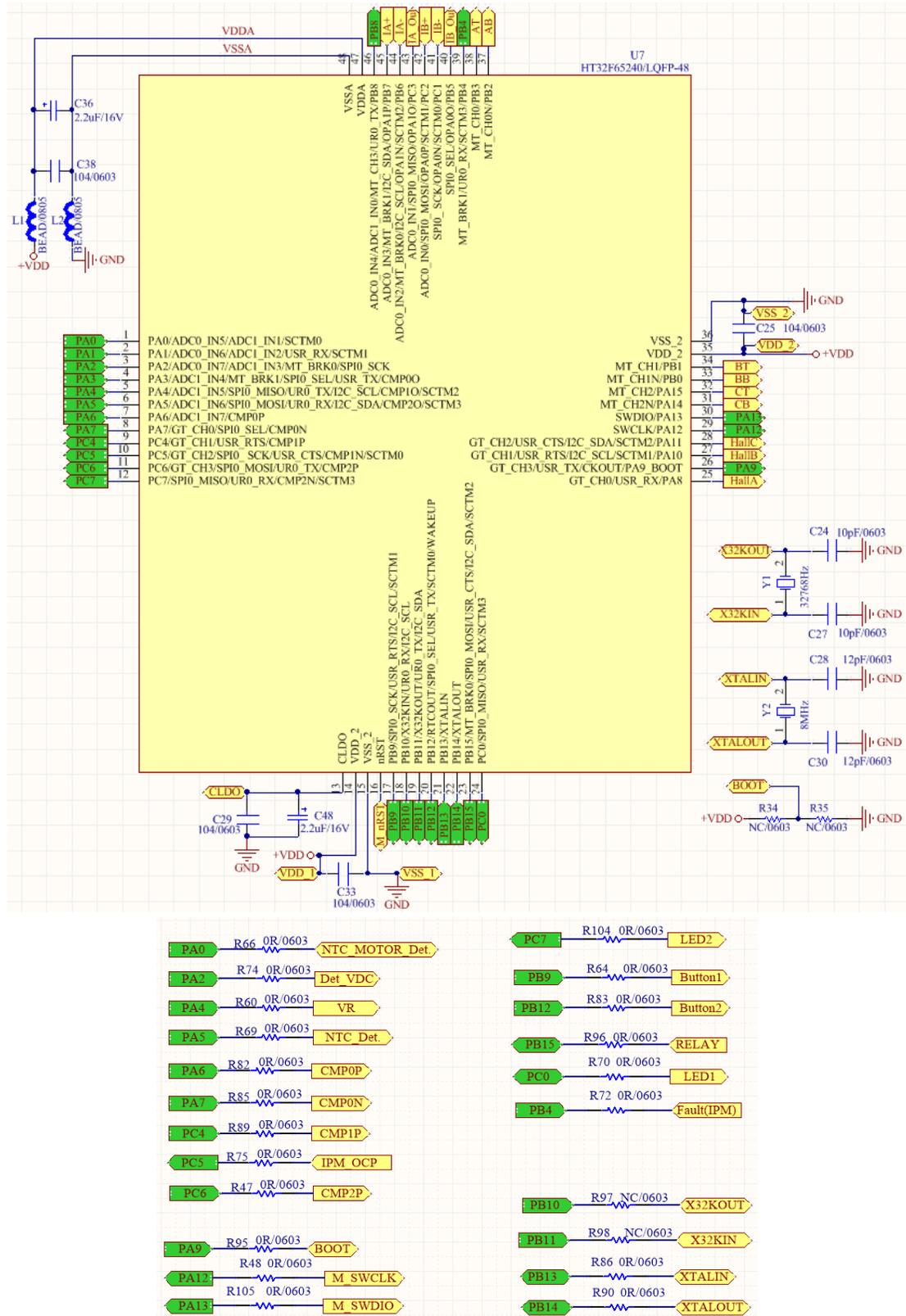


圖 3-1 Target MCU 腳位規劃及週邊電路圖

3-2 Target MCU 測試用腳位的端口

如圖 3-2 為 Target MCU 訊號測試用端口，分別為 P6 及 P7。使用者可利用此兩端口量測回授訊號，如 Ia、Ib、Vdc、VR、NTC of Motor、NTC of Power Board。或輸入 / 輸出的數位訊號，如 PWM AT~CB、Hall A~C、OCP 訊號、高壓板的 IPM 訊號，此外使用者可利用未被規劃使用的 GPIO，做程式開發中的測試。

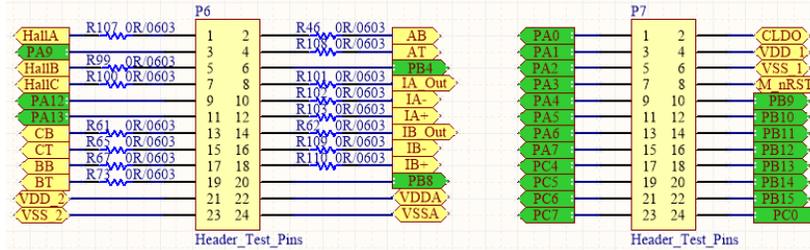


圖 3-2 Target MCU 測試用腳位的端口

3-3 馬達霍爾感測器及溫度感測器訊號回授電路

如圖 3-3 為馬達霍爾感測器回授及溫度感測器回授電路，其中 Hall Sensors 訊號輸入後，先經 4.7kΩ 的上拉電阻至 +VDD，再經由低通濾波器做濾波，才輸入至 Target MCU 的數位腳位。而 NTC of Motor 回授訊號經由電阻 R63 連接 +VDD，並利用 +VDD 於 R63 與 NTC 的分壓，將馬達溫度訊號回授至 Target MCU 的 ADC1-IN1 類比 / 數位轉換腳位。

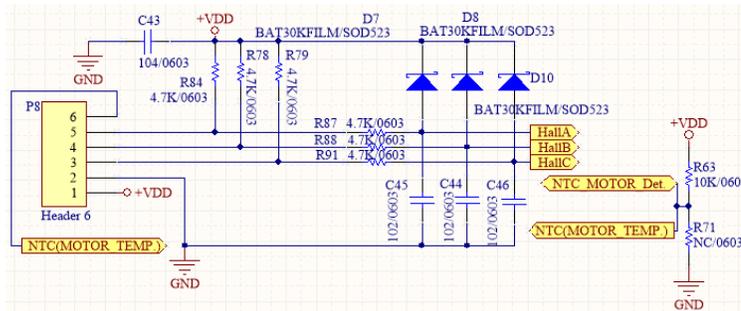


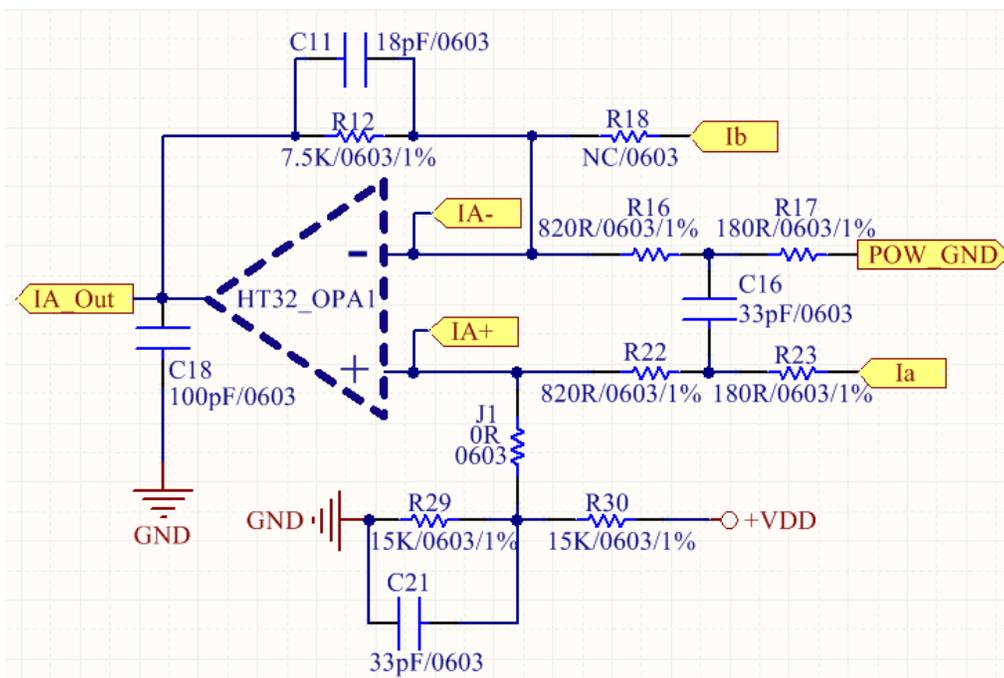
圖 3-3 馬達霍爾感測器及溫度感測器訊號回授電路 (Ha, Hb, Hc, Temp)

3-4 相電流回授電路

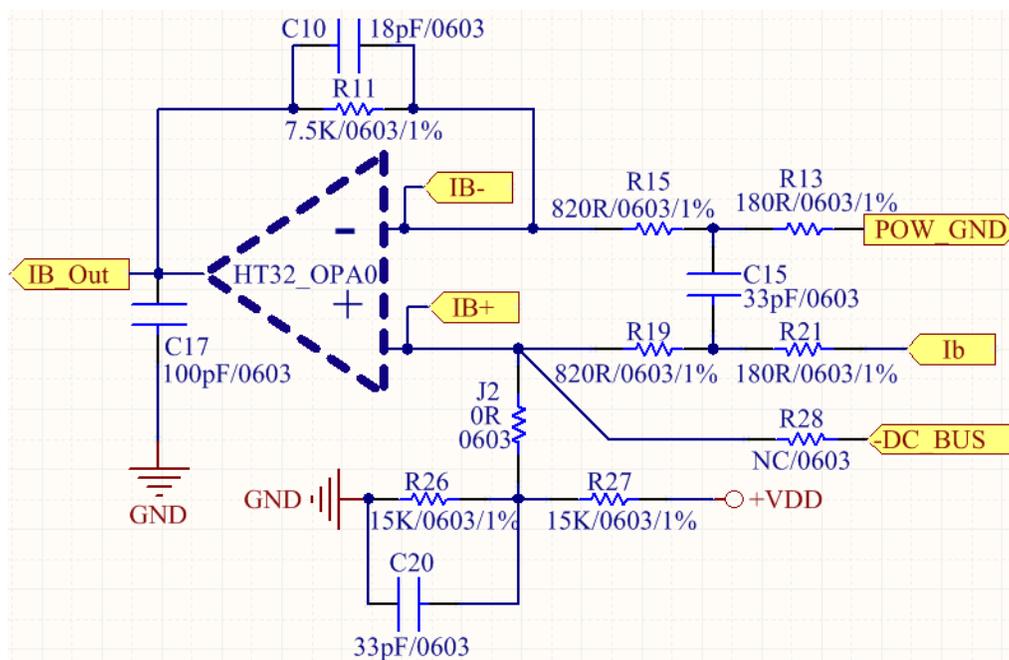
如圖 3-4 為馬達相電流回授電路，其中 Ia 透過 Target MCU 內部的 OPA1 做差動放大；Ib 透過 Target MCU 內部的 OPA0 做差動放大。其放大倍率的計算如表 3-3 所示。而 FOC-EVB 硬體預設為將 R18 及 R22 開路、J1 及 J2 以 0Ω 電阻做短路。

Ia 回授 – OPA1 放大器的設計	Ib 回授 – OPA0 放大器的設計
R16=R22;	R15=R19;
R17=R23;	R13=R21;
R29=R30=2×R12;	R26=R27=2×R11;
OPA Gain=R12/(R16+R17)。	OPA Gain=R11/(R15+R13)。
FOC-EVB OPA0 及 OPA1 預設放大倍率：	
R16=R22=R15=R19=820Ω;	
R17=R23=R13=R21=180Ω;	
R12=R11=7.5kΩ;	
R29=R26=15 kΩ;	
OPA0 Gain=OPA1 Gain=7.5。	

表 3-3 FOC-EVB 電流回授放大倍率設計



(a)



(b)

圖 3-4 馬達相電流回授電路：(a) Ia；(b) Ib。

3-5 過電流保護電路

如圖 3-5 為過電流保護電路，其中以 Target MCU 內部的 CMP0 做 Ia 的過電流保護、以 CMP1 做 Ib 的過電流保護、以 CMP2 做 Ic 的過電流保護。另外，在程式暫存器設置上，能選擇將比較器 CMPx 的反向輸入端參考 Target MCU 外部硬體腳位 CMPxN 上的電壓，並利用 R20 及 R24 的分壓決定過電流保護電流值；或可設定為參考 Target MCU 內部的數位 DAC 值，其為 6 位元解析度，故比較器過電流保護的最小刻度為 $5V/63=0.079V$ 。最後，再透過比較器的內部暫存器設定，將 CMP0~CMP2 等三個比較器的反向輸入端連接一起，即可做馬達三相電流之過電流保護。

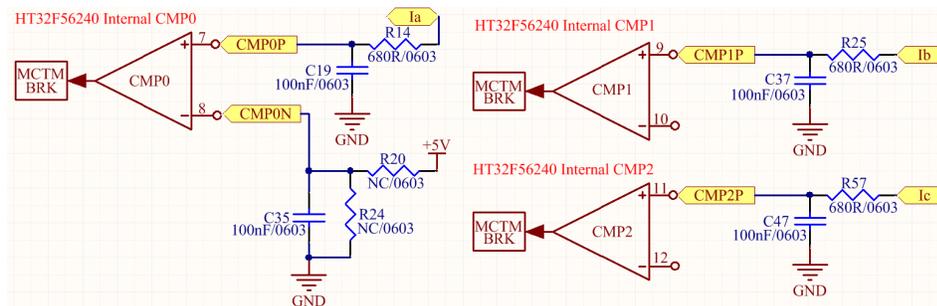


圖 3-5 過電流保護電路 (Ia, Ib 及 Ic)

3-6 回授訊號之低通濾波電路

如圖 3-6 為回授訊號的低通濾波器，其中 R33 及 C31 為直流鏈電壓回授訊號的濾波器元件，R31 及 C26 為電源板溫度回授訊號的濾波器元件。

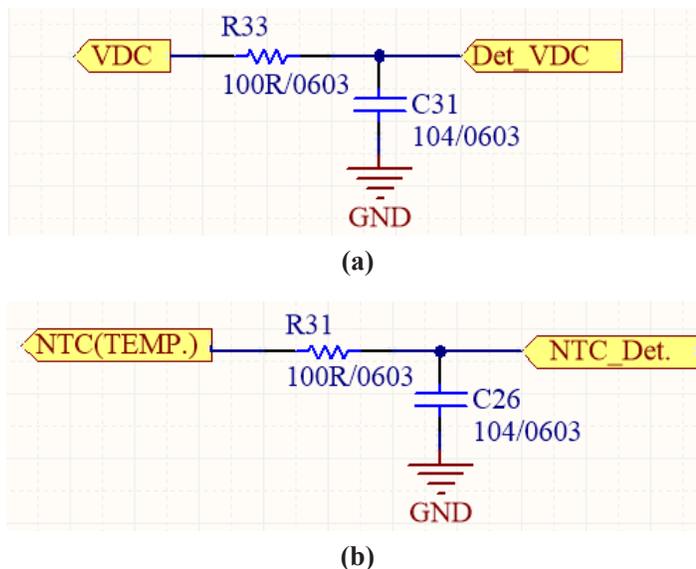


圖 3-6 回授訊號之低通濾波電路：
(a) 直流鏈電壓回授訊號；(b) 電源板溫度回授訊號

3-7 USB 端口 5V-to-3.3V LDO 電路

如圖 3-7，USB 端口 CN4 輸入 5V 經由元件 U4 3.3V LDO 將電源轉換至 3.3V，而使用者可透過端口 P3 選擇 Target MCU 的 +VDD 為 5V 或 3.3V。

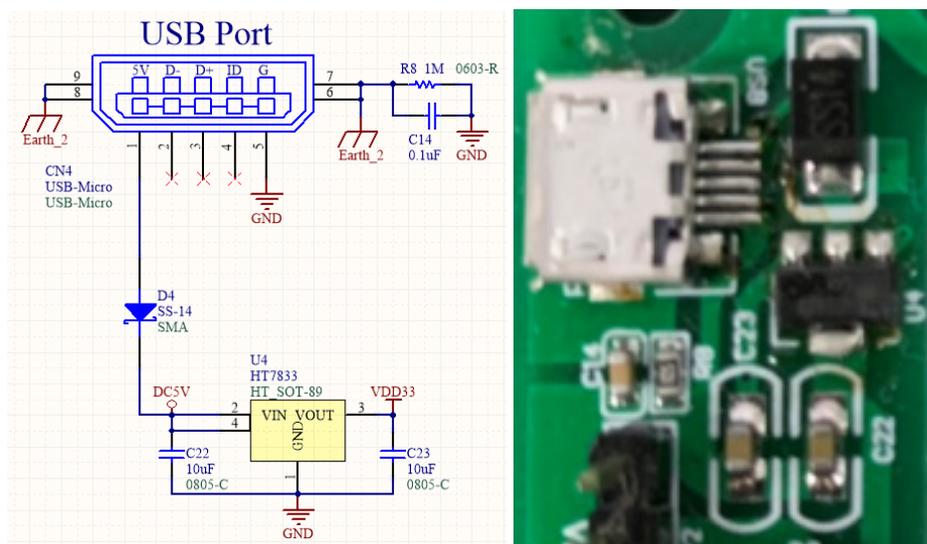


圖 3-7 USB 端口 5V-to-3.3V LDO 電路

3-8 電源端口及 Target MCU 電源選擇端口

如圖 3-8 為 FOC-EVB 電源端口，其中 P3 端口可利用短路 Pin 決定 Target MCU 的 +VDD 要選擇為 5V 或 3.3V，而硬體預設 +VDD 為 5V。

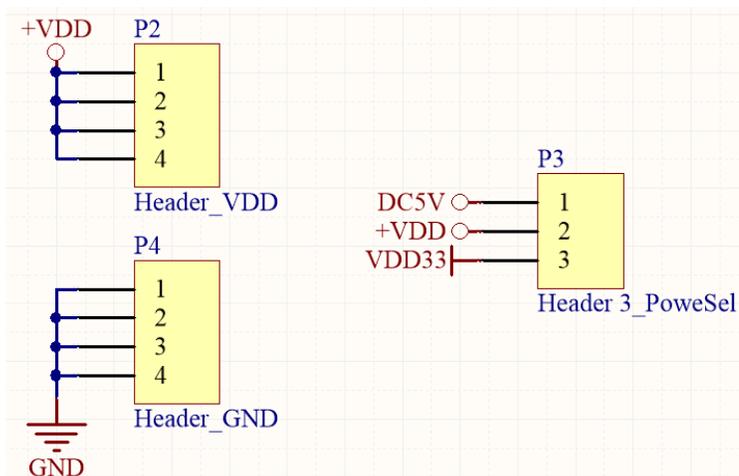


圖 3-8 電源端口及 Target MCU 電源選擇端口

3-9 UART 準位提升電路

如圖 3-9 為 UART 準位提升電路，其中元件 U8 的資料方向為由 A 端到 B 端、元件 U9 的資料方向為由 B 端到 A 端。而 A 端的電壓準位為 VCCA，即 VDD_elink32 電壓值、B 端的電壓準位為 VCCB，即 +VDD 電壓值。其中，VDD_elink32 為 e-Link32 Lite 的元件 U1 3.3V LDO 輸出電壓。

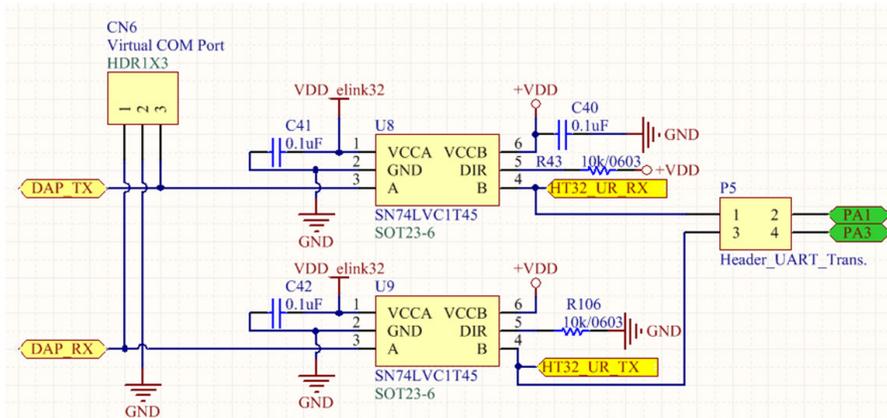


圖 3-9 UART 準位提升電路

3-10 燒錄腳位指撥開關電路

如圖 3-10 為 Target MCU 燒錄腳位的指撥開關電路，其詳細介紹如第 2-1 節所示。

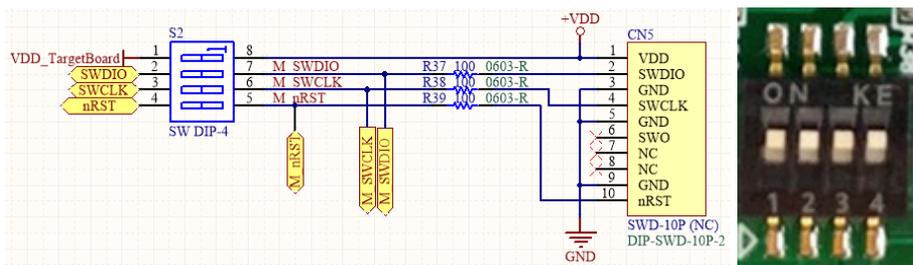


圖 3-10 燒錄腳位指撥開關電路

3-11 重置按鈕及測試用按鈕

如圖 3-11 為 FOC-EVB 的按鈕開關，其中 S1 及 S3 為供使用者測試用的開關元件。S4 則是重置 Target MCU 時使用，當按下 S4 時，Target MCU 的 nRST 腳位拉至 GND，使 Target MCU 做重置。

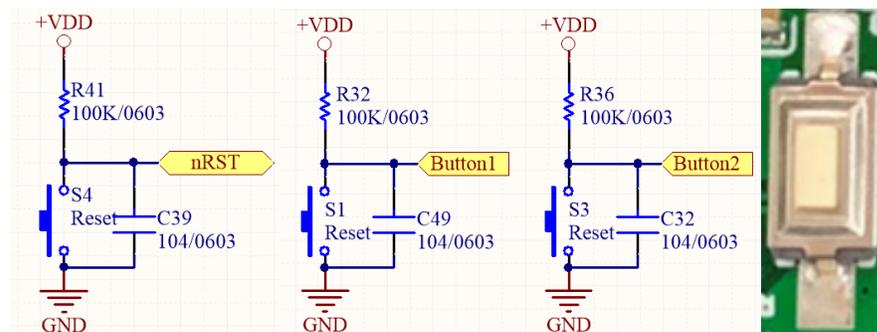


圖 3-11 重置按鈕及測試用按鈕

3-12 旋鈕型可變電阻測試電路

如圖 3-12 為旋鈕型可變電阻測試電路，其輸出的 VR 類比電壓訊號連接至 Target MCU 的 ADC1-IN5 類比 / 數位轉換腳位。

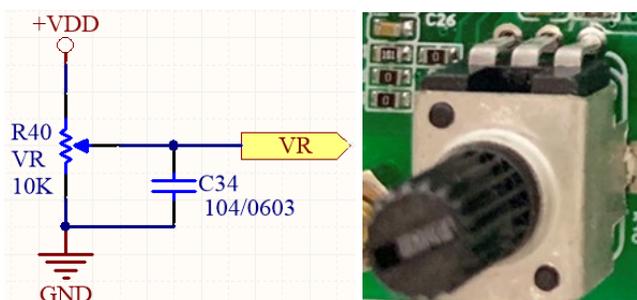


圖 3-12 旋鈕型可變電阻測試電路

3-13 電源顯示 LED 及測試用 LED 電路

如圖 3-13 為電源顯示 LED 及測試用 LED 電路，元件 D5 以顯示 FOC-EVB 電源用，而元件 D6 及 D9 供使用者開發過程中測試用。

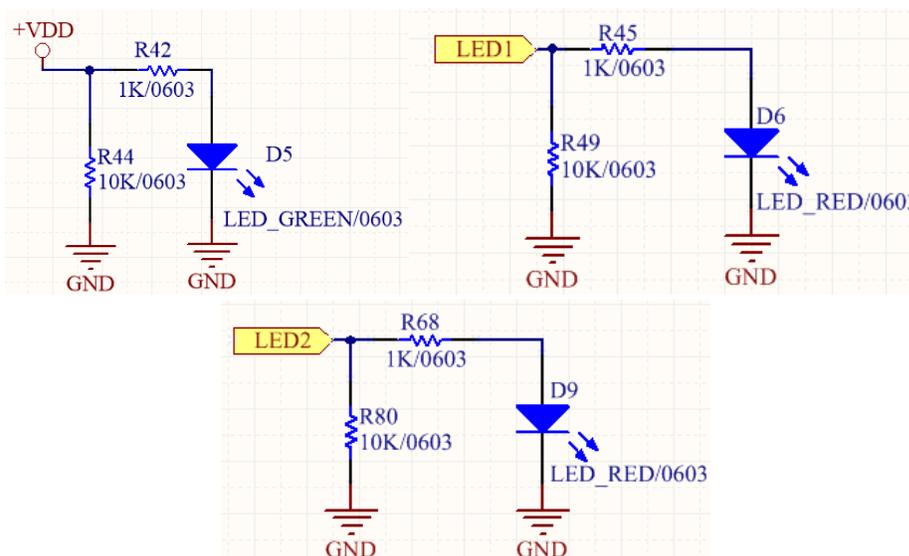


圖 3-13 電源顯示 LED 及測試用 LED 電路

4. PCB Layout

如圖 4-1 為 FOC-EVB 的 PCB Layout，其詳細規格如表 4-1 所示。

電路板之長 × 寬	70×94 (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	綠色

表 4-1 FOC EVB 電路板之規格表

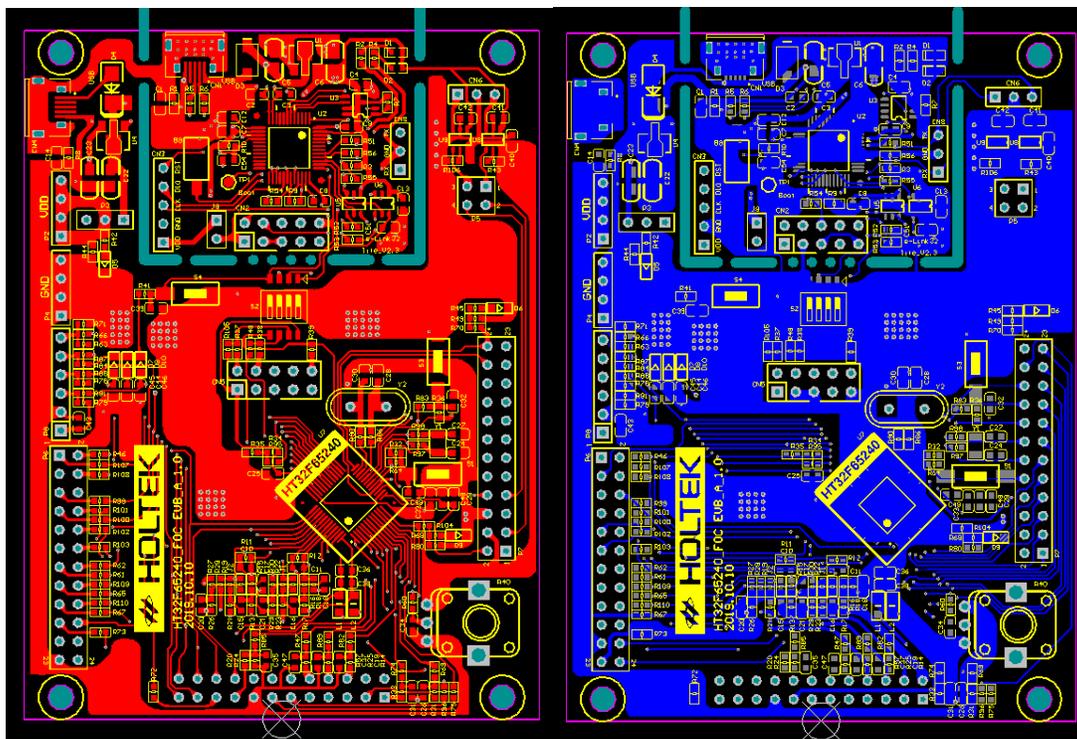


圖 4-1 直流無刷馬達開發平台 FOC-EVB PCB Layout: (a) 上層; (b) 下層

5. BOM List

如表 5-1 為 FOC-EVB 的 BOM List，此為單套電路板所需的全部元件。

No.	Comment	Description	Designator	Quantity
1	10uF, 35V, ±5%, 0805	Capacitor MLCC	C5, C6, C22, C23	4
2	0.1uF, 50V, ±5%, 0603	Capacitor MLCC	C1, C7, C8, C9, C13, C14, C19, C25, C26, C29, C31, C32, C33, C34, C35, C37, C38, C39, C40, C41, C42, C43, C47, C49, C51	25
3	10nF, 50V, ±5%, 0603	Capacitor MLCC	C54	1
4	1nF, 50V, ±5%, 0603	Capacitor MLCC	C44, C45, C46	3
5	100pF, 50V, ±5%, 0603	Capacitor MLCC	C17, C18	2
6	10pF, 50V, ±5%, 0603	Capacitor MLCC	C24, C27	2
7	2.2uF, 35V, ±10%, 0603	Capacitor MLCC	C12, C36, C48	3
8	47pF, 50V, ±5%, 0603	Capacitor MLCC	C2, C3	2
9	33pF, 50V, ±5%, 0603	Capacitor MLCC	C15, C16, C20, C21	4
10	18pF, 50V, ±5%, 0603	Capacitor MLCC	C10, C11	2
11	12pF, 50V, ±5%, 0603	Capacitor MLCC	C28, C30	2
12	USB-Micro, 27USB-05M10B-01G-CQ01	USB-Micro DIP	CN1, CN4	2
13	2×5Pin Connector, Pitch2.54mm, 180degree	Header, 5-Pin, Dual row	CN2, CN5	2
14	1×5Pin Connector, Pitch2.54mm, 180degree	Header, 5-Pin	CN3	1
15	1×3Pin Connector, Pitch2.54mm, 180degree	Header, 3-Pin	CN6, CN8	2
16	1×2Pin Connector, Pitch2.54mm, 180 degree	Header, 2-Pin	J8	1
17	2×2Pin Connector, Pitch2.54mm, 180 degree	Header, 2-Pin, Dual row	P5	1
18	1×3Pin Connector, Pitch2.54mm, 180 degree	Header, 3-Pin	P3	1
19	1×6Pin Connector, Pitch2.54mm, 180 degree	Header, 6-Pin	P8	1

No.	Comment	Description	Designator	Quantity
20	1×4Pin Connector, Pitch2.54mm, 180 degree	Header, 4-Pin	P2, P4	2
21	2×12Pin Connector, Pitch2.54mm, 180 degree	Header, 12-Pin, Dual row	P6, P7	2
22	2×12Pin Connector, Pitch2.54mm, 90 degree	Header, 12-Pin, Dual row, Right Angle	P1	1
23	SS-14, DO-214AC	Schottky Diode	D3, D4	2
24	LED, GREEN, 0603	Typical INFRARED GaAs LED	D1, D5	2
25	LED, RED, 0603	Typical INFRARED GaAs LED	D2, D6, D9	3
26	BAT30KFILM, SOD523	Schottky Diode	D7, D8, D10	3
27	PBY201209T-601Y-N, 0805	BEAD/0805	L1, L2	2
28	0Ω, 0603	SMD Resistor	J1, J2, R46, R47, R48, R60, R61, R62, R64, R65, R66, R67, R69, R70, R72, R73, R74, R75, R82, R83, R85, R86, R89, R90, R95, R96, R99, R100, R101, R102, R103, R104, R105, R107, R108, R109, R110	37
29	100Ω, 0603, ±5%	SMD Resistor	R31, R33, R37, R38, R39, R51, R52, R53, R54, R55, R56	11
30	1kΩ, 0603, ±5%	SMD Resistor	R42, R45, R68	3
31	10kΩ, 0603, ±5%	SMD Resistor	R3, R43, R44, R49, R63, R80, R106	7
32	100kΩ, 0603, ±5%	SMD Resistor	R10, R32, R36, R41	4
33	1MΩ, 0603, ±5%	SMD Resistor	R1, R8	2
34	27Ω, 0603, ±5%	SMD Resistor	R5, R6	2
35	330Ω, 0603, ±5%	SMD Resistor	R2, R4	2
36	470Ω, 0603, ±5%	SMD Resistor	R9	1
37	680Ω, 0603, ±5%	SMD Resistor	R14, R25, R57	3
38	4.7kΩ, 0603, ±5%	SMD Resistor	R78, R79, R84, R87, R88, R91	6
39	180Ω, 0603, ±1%	1% SMD Resistor	R13, R17, R21, R23	4
40	820Ω, 0603, ±1%	1% SMD Resistor	R15, R16, R19, R22	4
41	15kΩ, 0603, ±1%	1% SMD Resistor	R26, R27, R29, R30	4
42	7.5kΩ, 0603, ±1%	1% SMD Resistor	R11, R12	2
43	RV09AF-40-20K-B10K, 10kΩ	DIP Switch-VR	R40	1
44	32768Hz, (3.2×1.5×0.75mm)	Crystal Oscillator	Y1	1
45	XTAL, 8MHz, HC-49S	Crystal Oscillator	Y2	1
46	2-Pin SMD Switch	SMD Switch, 2 Position, 3×6×2.5mm	B8, S1, S3, S4	4
47	4Ports 8-Pin Switch, Pitch1.27mm	SMD Switch, 4 Position, SPST	S2	1
48	SN74LVC1T45, SOT23-6	Level Shift	U5, U6, U8, U9	4
49	HT7833, SOT-89	Holtek HT78xx Series 500mA TinyPower LDO	U1, U4	2
50	HT32F52341, 48LQFP	HT32F52341 48LQFP	U2	1
51	HT32F65240, 48LQFP	Holtek 32-Bits ARM-Based M0 Target MCU	U7	1
52	MX25L8006E (NC)	IC (NC)	U3	1
53	NC	Pad (NC)	R7, R18, R20, R24, R28, R34, R35, R71, R97, R98, C4	11

表 5-1 直流無刷馬達開發平台 FOC-EVB BOM List

Copyright® 2020 by HOLTEK SEMICONDUCTOR INC.

使用指南中所出現的資訊在出版當時相信是正確的，然而 **Holtek** 對於說明書的使用不負任何責任。文中提到的應用目的僅僅是用來做說明，**Holtek** 不保證或表示這些沒有進一步修改的應用將是適當的，也不推薦它的產品使用在會由於故障或其它原因可能會對人身造成危害的地方。**Holtek** 產品不授權使用於救生、維生從機或系統中做為關鍵從機。**Holtek** 擁有不事先通知而修改產品的權利，對於最新的資訊，請參考我們的網址 <http://www.holtek.com.tw/>。