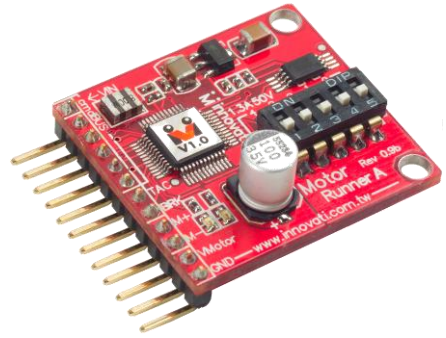


# Motor Runner A

## 單直流馬達控制模組

版本: V2.0



**產品介紹:** 利基 Motor Runner A 模組可以達到透過簡易的指令設定，自由操控單顆直流馬達的需求。可以隨時動態的更改馬達轉速，並取得馬達現在的設定狀態包含轉速或是方向。另外也提供 PID 參數可以控制馬達轉速。

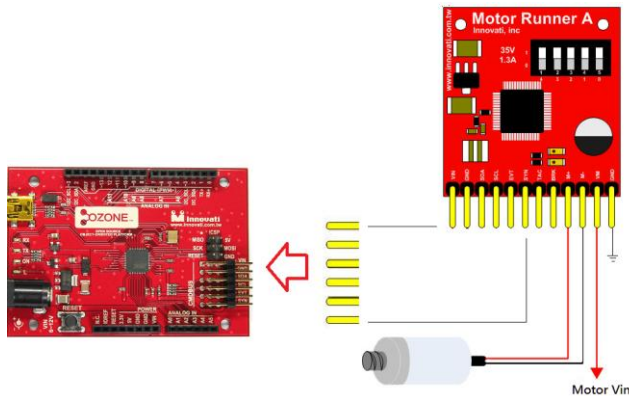
### 應用方向:

- 控制馬達趨動，設定模型車的前進與後退。
- 需要轉速回傳的設備，動態調整轉速。
- 可以直接加上小風扇，並操作風量強度。

### 產品特色:

- 以簡單指令控制單個馬達的轉向與轉速。
- 可承受最大 $\pm 1.3A$ 的連續輸出電流。
- 輸入電壓最高可承受至 35V。
- 內部固定頻率 70KHz PWM 電流控制。
- 提供過熱自動斷電保護(165°C)。
- 提供過載電流保護。
- 提供 Crossover-Current Protection 與低壓閉鎖保護(UVLO)
- 透過 Brake 指令能快速停止馬達的動作。
- 可以設定 256 階不同轉速。
- 透過指令能隨時取得現在馬達轉速或轉向等各種設定。
- 提供外接停止訊號，接上簡單的外部按鈕，就能由按鈕停止馬達轉動。
- 馬達轉速連接腳位，可以與有提供轉速計的馬達輸出相連，就可以透過指令，及時取得更精準的馬達轉速。
- 轉速計可以設定 13 種不同偵測頻率。
- 在連接轉速計的狀態下，透過轉速控制指令，能直接設定轉速，由模組控制馬達加速(減速)到所要的轉速，並且維持在設定的轉速。
- 在連接轉速計的狀態下，可以使用 PID 相關參數，調整轉速變化的的效率。
- 在連接轉速計的狀態下，透過計數控制指令，能直接設定計數，由模組控制馬達在計數到設定值時，依設定方式停止。
- 可透過 I2C 方式，下達指令。

**連接方式:** 直接將 ID 開關撥至欲設定的編號，再將 cmdBUS 連接至 Ozone 上對應的腳位，就可透過 Ozone 執行操作。欲操作的直流馬達請依據腳位連接至對應的 M+與 M-馬達輸入接腳，並將模組的馬達對應 VM 與 GND 腳位，分別連接至馬達所需要的 VIN 與 GND。



**產品規格:**

模組編號設定開關，由右至左以二進制設定馬達模組的模組編號，編號可以讓Ozone操控時，判斷想要控制的模組。

上面的橙色燈號是資料傳輸指示燈，閃爍代表模組正在傳收資料，下面的綠色燈號是事件指示燈，閃爍代表有事件產生

cmdBUS接腳，將此處腳位與Ozone對應腳位相接，就能透過Ozone操控馬達模組 (連接時請注意腳位對應，將Vin對接Ozone上的Vin腳位，腳位錯誤會造成模組的毀損)

TAC是轉速計接腳，連接轉速計後，能使用轉速計控制相關指令

BRK與按鈕連接，可以用按鈕停止馬達轉動，按鈕另一端請接地

馬達接腳，連接馬達提供馬達的轉向與轉速判定，請注意M+與M-若顛倒，會造成馬達轉向與指令相反

馬達電源接腳，請將要提供馬達的電源連接到此對應的腳位

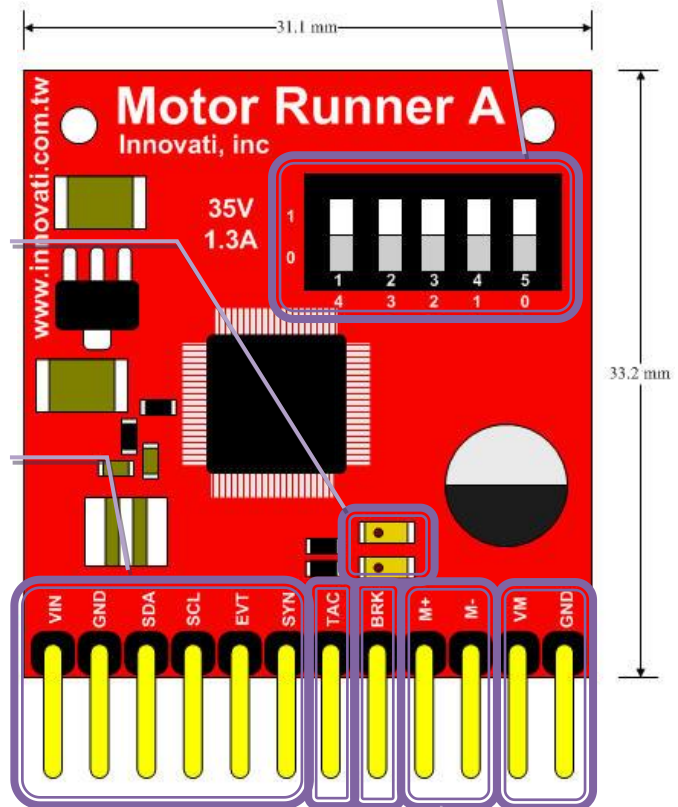


圖 1: 模組腳位與開關介紹

Symbol	Parameter	Test Conditions		Min.	Typ.	Max.	Unit
		V <sub>DD</sub>	Conditions				
I <sub>DD</sub>	Operating Current	7.5	No I/O	—	41.1	—	mA
f <sub>pwm</sub>	PWM Output frequency	—	—	70	—	—	kHz

表 1: 工作電流特性 (於 25 °C 之環境)

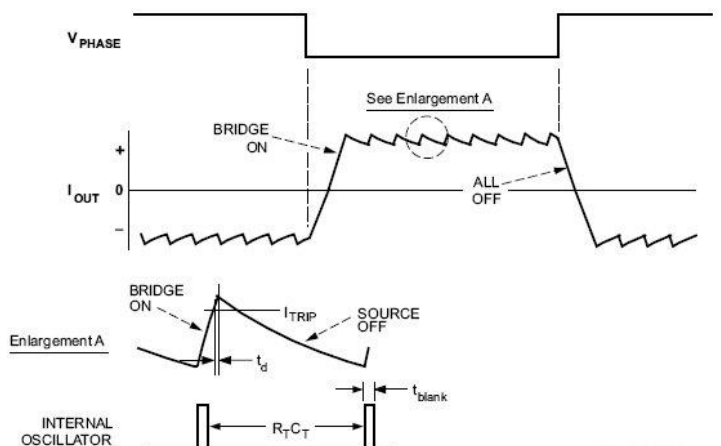
Test Condition: T<sub>A</sub>=25°C , V<sub>M</sub>=5V-35V

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Limits			
			Min.	Typ.	Max.	Units
Load Supply Voltage Range	V <sub>M</sub>	Operating, I <sub>OUT</sub> = ± 1.3 A , L=3mH	3	-	35	V
Output Saturation Voltage	V <sub>CE(SAT)</sub>	Source Driver , I <sub>OUT</sub> =-0.85A	-	1.0	1.1	V
		Source Driver , I <sub>OUT</sub> =-1.3A	-	1.7	1.9	V
		Sink Driver , I <sub>OUT</sub> =0.85mA , V <sub>S</sub> =0.4V	-	0.4	0.5	V
		Sink Driver , I <sub>OUT</sub> =1.3mA , V <sub>S</sub> =0.4V	-	1.1	1.3	V
Motor Supply Current (No Load)	I <sub>M(ON)</sub>	V <sub>ENABLE</sub> =0.8V	-	2.5	4.0	mA
	I <sub>M(OFF)</sub>	V <sub>ENABLE</sub> =2.0V , V <sub>MODE</sub> =0.8V	-	1.0	50	µA
Thermal Shutdown Temp.	T <sub>J</sub>		-	165	-	°C
Thermal Shutdown Hysteresis.	ΔT <sub>J</sub>		-	8	-	°C

表 2: 馬達相關電氣特性

過熱保護動作: 過熱保護電路在感測到驅動 IC 內部溫度到達 165°C 時, 將自動斷路, 此時馬達即停止動作, 當溫度下降 8°C 後, 保護電路自動回復導通, 馬達就繼續先前的動作。

電流限流保護動作: 請參照右圖, 在 H-bridge 開始輸出時, 電流隨著馬達轉動增加, 當電流值超過 I<sub>TRIP</sub> (如右下圖 Enlargement A 中之指示), 就會停止 H-bridge 的輸出, 直到內部震盪器下一個時脈傳送出(如右下圖 INTERNAL



OSCILLATOR)，又會開始電流的傳送，如此反覆，電流會被固定在如圖的範圍內。

#### 操作注意事項:

馬達模組提供一組馬達連接腳位，請確認所連接的馬達為直流馬達。

在 25 °C 之環境，Power Dissipation 為 2 W。

模組操作溫度 0 °C ~ 70 °C (馬達之操作溫度請另行確認)

模組儲存溫度 -50 °C ~ 125 °C

指令格式	指令功能
<b>設定馬達速度</b>	
<b>Forward(uint8_t Speed)</b>	命令馬達執行向前轉的動作，並且根據 <i>Speed</i> 所給的值，決定馬達的轉速， <i>Speed</i> 可以輸入的範圍為 0~255 ( <i>Speed</i> 值越高，轉速越快)
<b>Backward(uint8_t Speed)</b>	命令馬達執行向後轉的動作，並且根據 <i>Speed</i> 所給的值，決定馬達的轉速， <i>Speed</i> 可以輸入的範圍為 0~255 ( <i>Speed</i> 值越高，轉速越快)
<b>SetSpdDC(uint8_t Speed)</b>	命令馬達模組以 <i>Speed</i> 的值，設定為轉速，馬達模組仍以原先設定的轉向動作， <i>Speed</i> 可以輸入的範圍為 0~255 ( <i>Speed</i> 值越高，轉速越快)
<b>設定馬達轉向</b>	
<b>SetDir(uint8_t Dir)</b>	命令馬達以 <i>Dir</i> 指定的方向轉動， <i>Dir</i> 輸入 0 為向前，1 為向後
<b>停止馬達轉動</b>	
<b>Brake(void)</b>	命令馬達模組快速停止轉動
<b>Stop(void)</b>	命令馬達模組停止轉動
<b>取得設定狀態</b>	
<b>GetDir(uint8_t &amp;Dir)</b>	取得馬達設定的轉向值，存放於 <i>Dir</i> 參數中 (0 表示向前轉，1 表示向後轉)
<b>設定轉速計與取得轉速</b>	
<b>SetTACHPeriod(uint8_t Period)</b>	命令馬達模組以 <i>Period</i> 設定的時間，計數轉速值，輸入的 <i>Period</i> 值定義如下： 0: 4ms                      1: 8 ms 2: 16 ms                    3: 32ms 4: 64 ms                    5: 125 ms 6: 250 ms                   7: 500 ms 8: 1 s                        9: 2 s 10: 4 s                      11: 8 s 12: 15 s                     13: 30 s

	<p>14: 60 s</p> <p>馬達模組會在設定的時間內量測轉速計回傳的脈波數，時間越短則更新越快，但是誤差也越大，時間越長則更新越慢，但計數的誤差也越小</p>
<p><b>Status = TACHIn(uint32_t &amp;Speed)</b></p>	<p>取得轉速計更新狀態，存放於 <b>Status</b> 中(0 表示從上次更新後，尚未取得新的計數值，1 表示轉速值已經更新)，同時取得轉速計每分鐘回傳的脈波數，存放於 <b>Speed</b> 參數中，<b>Speed</b> 回傳值範圍為 0~4294836225，請注意回傳值的更新時間，與準確度會因設定的計數時間而不同 *1</p>
<p>設定轉速與取得設定 (此部分指令需要在接上轉速計後，才能正常動作)</p>	
<p><b>SetSpdCtrl(uint8_t Dir, uint32_t Speed)</b></p>	<p>設定轉速控制的動作，<b>Dir</b> 輸入 0 為向前，1 為向後，<b>Speed</b> 可以輸入的範圍為 0~245756250 (數字越大速度越快)，若馬達無法達到設定的轉速，會以馬達最大轉速動作，請注意設定後不會啟動轉速控制，需要再執行 <b>SpdCtrlOn()</b> 啟動轉速控制，達到的轉速值，會根據 <b>SetTACHPeriod</b> 設定的量測時間影響，有不同程度的誤差，達到所需轉速的時間也會不同 *1</p>
<p><b>SpdCtrlOn(void)</b></p>	<p>依轉速控制設定，啟動轉速控制，請先執行 <b>SetSpdCtrl</b> 指令，設定相關轉速控制後，再執行此命令</p>
<p><b>SpdCtrlOff(void)</b></p>	<p>關閉轉速控制</p>
<p><b>uint8_t Status = GetSpdCtrlStatus(void)</b></p>	<p>取得轉速控制狀態，存放於 <b>Status</b> 中(0 表示尚未達到設定的轉速，或是沒有啟動轉速控制，1 表示已經達到設定的轉速)</p>
<p><b>SetP(uint8_t ValP)</b></p>	<p>以 <b>ValP</b> 設定 PID 轉速控制的 P 值，<b>ValP</b> 可以輸入 0~255 間的整數，預設為 0</p>
<p><b>SetI(uint8_t ValI)</b></p>	<p>以 <b>ValI</b> 設定 PID 轉速控制的 I 值，<b>ValI</b> 可以輸入 0~255 間的整數，預設為 0</p>
<p><b>SetD(uint8_t ValD)</b></p>	<p>以 <b>ValD</b> 設定 PID 轉速控制的 D 值，<b>ValD</b> 可以輸入 0~255 間的整數，預設為 0</p>
<p><b>SetScalar(uint8_t Scalar)</b></p>	<p>以 <b>Scalar</b> 設定 PID 轉速控制的比例值，<b>Scalar</b> 可以輸入 0~255 間的整數，比例設定如下： 0: PID 計算結果速度值/1</p>

	<p>1: PID 計算結果速度值/2  2: PID 計算結果速度值/4  3: PID 計算結果速度值/8  ...  32: PID 計算結果速度值/2^32  33~255: 關閉 PID 控制改以 1 為單位改變速度值  預設值為 255</p>
<p>設定計數與取得設定 (此部分指令需要在接上轉速計後，才能正常動作)</p>	
<p><b>SetCount(uint8_t Mode, uint16_t Count)</b></p>	<p>設定計數控制的動作，<b>Mode</b> 輸入 0 會在計數到達後，執行 <b>Stop</b> 指令停止馬達，1 會在計數到達後，執行 <b>Brake</b> 指令停止馬達，<b>Count</b> 可以輸入的範圍為 0~65535，代表所要計數的次數，請注意設定後不會開始計數，需要再執行 <b>CountOn ()</b> 啟動計數動作</p>
<p><b>Status= GetCount(uint8_t Mode, uint16_t &amp;Count)</b></p>	<p>取得計數控制設定，狀態存放於 <b>Status</b> 中(0 表示沒有啟動計數控制，1 表示已經啟動計數控制)，結束模式存放於 <b>Mode</b> 參數中，<b>Mode</b> 回傳 0 會在計數到達後，執行 <b>Stop</b> 指令停止馬達，1 會在計數到達後，執行 <b>Brake</b> 指令停止馬達，計數值存放於 <b>Count</b> 參數中，<b>Count</b> 回傳值範圍為 0~65535</p>
<p><b>CountOn(void)</b></p>	<p>依計數控制設定，啟動計數控制，請先執行 <b>SetCount</b> 指令，設定相關計數控制後，再執行此命令</p>
<p><b>CountOff(void)</b></p>	<p>關閉計數控制</p>
<p><b>Status = GetCountStatus(void)</b></p>	<p>取得計數控制狀態，存放於 <b>Status</b> 中(0 表示尚未達到設定的計數值，或是沒有啟動計數控制，1 表示已經達到設定的計數值)</p>
<p>停止按鈕相關指令</p>	
<p><b>Status = GetBrakeButStatus(void)</b></p>	<p>取得 <b>Brake</b> 按鍵的狀態值，存放於 <b>Status</b> 中，0 表示 <b>Brake</b> 按鍵沒有被啟動，1 表示 <b>Brake</b> 按鍵被啟動過  請注意在 <b>Brake</b> 按鍵被啟動過後，此回傳值就會一直保持為 1，直到執行 <b>ClrBrakeButStatus</b> 指令</p>

	在狀態為 1 時，所有啟動馬達的指令都無效
<b>ClrBrakeButStatus(void)</b>	清除 Brake 按鍵的狀態值

\*1 請注意設定值與回傳值會因為 Period 的設定，而有不同的最大值限制

**Period=0 → 983025000      Period=8 → 3932100**  
**Period=1 → 491512500      Period=9 → 1966050**  
**Period=2 → 245756250      Period=10 → 983025**  
**Period=3 → 122878125      Period=11 → 491513**  
**Period=4 → 61439063      Period=12 → 262140**  
**Period=5 → 31456800      Period=13 → 131070**  
**Period=6 → 15728400      Period=14 → 65535**  
**Period=7 → 7864200**

範例程式:

```
#include <ozone.h>
```

```
MotorRunnerA myMotor(0);      //      設定模組編號為 0
```

```
void setup()
```

```
{
```

```
}
```

```
void loop()
```

```
{
```

```
    myMotor.Forward(200);                      //      讓馬達以 200 的速度向前轉動
```

```
    delay(3000);
```

```
    myMotor.Stop();                              //      停止馬達轉動
```

```
    delay(3000);
```

```
    myMotor.Backward(200);                      //      讓馬達以 200 的速度向後轉動
```

```
    delay(3000);
```

```
    myMotor.SetDir(0);                          //      設定馬達轉向改為向前轉動
```

```
    delay(3000);
```

```
    myMotor.SetSpdDC(150);                      //      將馬達轉速改為 150
```

```
    delay(3000);
```

```
    myMotor.Brake();                              //      快速停止馬達
```

































```
    delay(3000);
```

```
}
```

# 附錄

1. 已知問題:

2. 模組編號開關對應編號表:

	0		8		16		24
	1		9		17		25
	2		10		18		26
	3		11		19		27
	4		12		20		28
	5		13		21		29
	6		14		22		30
	7		15		23		31