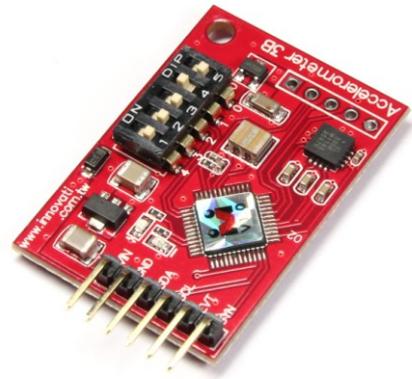


# Accelerometer 3B

## 三軸加速度感測模組

版本: V1.0



**產品介紹:** 利基 Accelerometer 3B 模組是一個簡單易用的高精確度三軸加速度感測模組，透過 cmdBUS 與 BASIC Commander 連接，可以用簡單的指令取得三個軸向的加速度值，或是加速度與軸向的夾角，並且可執行軟體校正，提升了多種情況的適應性。

### 應用方向:

- 靜態傾斜角度的量測，控制載具維持平衡。
- 動態加速度的量測，感測受力大小與方向。
- 靜態加速度的量測，可以偵測重力方向。

### 產品特色:

- 數位化量測三個軸向的加速度值。
- 以度為單位量測加速度與軸向角度值。
- 提供 2D 合成力與角度回傳，並且可任意選擇所要量測的兩個軸向。
- 提供 3D 合成力與角度回傳。
- 受力值提醒，設定所要偵測的受力值，能自動產生提醒事件，可以分別設定 X，Y，Z。
- 偵測角度可以精準到以度為單位。
- 能偵測範圍達 $\pm 3$  g 的加速度值。
- 自動儲存各軸向最大加速度值，透過指令能快速讀取或重新計算。
- 感測頻率能選擇六種更新速率(500 Hz，200 Hz，100 Hz，50 Hz，10Hz，1 Hz)，並能隨時以指令動態更換更新頻率。
- 內建 Timer 提醒。
- 校正設定指令，可以隨時以指令更改校正值，取得符合需求的回傳值。
- 可以直接以指令讀取各軸向的數位電壓值。
- 可透過 I2C，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 BASIC Commander 上對應的腳位，就可透過 BASIC Commander 執行操作。

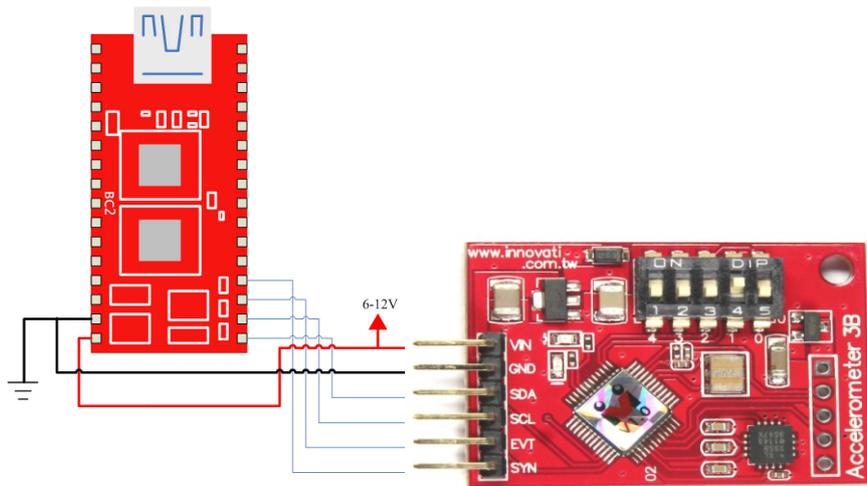
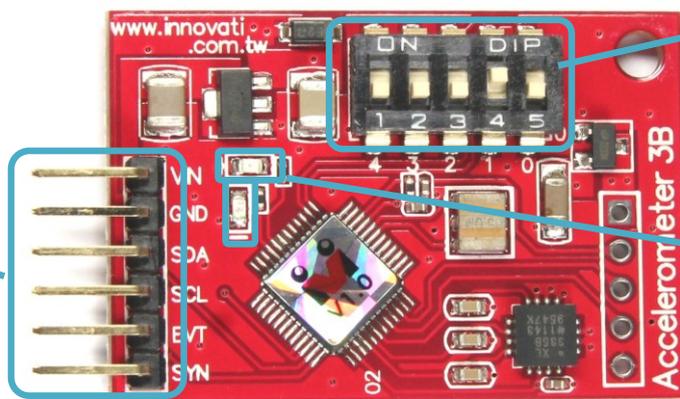


圖 1: 與 BASIC Commander 連接

### 產品規格:

cmdBUS 接腳，將此處腳位與 BASIC Commander 對應腳位相接，即可透過 BASIC Commander 操控 Accelerometer 3A 模組(連接時請注意腳位對應，將 Vin 對接 BASIC Commander 上的 Vin 腳位，若是腳位錯誤可能造成模組

模組編號設定開關，由右至左以二進制設定 Accelerometer 3A 模組的模組編號，編號可以讓 BASIC Commander 操控時，判斷想要控制的模組(請參考附錄 2)



由上而下依序為:  
綠色事件指示燈，閃爍代表模組在傳送事件  
橘色指令指示燈，閃爍代表模組與 SBC 正在收送資料

圖 2: 模組腳位與開關介紹

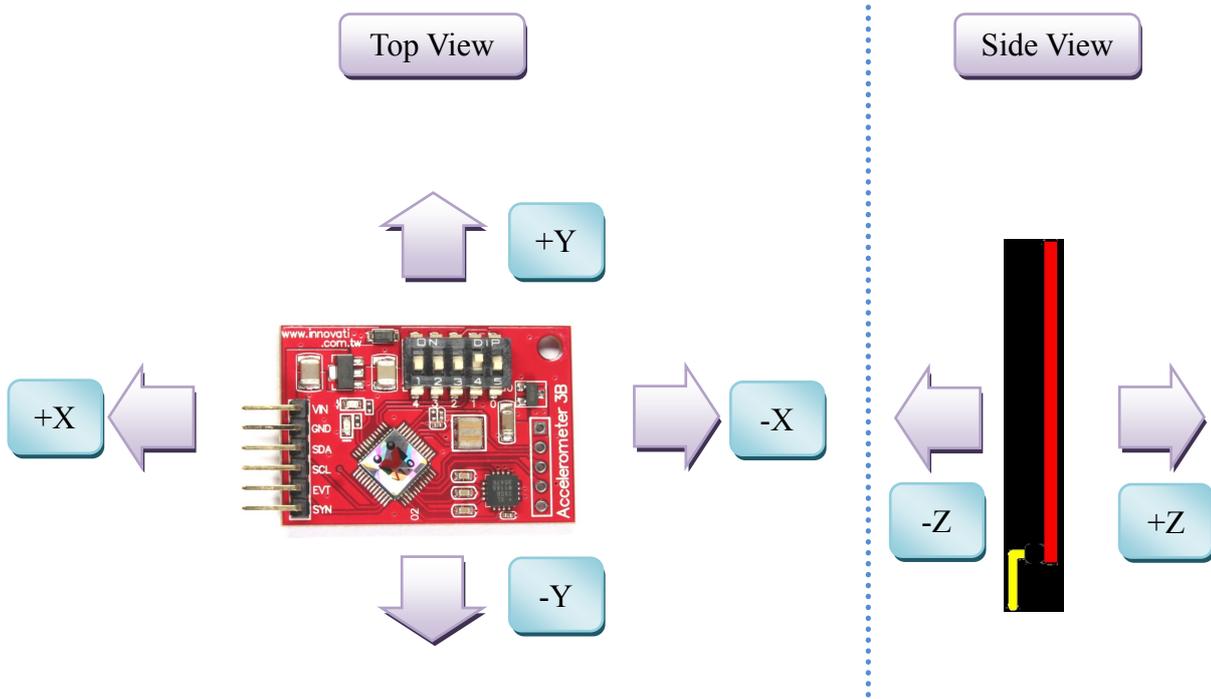


圖 3: 動態加速各軸變化值

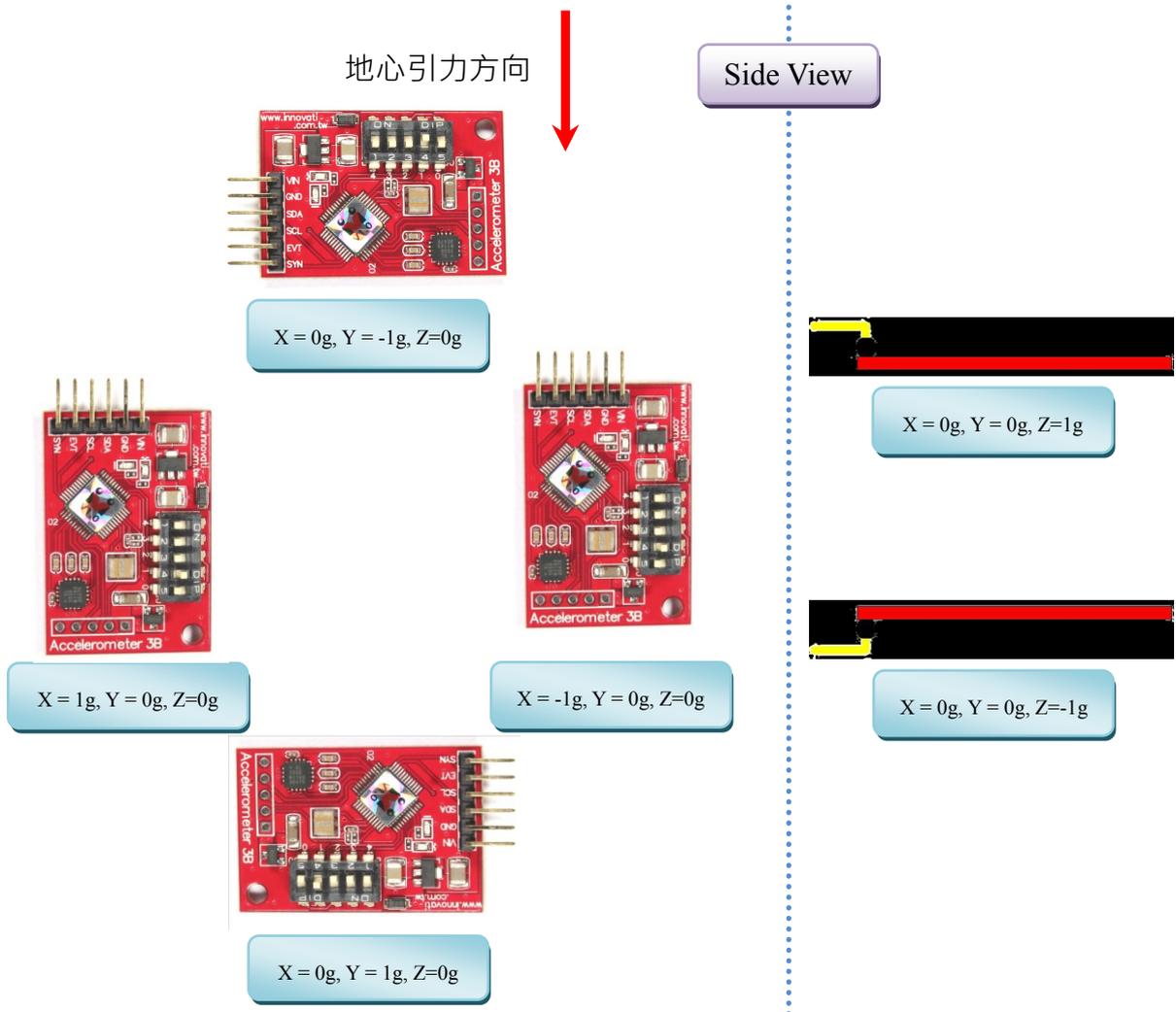


圖 4: 靜態各軸顯示值

## 操作注意事項:

- 請盡量將模組平放，以獲得較佳的量測值。

模組操作溫度 0 °C ~ 70 °C

模組儲存溫度 -40 °C ~ 125 °C

## 模組下達指令的方式可分為兩種：cmdBUS、I2C 控制方式

### cmdBUS 指令表:

下面的指令表是專供控制 Accelerometer 3B 模組的各種指令，必要輸入的指令名稱與參數，以粗底或粗斜體表示，粗體的文字在輸入時請不要更改，粗斜體的文字請自行定義適當格式的參數填入。輸入時請注意 innoBASIC Workshop 大寫與小寫會視為相同字。

在執行 Accelerometer 3B 指令前，請先於程式開頭定義對應參數與編號，例:

**Peripheral *ModuleName* As Accelerometer3B @ *ModuleID***

### I2C 通訊協議(Protocol):

為了使更廣泛的使用者能控制模組，提供了部份指令的通訊協議讓使用者應用。透過通訊規格，使用者可使用 I2C 通訊協議為模組下達命令。

通訊協議常見的封包如下：

MID：模組 ID 編號，空間大小為 Byte 的變數。對應於硬體的指播開關。

CID：命令 ID 編號，空間大小為 Byte 的變數。依不同命令而改變。

Checksum1：驗證位元\_1，空間大小為 Byte 的變數。

定義方式： $255 - (MID * 2) - CID$

Checksum2：驗證位元\_2，空間大小為 Byte 的變數。

定義方式： $255 - (\text{Checksum1} \sim \text{Checksum2} \text{ 之間的變數總和})$

Checksum3：驗證位元\_3，空間大小為 Byte 的變數。

定義方式： $255 - MID - (\text{MID} \sim \text{Checksum3} \text{ 之間的變數總和})$

Dummy：虛設位元，可為任意變數。空間大小為 Byte 的變數。

於通訊規格每筆資料空間大小階為 **Byte**，若資料空間大小超過一個 Byte 時，需將資料拆開，並由 Low Byte 開始傳送。

Ex: 傳送資料 Temp 為一筆空間大小為 Word 的資料，則需將 Temp 拆開，分為 Temp\_L、Temp\_H，並且先傳送 **Temp\_L**。

Ex1 模組編號為 2，命令編號為 153，傳送參數 Byte 為 100，通訊協議為

MID+CID+Checksum1+Byte+Checksum2+Dummy 則：

MID = 2

CID = 153

Checksum1 =  $255 - (2 * 2) - 153 = 98$

Byte = 100

Checksum2 =  $255 - 100$

Dummy = 0~255 之間的任意數

Ex2 模組編號為 2，命令編號為 153，傳送參數 Temp 為 511，通訊協議為 MID+CID+Checksum1+Temp\_L+Temp\_H+Checksum2+Dummy 則：

MID = 2  
 CID = 153  
 $Checksum1 = 255 - (2*2) - 153 = 98$   
 Temp\_L = 255，Temp\_H = 1  
 $Checksum2 = 255 - Temp\_L - Temp\_H = 255$   
 Dummy = 0~255 之間的任意數

| 指令格式  | 指令功能  |
|---|---|
| <b>加速度與角度偵測相關指令</b>   |   |
| <b>GetXForce(ForceX)</b><br><b>GetYForce(ForceY)</b><br><b>GetZForce(ForceZ)</b><br><b>CmdBUS :</b><br><b>GetXYZForce(ForceX, ForceY, ForceZ)</b><br><hr/> <b>I2C :</b><br><b>Out :</b><br><b>MID+93+Checksum1+Dummy</b><br><b>In :</b><br><b>MID+ForceX_L+ForceX_H+ ForceY_L+ForceY_H+ ForceZ_L+ForceZ_H+Checksum3</b> | 取得 X, Y, Z 軸向的力量值, X 軸向存在 <b>ForceX</b> , Y 軸向存在 <b>ForceY</b> , Z 軸向存在 <b>ForceZ</b> , 回傳值為-32768~32767 間的整數值,<br>1G = 410, -1G = -410, 2G = 820, -2G = -820     |
| <b>GetForce2D(Force, Angle)</b>   | 取得 2D 平面的合成力量值, 存在 <b>Force</b> , 同時取得力與主軸向的夾角存在 <b>Angle</b> , 單位為度, 主軸向的設定可以用 <b>SetAxis2D</b> 指令更改, <b>Force</b> 會回傳 0~65535 間的整數, <b>Angle</b> 會回傳 0~359 間的整數 |
| <b>CmdBUS :</b><br><b>GetAngle2D(Angle)</b><br><hr/> <b>I2C :</b><br><b>Out :</b><br><b>MID+95+Checksum1+Dummy</b><br><b>In :</b><br><b>MID+Angle_L+Angle_H+Checksum3</b>   | 取得 2D 平面的合成力與主軸向的夾角存在 <b>Angle</b> , 單位為度, 主軸向的設定可以用 <b>SetAxis2D</b> 指令更改, <b>Angle</b> 會回傳 0~359 間的整數   |
| <b>GetForce3D(Force, Angle1, Angle2)</b>  | 取得 3D 的合成力量值, 存在 <b>Force</b> , 同時取得於   |

|  |   |
|--|---|
|  | <p>XY 平面的分力與 X 軸向的夾角存在 <i>Angle1</i>，單位為度，力與 Z 軸的夾角存在 <i>Angle2</i>，單位為度<br/> <i>Force</i> 會回傳 0~65535 間的整數，<i>Angle1</i> 會回傳 0~359 間的整數，<i>Angle2</i> 會回傳 0~179 間的整數</p> |
| <p><b>CmdBUS :</b><br/> <b>GetAngle3D(<i>Angle1</i>, <i>Angle2</i>)</b></p> <hr/> <p><b>I2C :</b><br/> <b>Out :</b><br/> <b>MID+99+Checksum1+Dummy</b><br/> <b>In :</b><br/> <b>MID+Angle1_L+Angle1_H+Angle2+Checksum3</b></p> | <p>取得 3D 的合成力於 XY 平面的分力與 X 軸向的夾角存在 <i>Angle1</i>，單位為度，力與 Z 軸的夾角存在 <i>Angle2</i>，單位為度，<i>Angle1</i> 會回傳 0~359 間的整數，<i>Angle2</i> 會回傳 0~179 間的整數</p>                        |
| <p><b>CmdBUS :</b><br/> <b>GetXADVal(<i>Value</i>)</b></p> <hr/> <p><b>I2C :</b><br/> <b>Out :</b><br/> <b>MID+133+Checksum1+Dummy</b><br/> <b>In :</b><br/> <b>MID+Value_L+Value_H+Checksum3</b></p>                          | <p>取得各軸向(X, Y, Z 軸)受力的數位化電壓值，存於 <i>Value</i> 中，<i>Value</i> 會回傳 0~65535 間的整數值</p>   |
| <p><b>CmdBUS :</b><br/> <b>GetYADVal(<i>Value</i>)</b></p> <hr/> <p><b>I2C :</b><br/> <b>Out :</b><br/> <b>MID+134+Checksum1+Dummy</b><br/> <b>In :</b><br/> <b>MID+Value_L+Value_H+Checksum3</b></p>                          |   |
| <p><b>CmdBUS :</b><br/> <b>GetZADVal(<i>Value</i>)</b></p> <hr/> <p><b>I2C :</b><br/> <b>Out :</b><br/> <b>MID+135+Checksum1+Dummy</b><br/> <b>In :</b><br/> <b>MID+Value_L+Value_H+Checksum3</b></p>                          |   |
| <p><b>2D 偏向角偵測與設定相關指令</b></p>  |   |
| <p><b>CmdBUS :</b></p>   | <p>將輸入的 <i>Angle</i>，定義為偏向角的基準方位。<br/> <i>Angle</i> 可以輸入 0~359 間的任意整數</p>   |

|   |  |
|---|--|
| <p style="text-align: center;"><b>SetAngle2D( <i>Angle</i> )</b></p> <hr/> <p><b>I2C :</b></p> <p style="text-align: center;"><b>MID+96+Checksum1+<br/>Angle_L+Angle_H+Checksum2+<br/>Dummy</b></p>   |  |
| <p><b>CmdBUS :</b></p> <p style="text-align: center;"><b>GetAngleDev2D(<i>Angle</i>)</b></p> <hr/> <p><b>I2C :</b></p> <p><b>Out :</b></p> <p style="text-align: center;"><b>MID+97+Checksum1+Dummy</b></p> <p><b>In :</b></p> <p><b>MID+Angle_L+Angle_H+Checksum3</b></p>                        | <p>取得與設定為基準方位差異的偏向角。</p> <p>回傳現在量測到的 2D 角度，與基準方向的偏向角，以度為單位，儲存在 <i>Angle</i> 中，如果現在量測的方位，在基準方位逆時針方向 180 度內，回傳值就是正的，如果現在角度在基準角的順時針方向 179 度內，回傳值就是負的，<i>Angle</i> 會回傳 -179~180 間的整數</p> |
| <p><b>CmdBUS :</b></p> <p style="text-align: center;"><b>SetAngle3D( <i>Angle1,Angle2</i> )</b></p> <hr/> <p><b>I2C :</b></p> <p style="text-align: center;"><b>MID+100+Checksum1+<br/>Angle1_L+Angle_1H+<br/>Angle2+Checksum2+<br/>Dummy</b></p>   | <p>將輸入的 <i>Angle1</i> 與 <i>Angle2</i>，定義為偏向角的基準方位。</p> <p><i>Angle1</i> 可以輸入 0~359 間的任意整數。</p> <p><i>Angle2</i> 可以輸入 0~179 間的任意整數。</p>   |
| <p><b>CmdBUS :</b></p> <p style="text-align: center;"><b>GetAngleDev3D(<i>Angle1,Angle2</i>)</b></p> <hr/> <p><b>I2C :</b></p> <p><b>Out :</b></p> <p style="text-align: center;"><b>MID+101+Checksum1+Dummy</b></p> <p><b>In :</b></p> <p><b>MID+Angle1_L+Angle1_H<br/>+Angle2+Checksum3</b></p> | <p>取得與設定為基準方位差異的偏向角。</p> <p>回傳現在量測到的 3D 角度，與基準方向的偏向角，以度為單位，儲存在 <i>Angle1</i> 與 <i>Angle2</i> 中。</p> <p><i>Angle1</i> 的回傳範圍為-179~180。</p> <p><i>Angle2</i> 的回傳範圍為-89~90。</p>          |
| <b>受力提醒設定相關指令</b>   |  |
| <p><b>SetXForceLimit( <i>Num, Limit</i> )</b></p>   | <p><i>Num</i> = 0~4, 至多可指定五組受力極限提醒值。</p>   |
| <p><b>SetYForceLimit(<i>Num, Limit</i>)</b></p>   | <p>以 <i>Limit</i> 設定受力極限提醒值，可以輸入 0~65535 間的任意整數，只要該軸向(X, Y, Z 軸)受力絕對值超過該值，就會判斷為超過設定。</p>   |
| <p><b>SetZForceLimit(<i>Num,Limit</i>)</b></p>  |  |
| <p><b>GetXForceLimit(<i>Num, Limit</i>)</b></p>   | <p><i>Num</i> = 0~4, 至多可指定五組受力極限提醒值。</p>   |

|  |   |
|--|---|
| <b>GetYForceLimit(Num, Limit)</b>                            | 將設定的極限值存於 <i>Limit</i> ， <i>Limit</i> 會回傳 0~65535 間的整數。   |
| <b>GetZForceLimit(Num, Limit)</b>                            |   |
| <b>Status = GetXForceLimitStatus()</b>                       | 取得各組軸向(X, Y, Z 軸)受力極限設定的狀態，存在 <i>Status</i> 中。<br><i>Status</i> = 0 時受力絕對值未超過設定。<br><i>Status</i> = 1 時受力絕對值超出設定。   |
| <b>Status = GetYForceLimitStatus()</b>                       |   |
| <b>Status = GetZForceLimitStatus()</b>                       |   |
| <b>EnableXForceLimitEvent()</b>                              | 啟動軸向(X, Y, Z 軸)受力極限提醒。  |
| <b>EnableYForceLimitEvent()</b>                              |   |
| <b>EnableZForceLimitEvent()</b>                              |   |
| <b>DisableXForceLimitEvent()</b>                             | 關閉軸向(X, Y, Z 軸)受力極限提醒。  |
| <b>DisableYForceLimitEvent()</b>                             |   |
| <b>DisableZForceLimitEvent()</b>                             |   |
| <b>受力最大值取得與清除相關指令</b>  |   |
| <b>GetMaxXForce(Force)</b>                                   | 取得軸向(X, Y, Z 軸)發生過的最大受力值，存在 <i>Force</i> 中， <i>Force</i> 會回傳-32768~32767 之間的整數  |
| <b>GetMaxYForce(Force)</b>                                   |   |
| <b>GetMaxZForce(Force)</b>                                   |   |
| <b>ClearMaxXForce()</b>                                      | 清除軸向(X, Y, Z 軸)最大受力值的紀錄   |
| <b>ClearMaxYForce()</b>                                      |   |
| <b>ClearMaxZForce()</b>                                      |   |
| <b>各項設定相關指令</b>  |   |
| <b>CmdBUS :</b><br><b>SetRefreshFreq(Rate)</b>               | 根據輸入的 <i>Rate</i> 值，設定模組量測值的更新速率，預設值為 2。<br><i>Rate</i> 可以輸入為 0~5 等五種速率：<br><i>Rate</i> = 0 → 每 2 ms 更新角度值 (500 Hz)<br><i>Rate</i> = 1 → 每 5ms 更新角度值 (200 Hz)<br><i>Rate</i> = 2 → 每 10ms 更新角度值 (100Hz)<br><i>Rate</i> = 3 → 每 20ms 更新角度值 (50 Hz)<br><i>Rate</i> = 4 → 每 100 ms 更新角度值 (10 Hz)<br><i>Rate</i> = 5 → 每 1000 ms 更新角度值 (1 Hz) |
| <b>I2C :</b><br><b>MID+98+Checksum1+Rate+Checksum2+Dummy</b> |   |
| <b>GetRefreshFreq(Rate)</b>                                  | 回傳設定的量測值更新速率，存在 <i>Rate</i> ， <i>Rate</i> 會回傳 0~5 間的整數值，各數字代表的更新速率同 <b>SetRefreshFreq()</b> 的設定   |
| <b>CmdBUS :</b><br><b>SetAxis2D(Type)</b>                    | 以 <i>Type</i> 設定 2D 判斷時的設定軸， <i>Type</i> 可以輸入 0~5，分別代表：<br>0 → X 為 0 度軸，Y 為 90 度軸   |
| <b>I2C :</b>   |   |

|   |   |
|---|---|
| <b>MID+141+Checksum1+Type+Checksum2+Dummy</b>                           | <p>1→ Y 為 0 度軸，X 為 90 度軸</p> <p>2→ X 為 0 度軸，Z 為 90 度軸</p> <p>3→ Z 為 0 度軸，X 為 90 度軸</p> <p>4→ Y 為 0 度軸，Z 為 90 度軸</p> <p>5→ Z 為 0 度軸，Y 為 90 度軸</p>  |
| <b>ABConvert(Angle, Binary)</b>   | 將輸入的角度值，以 360 度對應到 256 的刻度值，由 <b>Binary</b> 輸出， <b>Angle</b> 可以輸入-32768~32767 間的認意整數，回傳的 <b>Binary</b> 為-23302~23301 間的整數   |
| <b>BAConvert(Binary, Angle)</b>   | 將輸入的 <b>Binary</b> ，以 256 對應到 360 的比例，轉為角度直存放在 <b>Angle</b> 中， <b>Binary</b> 可以輸入-23302~23301 間的任意整數，回傳的 <b>Angle</b> 為-32768~32767 間的整數  |
| <b>SaveCalVal(Mode, X0G, X1G, X-1G, Y0G, Y1G, Y-1G, Z0G, Z1G, Z-1G)</b> | 根據 <b>Mode</b> 設定各模式的校正值， <b>Mode</b> 請輸入 0~3 間的整數值， <b>X0G</b> ， <b>X1G</b> ， <b>X-1G</b> 請分別輸入在 X 軸向感測到 0g，1g 與-1g 時以 <b>GetXADVal</b> 取得的電壓值， <b>Y0G</b> ， <b>Y1G</b> ， <b>Y-1G</b> 請分別輸入在 Y 軸向感測到 0g，1g 與-1g 時以 <b>GetYADVal</b> 取得的電壓值， <b>Z0G</b> ， <b>Z1G</b> ， <b>Z-1G</b> 請分別輸入在 Z 軸向感測到 0g，1g 與-1g 時以 <b>GetZADVal</b> 取得的電壓值， <b>Mode</b> 以外各輸入值請輸入 0~65535 間的整數 ※ |
| <b>LoadCalVal(Mode, X0G, X1G, X-1G, Y0G, Y1G, Y-1G, Z0G, Z1G, Z-1G)</b> | 根據 <b>Mode</b> 取得各模式的校正值， <b>Mode</b> 請輸入 0~3 間的整數值， <b>X0G</b> ， <b>X1G</b> ， <b>X-1G</b> 將回傳 X 軸 0g，1g 與-1g 時的電壓校正值， <b>Y0G</b> ， <b>Y1G</b> ， <b>Y-1G</b> 將回傳 Y 軸 0g，1g 與-1g 時的電壓校正值， <b>Z0G</b> ， <b>Z1G</b> ， <b>Z-1G</b> 將回傳 Z 軸 0g，1g 與-1g 時的電壓校正值，各回傳值將回傳 0~65535 間的整數  |
| <b>RestoreCalVal()</b>  | 使用預設的校正值替代現在的校正值  |
| <b>內部計數器相關指令</b>  |   |
| <b>SetTimerFreq(Time)</b>   | 根據輸入的 <b>Time</b> 值，設定模組計數的更新速率。 <b>Timer</b> 可輸入範圍為 5~1000，單位為ms。  |
| <b>StartTimer()</b>   | 啟動計數器。  |
| <b>StopTimer()</b>  | 關閉計數器。  |
| <b>Status = GetTimerStatus()</b>  | 取得計數狀態，並儲存至 <b>Status</b> 中。<br><b>Status</b> = 0 時未完成計數。<br><b>Status</b> = 1 時計數完成。   |
| <b>EnableTimerEvent()</b>   | 啟動計數提醒事件。   |
| <b>DisableTimerEvent()</b>  | 關閉計數提醒事件。   |

※設定校正值時，請先根據圖 4，量測各軸向於三個狀態(0g，1g，-1g)下的數位電壓值，由於電壓值會跳動，建議取十點以上，並去除最大最小值做平均，量測時請固定好模組，以免晃動造成數值錯誤。

### 模組提供應用事件:

| 事件名稱 (Event)            | 啟動條件   |
|-------------------------|--|
| <b>XForceLimitEvent</b> | 在執行 <b>EnableXForceLimitEvent ()</b> 後，當偵測到 X 軸向受力超過設定值時，就會啟動。 |
| <b>YForceLimitEvent</b> | 在執行 <b>EnableYForceLimitEvent ()</b> 後，當偵測到 Y 軸向受力超過設定值時，就會啟動。 |
| <b>ZForceLimitEvent</b> | 在執行 <b>EnableZForceLimitEvent ()</b> 後，當偵測到 Z 軸向受力超過設定值時，就會啟動。 |
| <b>TimerEvent</b>       | 在執行 <b>EnableTimerEvent()</b> 後，當計數完成時，就會啟動。                   |

### 範例程式:

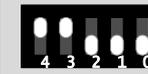
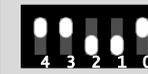
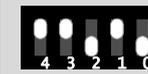
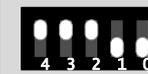
```
Peripheral myG As Accelerometer3B@0 ' 設定模組編號為 0

Dim iFx, iFy, iFz As Integer ' 儲存 X, Y, Z 軸的受力值

Sub Main()
    Do
        myG.GetXYZForce(iFx,iFy,iFz) ' 取得 XYZ 受力值
        Debug CSRXY(1,1),"X: ", iFx, ", Y: ", iFy, ", Z: ", iFz,CLREOL
    loop
End Sub
```

# 附錄

## 1. 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 |