



中小型數字舵機模塊

BM22O2321-A

版本：V1.10 日期：2020-06-19

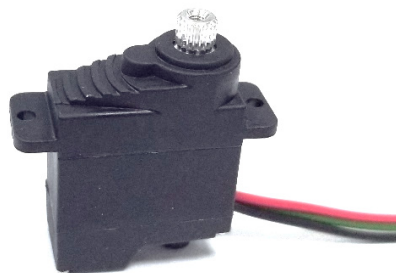
www.holtek.com

目錄

| | |
|--------------|----|
| 特性 | 3 |
| 簡介 | 3 |
| 應用場合 | 3 |
| 選型表 | 3 |
| 方框圖 | 4 |
| 模塊配置圖 | 4 |
| 腳位說明 | 4 |
| 極限參數 | 5 |
| 直流電氣規格 | 5 |
| 交流電氣規格 | 5 |
| 舵機物理特性 | 6 |
| 功能說明 | 6 |
| 模塊功能 | 6 |
| 系統概述 | 6 |
| 通訊介面 | 6 |
| 通訊協議 | 7 |
| 設定步驟 | 11 |
| 使用範例 | 11 |
| 應用電路 | 13 |
| 裝配說明 | 13 |
| 尺寸圖 | 13 |

特性

- 工作電壓：4.5V~7.2V
- 工作電流
 - ◆ 3.4mA@5.0V (典型值，空載)
 - ◆ 0.7A@5.0V (典型值，堵轉電流)
- 待機電流：
0.9mA~1.1mA@5.0V (典型值，待機休眠)
- 傳輸介面：單線雙向 UART 介面，
支援固定波特率 (baud rate) 115200 bps
- 全金屬齒輪
- 2 種操作模式
 - ◆ 角度控制模式：0°~240°，移動快慢時間可調
 - ◆ 輪轉模式：正反轉，轉速、時間可調
- 保護功能：堵轉保護、低電壓保護



簡介

本產品為中小型數字舵機模塊，內建兩種舵機操作模式，分別為角度控制模式與輪轉模式，使用者可靈活控制舵機移動時間和移動角度。模塊提供 1 個 3-Pin Power / 單線雙向 UART 介面，方便搭配外部主控單片機或上位機使用。使用者透過單線雙向 UART 介面向中小型數字舵機模塊發送主控命令，可調節舵機轉動時間、轉動角度等功能。本產品具備控制靈活等特點，可靈活搭載到其它電子產品中。同時本產品是 Holtek 開發的創意平台模塊之一，支援 Holtek 開發平台系統指令。

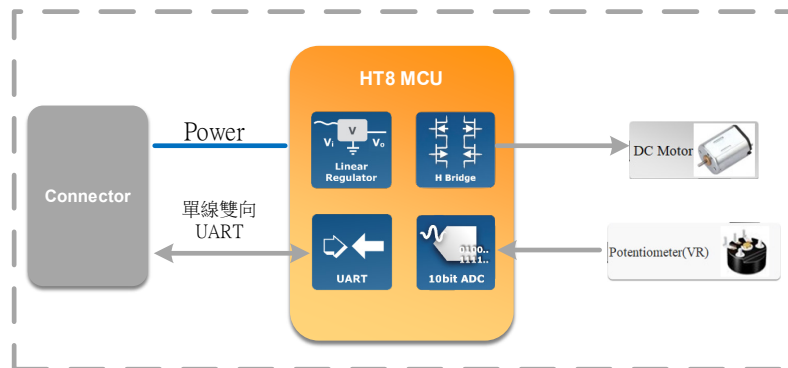
應用場合

科研電子產品類、機器人電動人體類、飛機玩具類。

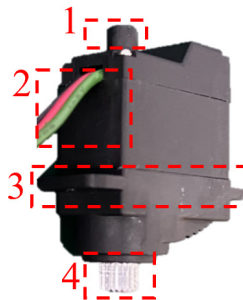
選型表

| 型號 | 模塊名稱 | 模塊類型 | 通信方式 | 扭力 | 工作電壓 |
|-------------|-----------|------|-----------------------|------------|-----------|
| BM22O2321-A | 中小型數字舵機模塊 | 輸出模塊 | 單線雙向 UART (115200bps) | 1.3 kgf.cm | 4.5V~7.2V |

方框圖

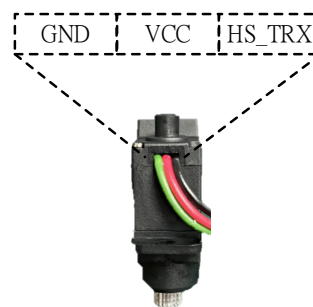


模塊配置圖



1. 馬達虛軸
2. 電源和通信連接腳
3. 馬達卡扣 (可固定機構件)
4. 馬達輸出軸

腳位說明



| 名稱 | 類型 | 功能 |
|-----|-------|---|
| CMD | DI/DO | 波特率 (baud rate) 為 115200 bps 的單線雙向 UART 發送 / 接收引腳 |
| VCC | PWR | 正電源 |
| GND | PWR | 負電源 · 接地 |

註：PWR：電源 DI/DO：數位輸入 / 輸出

極限參數

| | |
|---------------------------------|---|
| 電源供應電壓 (V _{CC}) | V _{SS} -0.3V~14.0V |
| 連接器端口輸入電壓 | V _{SS} -0.3V~V _{DD} +0.3V |
| 儲存溫度 | -50°C~125°C |
| 工作溫度 | -40°C~85°C |
| 連接器流過最大電流 | 2.0A |

註：超過極限參數所規定的範圍將對模塊造成損害，無法預期模塊在上述標示範圍外的工作狀態，而且若長期在標示範圍外的條件下工作，可能影響模塊的可靠性。

直流電氣規格

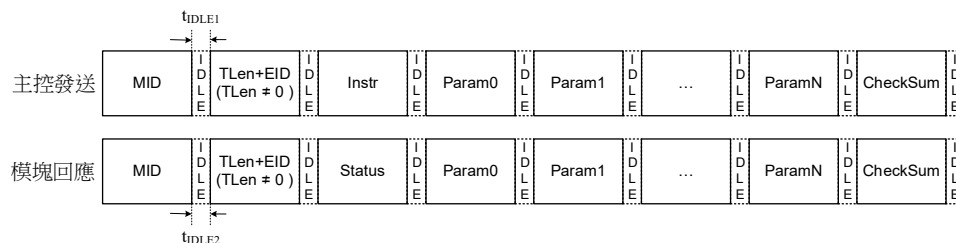
V_{DD}=3.3V，Ta=25°C

| 符號 | 參數 | 條件 | 最小 | 典型 | 最大 | 單位 |
|------------------|---------|--------------|-----|-----|-----|----|
| V _{IN} | 模塊工作電壓 | — | 5.0 | 6.0 | 7.2 | V |
| I _{DD} | 模塊工作電流 | 6V，空載 | — | 5.9 | 7.7 | mA |
| | | 6V，堵轉 | — | — | 1.0 | A |
| I _{STB} | 模塊靜態電流 | No load，待機休眠 | 0.9 | — | 1.1 | mA |
| V _{IL1} | 低電平輸入電壓 | — | 0 | — | 1.5 | V |
| V _{IH1} | 高電平輸入電壓 | — | 3.5 | — | 5.0 | V |

交流電氣規格

V_{DD}=3.3V，Ta=25°C

| 符號 | 參數 | 條件 | 最小 | 典型 | 最大 | 單位 |
|--------------------|---------------------------|----|----|--------|----|-----|
| BR | 單線雙向 UART 波特率 (baud rate) | — | — | 115200 | — | bps |
| t _{IDLE} | 主控發送每筆數據傳輸間隔時間 | — | — | 22 | — | μs |
| t _{IDLE2} | 模塊回應每筆數據傳輸間隔時間 | — | — | 22 | — | μs |



舵機物理特性

 $V_{IN}=3.3V \cdot T_a=25^{\circ}C$

| 參數 | 條件 | 最小 | 典型 | 最大 | 單位 |
|-----|----|----|----|------|----------|
| 精準度 | — | — | — | 3 | 度 |
| 扭力 | — | — | — | 1.3 | Kg.cm |
| 速度 | — | — | — | 0.21 | 秒 / 60 度 |
| 角度 | — | — | — | 240 | 度 |

功能說明

模塊功能

此中小型數字舵機模塊除舵機本體之外，模塊還配有 1 個虛軸舵片、1 個輸出軸舵片。產品內建了 2 種操作模式，依序為角度控制模式、輪轉模式。

小驅動馬達模塊是 Holtek 開發的智能創意模塊之一，可搭配外部主控單片機或上位機使用，平台可直接對模塊進行設置，輕鬆實現各式舵機功能。

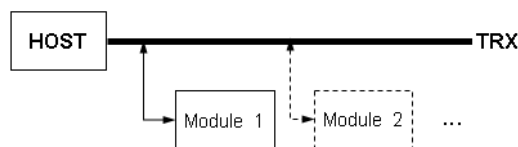
- 角度控制模式：設定舵機移動角度與移動時間。
- 輪轉模式：設定舵機正轉、反轉方向以及速度。

系統概述

BM22O2321-A 是一款中小型數字舵機模塊，已集成舵機的底層驅動電路及相關的驅動及保護程式。模塊主要元件為 MCU 及馬達。MCU 透過單線雙向 UART 介面接收到主控命令後，根據主控命令改變馬達兩端的電平狀態，從而改變馬達內部電流流向，可實現馬達的正 / 反轉控制。搭配 MCU 內建的保護程式，可實現對負載的有效保護及靈活控制。本模塊一般用於系統的輸出端，可適用於驅動小型負載的應用場合，如小風扇等。

通訊介面

模塊採用 Holtek 自訂的單線雙向 UART 通訊介面，既提供與主機或其他模塊通信的 pin 腳，同時也是模塊的電源接口。此通訊介面等同於傳統 UART 接口的 TX、RX 引腳短接在一起，以半雙工方式工作。模塊上電後，其通訊 pin 處於輸入狀態，等待主控發送命令；當模塊接收到 UID (MID+EID) 匹配的主控命令或廣播命令且需回應時，其通訊 pin 切換為 Output，響應後立即切回 Input 狀態。且每一模塊配備兩個連接器，可與主機或其他模塊級聯，實現一機多從的多機通訊。示意圖如下。



單線雙向 UART 介面特點：

- 單線，雙向，半雙工：傳統 UART 介面中的 TX、RX 短接後通過多工器連接到主機。模塊固定作為從機，可接收主機發出的命令，也可回傳數據給主機，但只響應與自身 UID 匹配的命令或廣播命令。同一時刻只允許單方向傳送。
- 波特率 (baud rate)：115200
- 數據位：9

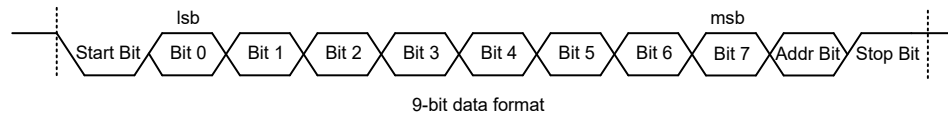
- 停止位：1
- 校驗位：0
- 定址位：1
- 流量控制：None

通訊協議

本模塊使用 Holtek 自訂的單線雙向 UART 協議，實現主控與模塊之間的通訊。模塊帶有 UID 匹配機制，只會響應與自身 UID 匹配的命令或廣播命令 (UID=0)。因此主機在通訊過程中發出的每一個命令，都會攜帶 UID 信息。單向雙向 UART 數據格式及封包格式介紹如下。

單線雙向 UART Data format

單線雙向 UART Data format 格式如下：



Start Bit：起始位

數據位：9-bit (Bit0~7 + Addr Bit)

Bit7~0：數據儲存位 8-Bit (1-Byte)

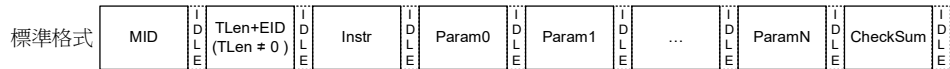
Addr Bit：地址標誌位，若為 MID 數據，則 Addr Bit=1，否則 Addr Bit=0

Stop Bit：1-bit 停止位

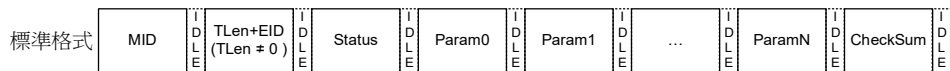
封包格式

本通訊協議封包依功能可分為 5 部分：UID(MID+EID)、Total Lenth(TLen/TLen1)、Instruction(Instr)/Status、Parameter(ParamN)、CheckSum。

封包格式分為標準格式和擴展格式，標準格式最大可支援 N=13 筆 Param 數據，擴展格式最大可支援 N=253 筆 Param 數據。



主控命令



模塊回應

MID：Bit7~0 為模塊 ID，不同模塊的 MID 不同，MID 為出廠配置。本模塊 MID=0x1E。

若為廣播命令：MID=0。

EID：Bit3~0 為模塊 Extend ID，用於區分具有相同 MID 的不同模塊。EID 由 User 配置。

若為廣播命令：EID=0。

TLen：Bit7~4 為數據包長度。

For 標準模式：TLen=(Instr/Status+Param0~ParamN+CheckSum) 的長度。

For 擴展模式：TLen=0。

TLen1：Bit7~0 為數據包長度 (僅擴展模式有效)。

$TLen1 = (\text{Instr}/\text{Status} + \text{Param}0 \sim \text{Param}N + \text{Checksum})$ 的長度。

Instr/Status：

Instr：Bit7~0 為主控發送的指令數據，具體定義請參考命令章節。

Status：Bit7~0 為從機回應的狀態數據，具體定義請參考命令章節。

ParamN：Bit7~0 為 Instr 或 Status 所帶的參數

For 標準模式：N 最大為 13。

For 擴展模式：N 最大為 253。

Checksum：Bit7~0 為校驗數據

For 標準模式： $\text{Checksum} = \sim(\text{MID} + \text{EID} \& \text{TLen} + \text{Instr} + \text{Param}0 + \dots + \text{Param}N)$

For 擴展模式： $\text{Checksum} = \sim(\text{MID} + \text{EID} \& \text{TLen} + \text{TLen}1 + \text{Instr} + \text{Param}0 + \dots + \text{Param}N)$

IDLE：每兩筆數據之間的時間

命令

對模塊功能進行設定以及讀取模塊狀態都需要透過主控下命令 (Instr) 實現。命令分為系統命令和功能命令。系統命令又分為廣播命令和非廣播命令，其中廣播命令 UID 固定為 0，對所有模塊有效。功能命令是針對模塊功能的命令，可用於設定模塊功能及讀取模塊工作狀態。命令可搭配不同的參數 (Param)，以達到不同的設定效果。模塊接收到主控命令後，會返回相應的狀態 (Status) 和參數 (Param)，以告知主控命令執行的狀態。模塊支持的命令及功能說明如下。

系統命令

下表為系統命令總表：

| 命令 | 主控命令 | | 模塊回應 | | 功能說明 |
|-------------------|-------|-------|--------|-------|--|
| | Instr | Param | Status | Param | |
| Reset | 0x00 | — | 註 | — | 要求模塊 Reset，若為廣播 (UID=0) 不用回應 Ack。 復位後，模塊回到剛上電狀態，讓負載處於休眠狀態，等待接收主機命令。 |
| Standby (廣播命令) | 0x01 | — | — | — | 廣播命令，要求模塊進入 Standby，不用回應 Ack (執行 Standby 命令時，模塊處於待機休眠狀態，此時模塊耗電為 0.5mA； 模塊會在接收到總線上的 0.1ms (1-bit Baudrate 的時間) low pulse 信號後退出 Standby 模式後恢復正常工作模式：讓負載處於休眠狀態，等待接收主控命令，並在 1.14ms (11-bit Baudrate 的時間) 的時間內恢復單線雙向 UART 功能 |

| 命令 | 主控命令 | | 模塊回應 | | 功能說明 |
|----------------------|--------------------|-------|--------|-------------------|--|
| | Instr | Param | Status | Param | |
| 延遲執行 | 0x20+Instr | — | — | — | 設置“延遲執行”的命令，設置完成後，模塊會在接收到 SyncAction 命令時執行預設的命令。 Instr 為各模塊可支持延遲執行的功能命令，以輪轉模式命令為例，正常執行 Instr 為 0x08，延遲執行的 Instr=0x28。 |
| SyncAction (廣播命令) | 0x02 | — | — | — | 各模塊預先設置“延遲執行”命令並通過 SyncAction 命令同步執行，可實現不同模塊之間同步動作。 註：模塊應按順序先接收到“延遲執行”命令後再接收 SyncAction 命令。在此期間不應對該模塊穿插其他命令，否則 SyncAction 命令無效。 |
| GetFWVer | 0x03 | — | 註 | Param0 ~Param1 | 取回模塊固件版本資訊 Param0：固件版本號 Low Byte Param1：固件版本號 High Byte Param0、Param1 以 BCD 呈現，例如 0x0120，表示 Ver1.20 回傳資料為 [MID 4x 00 20 01 CS] |
| SetEID (廣播命令) | 0x80+ EID Value | — | 註 | — | 設定單一模塊 EID(EID 範圍：0~15) 註： 1. EID Default 為 0，使用模塊前需先設定 EID 為預期值； 2. 設定 EID 時，相同接口的總線上僅允許存在一個模塊； 3. 當主控針對中小型數字舵機模塊發送 EID=0 的命令封包時，所有數字舵機模塊皆可接收到命令，類似於廣播命令的作用。在設置中小型數字舵機模塊的 EID Value 時，不可設置為 EID=0。 4. 通過配置 EID，可實現最多 15 個具有相同 MID 模塊的級聯。 |

註：請參考模塊共同狀態表。

GetFWVer 命令

| 項目 | Instr/ Status | Param | | | | | | | |
|-------------|-------------------|--------|--------|---|---|---|---|---|---|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 主控命令 | Instr | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 模塊回應 | Status | Param0 | Param1 | — | — | — | — | — | — |
| 主控命令 | | | | | | | | | |
| Instr | 0x03 | | | | | | | | |
| 模塊回應 | | | | | | | | | |
| Status | 請參考【模塊共同狀態表】 | | | | | | | | |
| Param0 | 模塊固件版本資訊 Low Byte | | | | | | | | |

| 項目 | Instr/ | Param | | | | | | | |
|--------|--------------------|-------|---|---|---|---|---|---|---|
| Byte | Status | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Param1 | 模塊固件版本資訊 High Byte | | | | | | | | |

模塊共同狀態表

| Status | 說明 |
|-----------|------------------------------------|
| 0x00 | 命令傳送成功 |
| 0x01~0x3F | 保留模塊自定義 |
| 0x40 | 校驗碼錯誤 (Check Sum Error) |
| 0x80 | 收到非支援之指令 (Instruction Not Support) |

模塊功能命令

下表為模塊功能命令總表：

| 命令 | Instr | 功能說明 | 可否延遲執行 |
|--------|-------|----------------|--------|
| 輪轉模式 | 0x08 | 設定模塊執行正 / 反轉命令 | √ |
| 角度控制模式 | 0x09 | 設定模塊執行特定角度移動 | √ |

註：若需要對某一命令延遲執行，只需以“0x20+Instr”替代原有的 Instr 即可。以雙色呼吸燈效命令為例，正常執行 Instr 為 0x08，延遲執行的 Instr=0x28。

● 輪轉模式

| 項目 | Instr/ | Param | | | | | | | |
|-------------|--|--------|--------|--------|--------|---|---|---|---|
| Byte | Status | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 主控命令 | Instr | Param0 | Param1 | Param2 | Param3 | — | — | — | — |
| 模塊回應 | Status | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 主控命令 | | | | | | | | | |
| Instr | 0x08 | | | | | | | | |
| Param0~1 | 轉速控制 Byte 註：Param0~1 取值範圍為 -1000~1000，正數為順時針旋轉，負數為逆時針旋轉 (Param0 為 Low Byte，Param1 為 High Byte) | | | | | | | | |
| Param2~3 | 旋轉時間 t 控制 Byte $t = \text{Param2} \sim 3 \times 1\text{ms}$ 註：Param2~3 取值範圍為 0~65535，參數為 0 時無時間限制 (Param2 為 Low Byte，Param3 為 High Byte) | | | | | | | | |
| 模塊回應 | | | | | | | | | |
| Status | 0x00：命令傳送成功 0x02：系統電壓低於 3.3V 0x04：堵轉保護 0x08：角度設定錯誤 0x40：校驗碼錯誤 0x80：收到非支援之指令 | | | | | | | | |

● 角度控制模式

| 項目 | Instr/ Byte | Param | | | | | | | |
|-------------|---|--------|--------|--------|--------|---|---|---|---|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 主控命令 | Instr | Param0 | Param1 | Param2 | Param3 | — | — | — | — |
| 模塊回應 | Status | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 主控命令 | | | | | | | | | |
| Instr | 0x09 | | | | | | | | |
| Param0~1 | 移動角度控制 Byte 註：Param0~1 取值範圍為 0~240 (Param0 為 Low Byte · Param1 為 High Byte) | | | | | | | | |
| Param2~3 | 完成時間 t 控制 Byte t=Param2~3×1ms 註：Param2~3 取值範圍為 0~65535 (Param2 為 Low Byte · Param3 為 High Byte) | | | | | | | | |
| 模塊回應 | | | | | | | | | |
| Status | 0x00：命令傳送成功 0x02：系統電壓低於 3.3V 0x04：堵轉保護 0x08：角度設定錯誤 0x40：校驗碼錯誤 0x80：收到非支援之指令 | | | | | | | | |

設定步驟

本模塊出廠前 EID 默認設定為 0。如果需要重新設定模塊 EID，可使用 SetEID 指令對模塊 EID 進行設定（註：舵機模塊 EID 不能設置為 0），EID 被設定後將儲存在模塊 MCU 之中。但需注意 SetEID 為廣播命令，設定 EID 時，相同接口的總線上僅允許存在一個模塊連接。

BM22O2321-A 中型數字舵機模塊在和智能創意平台搭配使用的時候，需遵循一定的操作步驟，以下將具體介紹使用操作步驟：

- Step1：設置模塊 EID。於 Innovation Workshop 的 [模塊測試] 功能介面下，選擇 [設定模塊 ID] 命令，對模塊進行 EID 設置。
- Step2：執行模塊功能命令設置。

使用範例

以下以本模塊執行“輪轉模式”功能為例，介紹主控程式範例。模塊 MID=0x1E，假定 EID 為 1，設定轉速為 200，執行時長 1000ms。則主控發送及接收的數據說明如下。

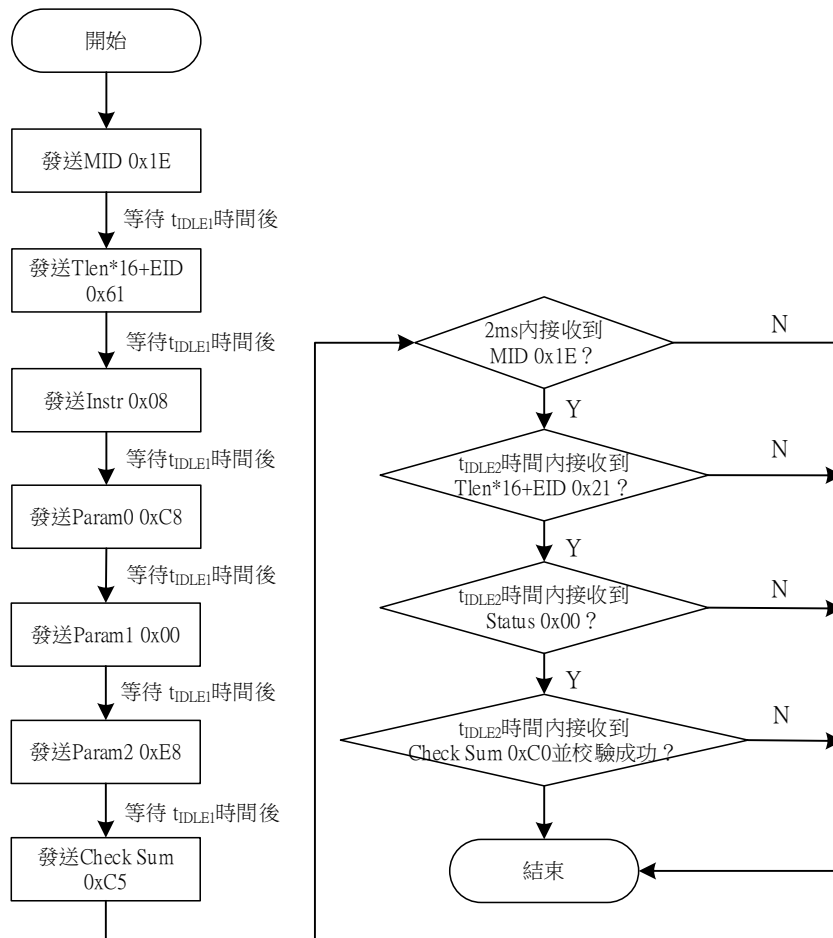
主控發送模塊 MID=0x1E，EID=1，Tlen=(Instr+Param0+Param1+Param2+Param3+CS) 的長度，即 6，Instr=0x08，Param0=0xC8，Param1=0x00，Param2=0xE8，Param3=0x03，CS=~(MID+EID&TLen×16+Instr+Param1+Param2+Param3)=0xC5。因此本次主控命令對應數據如下。

| MID | I D L E | TLen+EID (TLen ≠ 0) | I D L E | Instr | I D L E | Param0 | I D L E | Param1 | I D L E | Param2 | I D L E | Param3 | I D L E | Checksum | I D L E |
|------|------------------|------------------------|------------------|-------|------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|------------------|----------|------------------|
| 0x1E | | 0x61 | | 0x08 | | 0xC8 | | 0x00 | | 0xE8 | | 0x03 | | 0xC5 | |

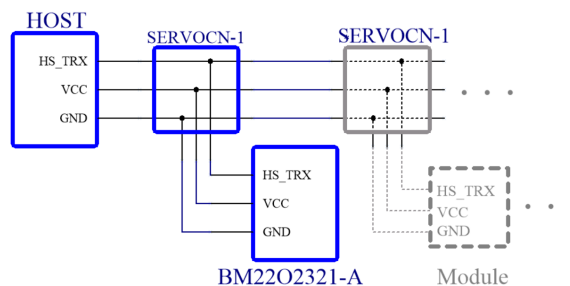
模塊在接收到主控命令後，會讀取按鍵狀態，並返回對應的狀態 (Status) 及參數 (Param)。因此模塊回應的 MID=0x1E · EID=1 · Tlen=(Status+CS) 的長度，即 2，執行成功則 Status=0x00 · CS=~(MID+EID&TLen×16+Status)=0xC0。因此模塊回應數據如下。

| MID | IDLE | TLen+EID (TLen ≠ 0) | IDLE | Status | IDLE | Checksum | IDLE |
|------|------|------------------------|------|--------|------|----------|------|
| 0x1E | | 0x21 | | 0x00 | | 0xC0 | |

主控發送及接收的相關流程圖如下。左側為主控發送命令的流程，右側為主控接收回應的流程。流程中 2ms 及 t_{IDLE2} 為 Timeout 判定條件，用戶可根據實際應用進行調整。



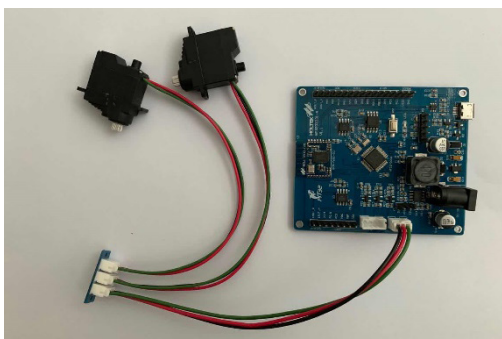
應用電路



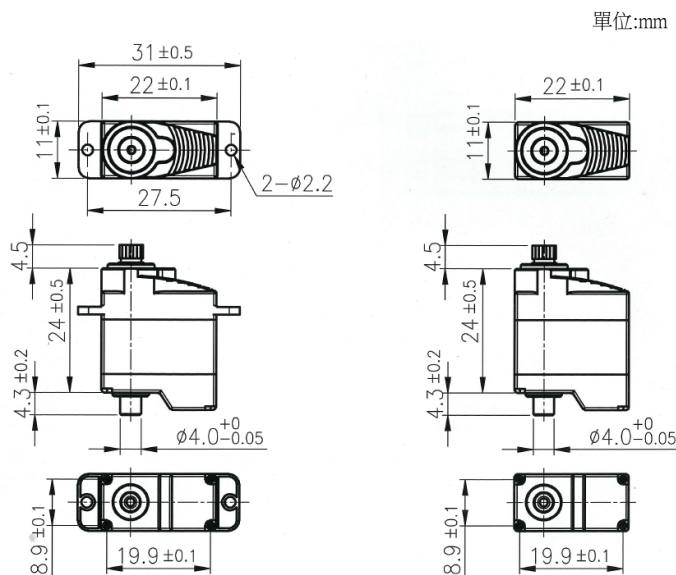
註：SERVOCN-1 為模塊的連接板配件。

裝配說明

中小型數字舵機模塊配有 1 個 3-Pin Power / 單線雙向 UART 母座介面，若不需級聯其他模塊時可直接連接至主控板上，若需級聯其他模塊時，需使用 SERVOCN-1 連接板實現多模塊極限。



尺寸圖



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/>。