### Sistema theremino



# Theremino Motors V3.1

# La applicazione Theremino\_Motors

Questa applicazione mette in comunicazione gli Slot del sistema theremino con dispositivi collegati a una linea seriale di tipo <u>*Half-Duplex*</u> (RS485 a due fili bilanciati, oppure TTL con un filo singolo).

I dispositivi vengono collegati in catena per mezzo di un cavo a quattro fili (due segnali più alimentazione e GND) o anche solo tre fili nelle versioni TTL.



In questa immagine si vedono alcuni motori <u>*FeeTech*</u> e <u>*Dynamixel*</u> e un modulo TSIO aperto per mostrare le connessioni.

Gli Smart-Motor, contengono tutta l'elettronica di controllo, un encoder da 4096 passi e un algoritmo PID configurabile che permette di controllare la rotazione con precisione di 0.09 gradi (e i TMOT con doppio encoder fino a 0.003 gradi).

Si possono regolare anche la velocità, la accelerazione e la coppia, nonché leggere la posizione raggiunta, la temperatura, la corrente (che è in relazione con la coppia) e molti altri parametri.

Sulla stessa linea di comunicazione si possono collegare dispositivi di tipo diverso, ad esempio tre TMOT nella base, spalla e gomito per poter sollevare 1 Kg a un metro, poi tre 3215 di FeeTech nella punta, che sono piccoli e leggeri, per muovere pinze e cacciaviti, e infine un TSIO sulla punta per controllare gli utensili.

(Anno 2022) Sono già disponibili i moduli TSIO (Theremino Smart Input Output) che forniscono più di venti Pin di In-Out di tipo ADC, PWM, DigIN e DigOUT. Gli TSIO sono comodamente collegabili sulla stessa linea dati e alimentazione dei motori Feetech, Dynaminxel e TMOT

(Anno 2023) Sono in preparazione i TMOT (Theremino Motors), veri SmartMotor per controlli industriali ma ad un prezzo altamente competitivo. I TMOT hanno un migliore controllo della coppia rispetto a FeeTech e Dynamixel. Inoltre è possibile identificare e riprogrammare i TMOT senza dover aprire i Robot e scollegarli dalla catena di comunicazione.

### Caratteristiche dei servo motori

In questa pagina riportiamo le caratteristiche di alcuni servomotori che abbiamo trovato particolarmente interessanti.



Abbiamo provato i primi cinque di questa lista e consigliamo decisamente i primi tre (3215, 3032 e 3046) che, oltre ad essere molto economici, hanno anche un funzionamento fluido e silenzioso.

| Motor   | Voltage | Gears | Speed<br>(RPM) | Torque<br>(kg-cm) | Encoder<br>bits | Size<br>(mm) | Weight<br>(g) | Euro | Processor      |
|---------|---------|-------|----------------|-------------------|-----------------|--------------|---------------|------|----------------|
| STS3215 | 4V-7.4V | 345:1 | 54             | 19                | 12              | 45*25*35     | 55            | 10   | GD32F130F8P6TR |
| STS3032 | 4V-7.4V | 205:1 | 111            | 4                 | 12              | 32*12*27     | 21            | 20   | GD32F130F8P6TR |
| STS3046 | 6-7.4V  | 378:1 | 52             | 40                | 12              | 40*20*43     | 89            | 25   |                |
| SM29BL  | 12-24V  | 241:1 | 110            | 24                | 12              | 40*28*42     | 102           | 50   | STM32F030K6T6  |
| SM45BL  | 12-24V  | 353:1 | 110            | 25                | 12              | 46*28*34     | 100           | 90   | STM32F030K6T6  |
| SM120BL | 9-25V   | 232:1 | 50             | 120               | 12              | 78*43*65     | 485           | 420  |                |
| eRob70  | 48V     |       | 40             | 367               | 19              | 70*81        | 1000          | 550  |                |

I dati di questa tabella sono approssimativi, considerateli come una indicazione di massima per confrontare grossolanamente i motori. I millimetri sono arrotondati all'intero più vicino e i prezzi sono quelli che si trovano in Europa. I prezzi in Cina sono minori di un 30..40%

*Tutti i motori qui considerati sono coreless o brushless e gli encoder sono magnetici o ottici. Abbiamo scartato a priori tutti i modelli con feedback a potenziometro.* 

Il valore "torque" indicato è quello di stallo. Nelle condizioni di lavoro normale si deve mantenerlo notevolmente più basso.

## Protocolli di comunicazione

Il protocollo utilizzato da questa applicazione è il **<u>Dynamixel 1.0</u>** (abbreviato in DXP1) che permette di comunicare con tutti i servomotori **<u>Dynamixel</u>** e <u>**FeeTech**</u>.

Esiste anche un protocollo *Dynamixel 2.0* ma non lo abbiamo implementato perché funzionerebbe solo con alcuni modelli di Dynamixel (MX e PRO) e con nessuno dei FeeTech. Inoltre il protocollo 2.0 non contiene particolari vantaggi. Il suo unico miglioramento importante sarebbe la istruzione SyncRead, che però è superata dalla nostra implementazione dei *Trasferimenti con buffer* 

#### Utilizzare i protocolli DXP1 o Modbus

I servo FeeTech possono essere programmati per utilizzare il protocollo DXP1 o il protocollo ModBus. Quest'ultimo è familiare a chi utilizza i PLC, ma ha prestazioni di velocità inferiori e meno comandi.

Per utilizzare i dispositivi Modbus abbiamo scritto una applicazione molto simile a questa, ma che si chiama <u>Theremino\_Modbus</u> Nella pagina troverete anche i file di documentazione relativi.

#### Programmare i servomotori FeeTech per DXP1 o Modbus

Abbiamo preparato in *questa pagina* un archivio ZIP che contiene tutto il necessario per riprogrammare i servo FeeTech con i due protocolli. Nel file ZIP

troverete anche le istruzioni per la programmazione.

Per riprogrammare i motori FeeTech avrete bisogno di un modulo di connessione USB, come quello della immagine qui a destra, un cavetto USB e un cavetto di collegamento per i motori.

Servirà anche un alimentatore da 24 volt che si collega con il negativo al morsetto "G" e con il positivo a V2.



L'alimentatore deve avere un comodo interruttore di accensione disposto vicino alla tastiera del PC e al Mouse. Con l'interruttore si deve dare corrente esattamente nello stesso istante in cui si preme il pulsante di programmazione sul software. Se non si fa questa azione in modo sincrono la programmazione non si avvia.

Per far funzionare i Dynamixel si potrebbe utilizzare questo stesso adattatore, ma non abbiamo ancora provato.

### La scheda Feetech URT1

Con questa scheda si connettono i motori alla porta USB e li si alimentano con i connettori blu sulla destra.

I motori con quattro fili si collegano ai connettori in alto e si alimentano da 8 a 24 volt sui connettori G e V2

I motori con tre fili si collegano ai connettori in basso e si alimentano da 5 a 7 volt sui connettori G e V1



I motori a bassa tensione (consigliamo gli ottimi 3032 e 3215) si possono alimentare collegando a G e V1 i 5 volt in arrivo da una seconda porta USB (meglio se USB3), oppure da un alimentatore da 5 o 6 volt e da almeno 2 o 3 ampere.



#### Schema elettrico

# Modificare la lista dei comandi

Nella parte centrale della applicazione c'è la lista dei comandi. Le parti colorate su sfondo giallo sono attive e senza errori. Le parti in verde chiaro sono commentate e non agiscono.

```
DEVICE TYPE TSIO (Theremino Smart InOut module)
' _____
                                                          _____
۰ _____
DeviceType TSIO1
0 To DXP1 BC 152-1 ' ReplyMode (O=NoReturnPackets)
  ------
   Exchange list (executed repeatedly)
_____
   TSIO INPUTS (TMOT BASE DATA)
                                        _____
                            ------
DXP1 1 100-34 To Buffer
Buffer 100-4 To Slot 100
Buffer 104-1 To Slot 104
Buffer 105-1 To Slot 105
Buffer 106-1 To Slot 106
Buffer 107-1 To Slot 107
Buffer 107-1 To Slot 107
Buffer 107-1 To Slot 107
                                    ' Bytes_100 to 133 >>> Buffer
  _____
  TSIO INPUTS (PINS)

      Buffer 110-2 To Slot 110 F03' ADC1
      PA07

      Buffer 112-2 To Slot 112 F03' ADC2
      PA06

      Buffer 114-2 To Slot 114 F03' ADC3
      PA04

      Buffer 116-2 To Slot 116 F03' ADC4
      PA03

      Buffer 118-2 To Slot 116 F03' ADC5
      PA02

      Buffer 120-2 To Slot 118 F03' ADC5
      PA02

      Buffer 120-2 To Slot 120 F03' ADC6
      PA09

      Buffer 122-2 To Slot 122 F03' ADC7
      PA10

      Buffer 124-2 To Slot 124 F03' ADC8
      PA11

      Buffer 126-2 To Slot 126
      ' DigTp1 PA25

                            _____
```

Tutto quello che si scrive in questa lista diventa subito operativo. Ogni volta che si modifica anche un solo carattere tutta la lista viene ricontrollata e le parti senza errori vengono immediatamente attivate.

Per cui fate attenzione durante l'editing dei comandi a non creare per sbaglio comandi che scrivono su registri diversi da quelli desiderati. Oppure disabilitate la comunicazione come spiegato nella prossima pagina.

```
Write with option
Slot 11 To DXP1 0 42-2 E Write Destination
```

In caso di errori il comando diventa rosso. Qui si vede una riga che contiene un errore, la opzione "E" che non esiste.

## **Disabilitare la comunicazione**

Tutto quello che si scrive nella lista dei comandi diventa subito operativo. Ogni volta che si modifica anche un solo carattere tutta la lista viene ricontrollata e le parti senza errori vengono immediatamente attivate.

Questo è comodo per provare velocemente l'effetto delle variazioni, ad esempio quando si regolano i valori del PID. Ma se non si fa attenzione potrebbe succedere di scrivere in altri registri senza volerlo. Se ad esempio si scrive nel registro dell'identificatore, poi i motori non funzioneranno più e si dovrà scollegarli e ripristinare il loro identificatore uno per volta.

Per cui durante le modifiche sostanziali è bene disabilitare la comunicazione. Si potrebbe togliere corrente ai motori ma è più comodo premere con il mouse il pulsante in alto a destra che indica la velocità di comunicazione in FPS.

| COM8  ID00000 Reconnect Scan ports V V V V V V V V V V V V V V V V V V V | FPS 434 |
|--|---------|
|--|---------|

Quando si preme il pulsante appare la scritta "DISABLED" su fondo giallo e i comandi della porta di comunicazione vengono disabilitati.

| 🐺 Theremino Motors - V3.1.5                            | -   |         | ×   |
|--|-----|---------|-----|
| COM21 v 1000000 v C                                    |     | DISABLI | D   |
| TSIO and 3215  | ▶ 🔿 | •       | 3   |
|  |     | _       | ^   |
| Parameters common for all the Device Types             |     | -       |     |
| Commands From Slot 50                                  |     | =       |     |
| FPS To Slot 56   | 5   |         |     |
| DisableReturnPackets ' Disable also REPLY for ALL DEVI | CES |         | - 1 |
| · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·                  |     | _       |     |
| ·  |     |         |     |

Anche la lista dei comandi cambia colore per evidenziare la disabilitazione.

Dopo aver finito le modifiche premete nuovamente il pulsante che tornerà a segnare la velocità su fondo verde.

# Elenco dei comandi (protocollo DXP1)

#### Comandi di inizializzazione

| Eseguiti una volta sola, all'av | vvio e quando si modifica il testo del programma |
|---------------------------------|--|
| LoopTimeMillisec nnn            | Ritardo per rallentare il loop di esecuzione     |
| SectionSelectorSlot s           | Impostazione dello Slot delle sezioni            |
| nnn To DXP1 d r-b               | Numero "immediato" verso un registro             |
| StepsPerUnit d n.nnn            | Vedere i comandi speciali nelle prossime pagine  |

Inizializzazione del tipo di dispositivo Deve precedere tutti gli altri i comandi relativi a un certo dispositivo DeviceType Feetech ' Tipo di dispositivo

| Comandi di scrittura      |  |
|---------------------------|--|
| Eseguiti di continuo, con | la massima frequenza possibile                 |
| Slot s To DXP1 d r-b      | Leggi lo Slot e scrivi in un registro          |
| Slot s To DXP1 d r-b A    | Scrivi sempre (A = Always)                     |
| Slot s To DXP1 BC r-b     | Scrivi su tutti i dispositivi (BC = Broadcast) |

| nassima frequenza possibile                   |
|---|
| Leggi da 1 a 4 bytes e inviali a uno Slot     |
| Leggi da 1 a 253 bytes e inviali al buffer    |
| Da 1 a 4 bytes dal buffer verso uno Slot      |
| Da 1 a 4 bytes dal buffer verso un altro Slot |
|   |

#### Comando di impostazione delle sezioni, anche lui eseguito di continuo Section nnn ' Marcatore di inizio di una sezione

#### Significato delle abbreviazioni

nnn = Numero (eventualmente anche con decimali dopo il punto)

- s = Slot (da 1 a 999)
- d = Identificatore del dispositivo (da 0 a 199) (BC = Broadcast)
- r = Registro del dispositivo (da 0 a 255)
- **b** = Numero di byte che compongono il registro (da 1 a 4)

# Comandi speciali

Questi comandi servono per inizializzare il dispositivo con valori fissi, li si usa principalmente per regolare la velocità della porta serial "Baud Rate", i limiti di movimento minimi e massimi e i parametri del PID.

Questi comandi vengono inviati una volta sola all'avvio della applicazione e vengono inviati nuovamente ogni volta che si modifica un qualunque carattere del programma.

Questi trasferimenti non incidono sul numero di scambi per secondo (FPS) perché agiscono una volta sola e con tempi molto brevi. Pertanto non ci si deve preoccupare di usarli con attenzione e di limitare il loro uso all'essenziale come invece si deve fare con tutti gli altri trasferimenti.

#### Esempi di comandi speciali

| DeviceType Feetech     | Tipo di dispositivo                             |
|------------------------|---|
| LoopTimeMillisec nnn   | Ritardo per rallentare il loop di esecuzione    |
| SectionSelector_Slot s | Impostazione dello Slot delle sezioni           |
| StepsPerUnit d n.nnn   | Impostazione della unità di misura              |
| StepsPerDegree d n.nnn | Impostazione della unità di misura              |
| StepsPerMM d n.nnn     | Impostazione della unità di misura              |
| Commands From Slot s   | Slot di ricezione dei comandi esterni           |
| FPS To Slot s          | Slot dove scrivere il valore FPS                |
| DisableReturnPackets   | Istruzione che disabilita le attese delle rispo |

Se non si scrivono, o si commentano, le righe che impostano gli Slot allora le relative funzioni non verranno eseguite.

Tra i comandi speciali, che vengono eseguiti una volta sola, ci sono anche i trasferimenti dei numeri "Immediati", che verranno spiegati meglio nelle prossime pagine.

#### Esempio di trasferimento "Immediato"

nnn To DXP1 d r-b

Vumero "immediato" verso un registro

#### Significato delle abbreviazioni

- nnn = Numero
  - <mark>s</mark> = Slot (da 1 a 999)
  - d = Identificatore del dispositivo (da 0 a 199) (BC = "Broadcast")
  - r = Registro del dispositivo (da 0 a 255)
  - **b** = Numero di byte che compongono il registro (da 1 a 4)

# Le unità di misura e l'opzione "C"

Se non si utilizzano i comandi di questa pagina allora i dati di posizione che si scambiano con i motori sono i valori grezzi, misurati dal codificatore angolare che si trova nel motore, cioè numeri interi molto grandi.

Per mezzo dei comandi seguenti è possibile utilizzare unità più comode e significative come i gradi o i millimetri, a seconda che si utilizzino movimenti angolari o lineari.

Volendo si possono anche utilizzare le proprie unità di misura preferite, ad esempio chilometri, pollici, iarde, piedi ecc.. In questi casi si utilizzerà il comando generico "StepsPerUnit" e si annoterà nei commenti quale è la unità con cui si lavora.

I tre comandi seguenti hanno nomi diversi per evidenziare quale unità di misura si utilizza, ma fanno esattamente gli stessi calcoli. La unità di misura effettiva dipende solo dai numeri che si impostano nel campo numerico "n.nnn".

#### StepsPerUnit d n.nnn

#### StepsPerDegree d n.nnn

#### StepsPerMM d n.nnn

Il primo valore "d" definisce il motore e può andare da 1 a 199, in questo modo ogni motore può avere diversi rapporti di riduzione.

Il secondo valore "n.nnn" può essere un numero intero o con decimali. Questo numero deve essere calcolato, in base alla risoluzione del motore e alle riduzioni meccaniche, in modo da ottenere la unità di misura che si desidera.

### L'opzione "C" (calibrazioni)

Per utilizzare le unità di misura si devono contrassegnare con la lettera "C" (calibrazioni) tutti i comandi che leggono o scrivono valori di posizione (quelli solitamente chiamati "Goal position" e "Actual position").

| nnn To DXP1 d r-b    | С | Vumero "immediato" verso un registro del motore |
|----------------------|---|---|
| Slot s To DXP1 d r-b | С | Da uno Slot verso un registro del motore        |
| DXP1 d r-b To Slot s | С | Da un registro del motore verso uno Slot        |
| Buffer r-b To Slot s | С | Dal buffer verso uno Slot                       |

Senza le opzioni "C" allora i comandi "StepsPerXXX" non hanno effetto.

L'opzione "C" è spiegata nella prossima pagina.

# Le opzioni "C" e "M"

### L'opzione "C" (calibrazioni)

Per utilizzare la calibrazione dello zero (e le unità di misura) si devono contrassegnare con la lettera "C" (calibrazioni) tutti i comandi che leggono o scrivono valori di posizione (quelli solitamente chiamati "Destination" e "Actual position").

### L'opzione "M" (mirror)

La opzione "M" (mirror che in italiano significa "specchiare") serve per invertire il senso di rotazione di un motore.

Si utilizza questa opzione quando uno dei motori viene montato dal lato opposto rispetto ad altri, oppure quando si utilizzano modelli diversi di motori che ruotano nel verso contrario rispetto a quello che si desidera.

Utilizzare le opzioni "C" e "M" **solo sui comandi di posizione.** I comandi di velocità, temperatura, accelerazione, abilitazioni, regolazioni, ecc.. non devono avere la "C", altrimenti si otterrebbero comportamenti imprevedibili.

### L'opzione "X" (moltiplicazione)

La opzione "X" moltiplica il valore prima di inviarlo al dispositivo o di scriverlo nello Slot. Si possono anche fare divisioni usando numeri col punto decimale, come ad esempio X0.123 o utilizzare numeri con esponente come X2.7e2 (che significa moltiplicare per 270).

### Le opzioni da "F00" a "F99" (funzioni speciali)

Attualmente sono definite le funzioni da F00 a F06 e la F12, tutte le altre fino a F99 sono libere per future esigenze.

Le funzioni F00, F01 e F02 convertono i formati numerici di velocità, coppia e corrente dei motori FeeTech.

La funzione F03 converte i formati numerici degli ADC dei moduli TSIO.

La funzione F04 converte il formato numerico della temperatura dei moduli TSIO.

Le funzioni F05 e F06 converte i formati numerici dei PWM dei moduli TSIO.

La funzione F12 converte in multi-giri i valori di posizione dei motori FeeTech che altrimenti vanno solo da 0 a 4095 e poi ripartono da zero ad ogni nuovo giro.

I particolari delle funzioni speciali sono spiegati nelle prossime pagine.

# Le opzioni dei comandi da F00 a F02

Attualmente le uniche opzioni dei comandi con funzioni sono F00, F01, F02, F03, F04, F05, F06 e F12

### La funzione F00

Questa funzione decodifica il parametro Velocity dei motori FeeTech che pur essendo lungo due byte non segue la normale codifica con i numeri negativi da 32768 a 65535.

Aggiungete F00 solo alle righe dei motori FeeTech che leggono il valore "Velocity".

### La funzione F01

Questa funzione decodifica il parametro Torque dei motori FeeTech che pur essendo lungo due byte non segue la normale codifica con i numeri negativi da 32768 a 65535, e fa una ulteriore inversione per i numeri da 1024 a 2047.

Aggiungete F01 solo alle righe dei motori FeeTech che leggono il valore "Torque".

#### La funzione F02

Questa funzione ricalcola il parametro Current dei motori e lo mette a disposizione in Milliampere.

Questa funzione agisce solo se preceduta nel codice dal comando MilliAmperePerUnit che si scrive come in questo esempio:

#### MilliAmperePerUnit 1 6.5

Questo esempio funziona con i motori FeeTech e ottiene i MilliAmpere consumati dal motore moltiplicando per 6.5 il valore di corrente del motore 1.

Aggiungete F02 solo alle righe dei motori FeeTech che leggono il valore "Current".

# Le opzioni dei comandi da F03 in poi

#### La funzione F03

Questa funzione decodifica i valori in arrivo dagli ADC del modulo TSIO. Gli ADC sono da 12 bit e producono valori interi da 0 a 4095 ma aggiungendo questa opzione i valori diventano i classici valori a virgola mobile del sistema Theremino che vanno da 0 a 1000.

Aggiungete F03 solo alle righe dei moduli TSIO che leggono gli ADC.

### La funzione F04

Questa funzione decodifica il valore della temperatura del modulo TSIO. Il modulo TSIO invia la temperatura con un numero intero che rappresenta i gradi centigradi moltiplicati per cento, ma aggiungendo questa opzione si ottiene un comodo valore in gradi centigradi con i decimali fino ai centesimi di grado.

Aggiungete F04 solo alla riga dei moduli TSIO che legge la temperatura.

### La funzione F05

Questa funzione codifica i classici valori da 0 a 1000 del sistema theremino verso i PWM del modulo TSIO. Il modulo TSIO per i PWM vuole numero interi da 0 a 65535, ma aggiungendo questa opzione si possono utilizzare i classici valori da 0 a 1000 del sistema theremino.

Aggiungete F05 solo alle righe PWM dei moduli TSIO.

### La funzione F06

Questa funzione è identica alla precedente F05 ma effettua una conversione logaritmica che permette di accendere il LED in modo più graduale.

Aggiungete F06 solo alle righe PWM dei moduli TSIO destinate alla accensione graduale dei LED

### La funzione F12

Questa funzione decodifica il parametro Actual Position dei motori FeeTech, che pur essendo lungo due byte non restituisce la rotazione multigiri ma si limita a un giro solo da 0 a 4095 e poi ripete sia per i negativi che per i positivi con modulo 4096 (12 bit).

Aggiungete F12 solo alle righe che leggono la posizione attuale.

# Tabelle dei registri

Ogni dispositivo ha caratteristiche diverse e anche le tabelle di controllo non sono tutte uguali. Per cui è sempre consigliabile consultare la documentazione dei singoli dispositivi.

#### Servo Motori FeeTech

Fortunatamente i servo motori FeeTech hanno una sola tabella che vale per tutti. Le differenze nel comportamento dei singoli motori sono poco importanti e i registri sono sempre gli stessi.

Per cui abbiamo potuto raccogliere tutte le tabelle in un comodo file PDF che si scarica da *questa pagina* 

Abbiamo dovuto correggere i valori negativi di tutti i registri FeeTech da due Byte, sia in lettura che scrittura, con la seguente formula: **n = -32768 - n** 

Tutti gli esempi che troverete nelle prossime pagine utilizzano lo schema di registri dei motori FeeTech.

Per i servo TMOT e Dynamixel gli esempi sono da riadattare alle tabelle del singolo motore, correggendo i numeri dei registri.

#### Servo Motori TMOT e moduli TSIO (in preparazione nel 2023)

I dispositivi TMOT (theremino motor) e TSIO (modulo di Input-Output) hanno tabelle di registri diverse dai Feetech. Le trovate in *<u>questa pagina</u>*.

#### Servo Motori Dynamixel

I Dynamixel sono meno controllabili dei FeeTech e costano molto di più.

Non li abbiamo controllati tutti ma i Dynamixel dello stesso gruppo (XL, XC, XM, XH, XW, AX, EX, DX, RX, MX, PH, PM, L, M, H) dovrebbero avere tabelle identiche o quasi.

La documentazione dei Dynamixel è comoda e ben specificata per ogni motore, per cui non abbiamo preparato documentazione su di loro.

Andate a consultare le caratteristiche e i registri da utilizzare per ogni motore, li trovate tutti in questa pagina: <u>https://emanual.robotis.com/docs/en/dxl</u>

Sulla sinistra c'è un menu con le categorie dei motori, cliccate per aprirle e dentro troverete tutti i motori con le loro immagini.

Poi cliccando sul singolo motore si apre una pagina che contiene tutto su di esso, specifiche tecniche, registri da usare e consigli per la comunicazione.

# Trasferimenti immediati

Questi comandi servono per inizializzare il dispositivo con valori fissi, li si usa principalmente per regolare il tempo di risposta "Return-Delay", i limiti di movimento minimi e massimi e i parametri del PID.

I trasferimenti immediati vengono inviati una volta sola all'avvio della applicazione e vengono inviati nuovamente ogni volta che si modifica un qualunque carattere del programma.

Questi trasferimenti non incidono sul numero di scambi per secondo (FPS) perché agiscono una volta sola e con tempi molto brevi. Pertanto non ci si deve preoccupare di usarli con attenzione e di limitare il loro uso all'essenziale, come invece si deve fare con tutti gli altri trasferimenti.

#### Esempi di trasferimenti immediati

| 0 To DXP1 BC 7-1    | ' Immediate value to Return Delay     |
|---------------------|---------------------------------------|
| 0 To DXP1 BC 9-2    | ' Immediate value to MinPositionLimit |
| 0 To DXP1 BC 11-2   | ' Immediate value to MaxPositionLimit |
| 32 To DXP1 BC 21-1  | ' Immediate value to P                |
| 32 To DXP1 BC 21-1  | ' Immediate value to D                |
| 32 To DXP1 BC 21-1  | ' Immediate value to I                |
| 500 To DXP1 BC 48-2 | ' Immediate value to MaxTorque        |

Notare che in questi esempi il dispositivo di destinazione è **BC** cioè "Broadcast" che invia lo stesso valore a tutti i dispositivi collegati. Con il metodo "Broadcast" si risparmia di ripetere l'istruzione per tutti i dispositivi e si ottiene l'ulteriore vantaggio di non dover modificare il programma anche se si aggiungono o tolgono dispositivi.

- - -

Con un trasferimento immediato si potrebbe anche controllare la destinazione di un singolo servo motore. Questo normalmente non ha molto senso ma potrebbe servire, in alcuni casi, per assicurarsi che all'avvio il motore sia posizionato in un punto prefissato.

#### Esempio di comando che inizializza la posizione del dispositivo zero 1000 To DXP1 0 42-2

' Immediate value to Destination

# Trasferimenti

Questi comandi trasferiscono valori numerici dagli Slot del sistema theremino verso i registri dei dispositivi e viceversa.

L'esempio seguente legge il valore numerico dello Slot 12 e lo scrive in quattro byte consecutivi a partire dall'indirizzo 42 del dispositivo 3.

#### Slot 12 To DXP1 3 42-4

- La prima parte Slot 12 definisce lo Slot (potrebbe essere da 0 a 999)
- La parola To indica la direzione (da Slot verso DXP1)
- DXP1 definisce un dispositivo che utilizza il protocollo Dynamixel V1
- Il numero dopo DXP1 definisce il dispositivo. In questo esempio il dispositivo è il 3 ma potrebbe essere da 0 a 199.
- Il numeri da 200 a 254 non si possono usare per indicare i dispositivi perché sono riservati ai "broadcast", cioè un invio contemporaneo verso tutti i dispositivi collegati.
- Il numero 255 non può essere usato perché viene utilizzato dal protocollo come segnale di inizio trasmissione.
- L'ultima parte 42-4 indica di scrivere 4 byte consecutivi a partire dall'indirizzo 42.

#### Esempi di trasferimenti da uno Slot verso un dispositivo

Slot 22 To DXP1 0 22-2 Dallo Slot 22 verso i byte 22 e 23 del dispositivo zero.

Slot 22 To DXP1 BC 22-2 Dallo Slot 22 verso "BC" cioè tutti i dispositivi collegati.

Slot 22 To DXP1 0 22-2 A Invio con la opzione speciale "A" (Always)

#### Esempi di trasferimenti da un dispositivo verso uno Slot

DXP1 2 22-4 To Slot 22 I byte 22, 23, 24 e 25 del dispositivo 2 verso lo Slot 22

DXP1 3 40-2 To Slot 22 I byte 40 e 41 del dispositivo 3 verso lo Slot 22

# **Trasferimenti con buffer**

I trasferimenti che più rallentano la comunicazione sono le letture dei registri.

Solitamente i registri cui si è interessati sono molti, ad esempio Posizione, Velocità, Indicatore di movimento, Temperatura, Tensione, Corrente, ecc... Se si leggono tutti questi registri uno per uno si deve ogni volta attendere la risposta e questo può rallentare la velocità in modo inaccettabile. Se poi i servo sono più di uno si può arrivare anche a pochi scambi al secondo e i movimenti diventano spezzettati, con continui stop e start.

Quando si scrivono i registri si può risolvere questo problema utilizzando il metodo SYNC, che invia dati a numerosi registri senza attendere le risposte, ma per leggere i registri i protocolli Dynamixel non prevedono metodi efficienti.

Per cui abbiamo aggiunto la possibilità di leggere numerosi byte con un unico pacchetto di risposta. I byte vengono accumulati in un buffer da cui si possono estrarre i dati dei singoli registri, ad altissima velocità e senza impegnare tempo nella comunicazione.

Per estrarre i dati di un registro dal buffer si devono indicare l'indirizzo del registro e le sue dimensioni in byte (1, 2, 3 o 4 byte)

#### Esempio di lettura con buffer

| DXP1 0 56-15 To Buffer  | ' Read 15 by | ytes (56 to 70) to | buffer                  |
|-------------------------|--------------|--------------------|-------------------------|
|                         |              |                    |                         |
| Buffer 56-2 To Slot 100 | ' Position   | bytes 56 and 57    | from buffer to Slot 100 |
| Buffer 58-2 To Slot 101 | ' Velocity   | bytes 58 and 59    | from buffer to Slot 101 |
| Buffer 60-2 To Slot 102 | ' Torque     | bytes 60 and 61    | from buffer to Slot 102 |
| Buffer 62-1 To Slot 103 | ' Voltage    | byte 62            | from buffer to Slot 103 |
| Buffer 63-1 To Slot 104 | ' Temperatu  | re byte 63         | from buffer to Slot 104 |
| Buffer 64-1 To Slot 105 | ' Sync Flag  | byte 64            | from buffer to Slot 105 |
| Buffer 65-1 To Slot 106 | ' Hard.Error | byte 65            | from buffer to Slot 106 |
| Buffer 66-1 To Slot 107 | ' Moving     | byte 66            | from buffer to Slot 107 |
| Buffer 69-2 To Slot 108 | ' Current    | bytes 69 and 70    | from buffer to Slot 108 |

### Trasmissioni "Broadcast"

Per il funzionamento dei comandi Broadcast è necessario che il comando DeviceType sia già stato definito. E' quindi buona norma specificare sempre il DeviceType all'inizio di ogni sezione relativa a un certo tipo di dispositivi.

Si possono inviare comandi con lo stesso valore, a tutti i dispositivi collegati, e questi comandi sono definiti "Broadcast"-

Questi comandi permettono di risparmiare righe di codice e anche tempo di trasmissione. Inoltre sono comandi che non prevedono una risposta, per cui sono praticamente istantanei.

Si utilizzano i comandi "Broadcast" principalmente per le inizializzazioni, ma li si possono usare anche durante lo scambio continuo di informazioni, ad esempio per cambiare la stessa impostazione su tutti i dispositivi contemporaneamente.

I comandi "Broadcast" sono solo comandi di scrittura, perché leggendo da molti dispositivi contemporaneamente i dati si scontrerebbero.

Per inviare un comando "Broadcast" a tutti i dispositivi si utilizza il comando speciale BC al posto dell'identificatore del dispositivo.

#### Esempi di trasmissioni broadcast

| 0 To DXP1 BC 7-1   | ' Immediate value to Return Delay     |
|--------------------|---------------------------------------|
| 0 To DXP1 BC 9-2   | ' Immediate value to MinPos Limit     |
| 0 To DXP1 BC 11-2  | ' Immediate value to MaxPos Limit     |
| 32 To DXP1 BC 21-1 | ' Immediate value to PID-Proportional |
| 32 To DXP1 BC 22-1 | ' Immediate value to PID-Derivative   |
| 32 To DXP1 BC 23-1 | ' Immediate value to PID-Integral     |

Con questa serie di istruzioni, che viene eseguita una volta sola all'avvio, si ottiene di inizializzare nello stesso modo tutti i dispositivi collegati.

#### Esempio di una trasmissione broadcast che muove tutti i motori

#### Slot 100 To DXP1 BC 42-2

Questa istruzione muove la destinazione di tutti i servo collegati. Variando il valore dello Slot 100 tutti i servo si muoveranno insieme.

### Impostazioni della porta COM

| COM8 👻   | 1000000 👻  |
|--|--|
| COM8<br>COM1<br>COM17<br>COM18<br>COM13<br>COM12<br>COM8<br>COM3 | 128000       ▼         1000000       500000         250000       128000         115200       76800         57600       50000 |

Con le due caselle che si trovano in alto a sinistra si sceglie la porta seriale e la velocità di comunicazione.

Solitamente si usa la velocità massima ma se il cavo è molto lungo si può limitarla.

Per individuare la porta si scollega e ricollega il cavo USB e ogni volta si chiude e riapre la casella di sinistra.



Se la porta non funziona, oppure è già utilizzata, le due caselle diventano rosse.

- - - - -

| : =========              |       |        |          |     |       |         |  |
|--------------------------|-------|--------|----------|-----|-------|---------|--|
| DEVICE T                 | YPE F | eeTech | (STS3215 | and | other | motors) |  |
| ' ========<br>' ======== |       |        |          |     |       |         |  |
| DeviceType               | FeeTe | ch     |          |     |       |         |  |

Per inviare la velocità di comunicazione ai dispositivi è essenziale che il comando **DeviceType** sia stato definito all'inizio di ogni sezione relativa a un certo tipo di dispositivi. Ricordarsi sempre di specificare il DeviceType all'inizio.

\_ \_ \_ \_ \_

Ad ogni avvio, ed ogni volta che si modifica un qualunque carattere del programma, la velocità di comunicazione viene nuovamente inviata a tutti i servo. Per cui la casella a destra dovrebbe diventare verde e indicare una buona velocità FPS.

COM8 - 1000000 -

FPS 434

Se la casella di destra non diventa verde, o se lampeggia e indica FPS molto bassi, allora bisognerà controllare le righe di comunicazione con i servo e forse anche programmare gli identificatori dei servo, come spiegato nelle prossime pagine.

Notare che si deve utilizzare almeno un comando che prevede un pacchetto di risposta, altrimenti al posto degli FPS apparirà il testo "Disconnected"

### Pannello delle Opzioni

| -<br>Fi   | Open the option wind<br>(set device identifiers  | dow.  |
|---|--|---|
| <u>=</u> 200 ♦ ♦ ●                              | •  |   |
|   |  | ×   |
| onds (def. 1mS)<br>( for ALL DEVICES            |  | Edit DeviceTypes  |
| motors)   | selection<br>22  | using a magnet  |
| Theremino Motors - V3.1.5 - Opt     Device type | ions   | ×   |
| Device name FeeTech                             | <b>-</b>   | Edit DeviceTypes  |
| -Set identifier ( FeeTech and                   | d Dynamixel ) ———  |   |
| Identifier 2 $\div$<br>SET DEVICE ID            | - Connect a single d<br>- The device must l<br>- Set the Identifier (<br>- Press the "SET DE | levice to the serial port<br>be working on the COM<br>( from 0 to 199 )<br>EVICE ID" button |
| Set identifier ( TMOT ) —                       |  |   |
| Firmware update ( TMOT )                        |  |   |
| - Advanced firmware option                      | s ( TMOT )   |   |
| Progressive serial number                       | ( тмот )   |   |

Se si sceglie un FeeTech o un Dynamixel allora viene abilitato solo il primo pannello per dare l'identificatore a tali motori. Per questa operazione bisogna scollegarli dalla linea e collegarli uno per volta.

Se invece si sceglie un TMOT o uno TSIO si abiliteranno quattro pannelli con i quali si assegnano gli identificatori, si aggiorna il firmware e si imposta il numero di serie ai dispositivi del sistema theremino (TMOT e TSIO). E tutto questo molto comodamente, senza dover scollegare i dispositivi dalla linea comune.

L'ingranaggio apre la finestra delle opzioni per assegnare l'identificatore a tutti i dispositivi e anche per aggiornare il firmware e assegnare il numero di serie ai dispositivi del sistema theremino (TMOT e TSIO).

Il primo pannello in alto imposta il tipo di dispositivo.

| Theremino Motors - V3.1.5 - Options |   |                      |
|-------------------------------------|---|----------------------|
| Device type                         |   |                      |
| Device name TMOT1                   | •                                       | Edit DeviceTypes     |
|                                     |   |                      |
| -Set identifier (FeeTech and Dyn    | amixel ) ———                            |                      |
| Set identifier ( TMOT )             |   |                      |
| First ID Last ID                    | Device sele                             | ction using a magnet |
|                                     |   | Minimum change       |
| START THE II                        | SETTING SEC                             | UENCE                |
| Audio belper                        |   |                      |
| Italian Female 🔻                    | (aluma )                                | 29 0 0               |
| ,                                   | oume                                    | Speed                |
| Firmware update ( TMOT )            |   |                      |
| Browse firmware location            | Automatic                               | firmware update 💌    |
| Write firmware to                   | all the connect                         | ed motors            |
| Advanced firmware entions ( Th      |   |                      |
|                                     |   |                      |
|                                     |   | ^                    |
|                                     |   |                      |
|                                     |   | ~                    |
| Send reset command                  | Writin<br>spee                          | g i i i i i j        |
| Progressive serial number ( TMC     | ) — — — — — — — — — — — — — — — — — — — |                      |
| 42 1                                | Password                                |                      |
| ,                                   |   |                      |
| 1415 11                             |   |                      |

## Individuare i dispositivi connessi

Chi assembla o modifica apparecchi composti da più motori si trova spesso in difficoltà perché non conosce l'identificatore e il BaudRate dei motori che sta collegando. E, sadicamente, non conoscendoli non è possibile riprogrammarli con l'identificatore e il BaudRate appropriati.

Finora l'unico metodo possibile per ottenere queste informazioni era utilizzare la applicazione "FT Servo Debug" di FeeTech, impostando diversi BaudRate e premendo "Open", "Search", "Stop" e "Close" ripetutamente, fino a individuare casualmente la configurazione di uno o più motori e visualizzarli nell'elenco.

| Device types         | Test Devices   |  |
|----------------------|--|--|
| Device type selected | Baud rates   1   500K   TSIO     ALL   Image: Constraint of the state of the s |  |
| TMOT1 -              | ID range<br>1 to 9 v   |  |
| Edit DeviceTypes     | TEST   |  |

Per facilitare queste operazioni le ultime versioni di Motors contengono il nuovo pannello "Test devices".

Basta premere il pulsante "TEST" e in pochi secondi tutti i dispositivi vengono individuati e appaiono nella lista, ciascuno con il suo ID e il suo BaudRate.

Effettuare una ricerca completa di tutti i dispositivi per tutti i BaudRate possibili potrebbe richiedere alcuni minuti, pertanto abbiamo preparato numerose opzioni per restringere la ricerca alle aree più comuni e ridurre il tempo di ricerca a pochi secondi.

Con "ACTUAL" si cercano gli ID dei motori solo con il BaudRate attualmente utilizzato. Con "VALID" si provano solo i BaudRate validi per i motori attualmente configurati. Con "ALL" si provano tutti i possibili BaudRate. Con "100K..5M" si provano quelli da 100K in su e con "1K..100K" si provano solo quelli da 100K in giù. Infine con 2M, 1M, 500K, 250K, 128K, 115200, 76800, 57600, 38400 e 9600 si provano le singole velocità.

Restringere la ricerca ai soli primi nove dispositivi fa diminuire drasticamente il tempo di ricerca.

In tutti i casi comuni si ottiene una ricerca veloce ed efficace con: "Baud rates = ALL" e "ID range = 1 to 9"



| Test Devices |   |      |         |   |
|--------------|---|------|---------|---|
| Baud rates   | 1 | 500K | TSIO    | ~ |
| ACTUAL 🝷     | 2 | 500K | STS3215 |   |
| ID range     |   |      |         |   |
| 1 to 9 🔻     |   |      |         |   |
| 1 to 9       |   |      |         |   |
| 1 to 19      |   |      |         |   |
| 1 to 199     |   |      |         | ~ |

# Impostare l'identificatore dei dispositivi

Se si connettono due o più dispositivi sulla stessa linea e con lo stesso ID si verificano errori di comunicazione. In questi casi la velocità di comunicazione potrebbe scendere molto e l'indicatore far lampeggiare la parola "Disconnected".

Pertanto per utilizzare più di un dispositivo è necessario prepararli collegandoli uno per volta e assegnando ad ognuno di essi un Identificatore differente.

### Motori Feetech e Dynamixel

| Set identifier ( FeeTech and Dynamixel )  |  |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|--|
| Identifier         2         - Connect a single device to the serial port           - The device must be working on the COM |  |  |  |  |  |
| SET DEVICE ID   | - Set the Identifier ( from 0 to 199 )<br>- Press the "SET DEVICE ID" button |  |  |  |  |

- Collegare un singolo dispositivo e assicurarsi che stia comunicando. Se non comunica utilizzare i software di Feetech e Dynamixel per impostarlo.
- Scegliere un identificatore da 0 a 199 diverso per ogni motore.
- Premere il pulsante SET DEVICE ID.

### Dispositivi TMOT e TSIO

| - Set identifier ( TMOT )   |
|---|
| First ID     Last ID       1     1  |
| START THE ID SETTING SEQUENCE   |
| Audio helper  |
| Volume |

- Tutti i TMOT e TSIO possono restare collegati alla linea comune.
- Impostare FirstID e LastID e poi premere "Start the id setting sequence".
- Seguire le istruzioni vocali e identificare i dispositivi, uno dopo l'altro quando richiesto, avvicinando un magnete ad ognuno di essi.
- Se la sensibilità è troppo bassa si deve avvicinare troppo il magnete, mentre se è troppo alta si rischia di selezionare per sbaglio un altro dispositivo.
- Se si fanno errori si può fermare la procedura premendo di nuovo il pulsante e ricominciare.

# Aggiornare il firmware dei dispositivi

I moduli TSIO e il motori TMOT hanno possibilità aggiuntive rispetto ai FeeTech e Dynamixel. Una delle più importanti è la capacità di aggiornare il firmware attraverso la linea seriale. Ed è molto comodo poterlo fare senza dover smontare il robot per connettere un dispositivo per volta.

- Premere "Browse firmware location"
- Scegliere il file "hex" per i dispositivi da programmare.
- Premere il pulsante "Write firmware.."
- Se si mantiene abilitato "Automatic firmware update" allora la scrittura parte automaticamente ogni volta che si modifica il file hex. Così i programmatori, possono provare immediatamente le modifiche ogni volta che compilano il programma.

| Firmware up   | date ( TMOT )                                      | Automatic firm       | nware update 🗖   |     |
|---------------|--|----------------------|------------------|-----|
|               | 🔘 Load file  |                      |                  |     |
| Advanced f    | $\leftrightarrow$ $\rightarrow$ $\land$ $\uparrow$ | « dist » default » p | oroduction       |     |
|               | Organize 🔻 New                                     | v folder             |                  |     |
|               | Name   | ^                    | Date modified    | Тур |
|               | 🧾 memoryfile.xml                                   |                      | 12/11/2022 16:31 | XN  |
|               | TMOT1_BL_V94.X.                                    | production.elf       | 12/11/2022 16:31 | EL  |
| Cond          | TMOT1_BL_V94.X.                                    | production.hex       | 12/11/2022 16:31 | HE  |
| Jenu          | 🋸 TMOT1_BL_V94.X.                                  | production.lst       | 12/11/2022 16:31 | C ( |
| - Progressive | TMOT1_BL_V94.X.                                    | production.map       | 12/11/2022 16:31 | Lin |

Tutti i dispositivi dello stesso tipo connessi alla linea dati (RS485 o TTL) verranno programmati contemporaneamente. Per programmarne altri con lo stesso firmware basta connetterli e premere il pulsante, senza dover ogni volta scegliere nuovamente il file.

Durante la programmazione la lista mostra i blocchi che vengono inviati.

Consigliamo di utilizzare la velocità di programmazione "4" perché in alcuni casi a velocità "5" si potrebbero verificare errori di comunicazione.

Il pulsante "Send reset command" può essere utile per fare prove.

Ricordarsi che i dispositivi TSIO e TMOT si riavviano a 115200 Baud per cui dopo il reset bisognerà utilizzare la casella dei BaudRate o lasciare abilitata l'opzione Reconnect.

| Firmware update ( TMOT ) —                         |               |  |  |  |  |
|--|---------------|--|--|--|--|
| Browse firmware location Automatic firmware update |               |  |  |  |  |
| Write firmware to all the connected motors         |               |  |  |  |  |
| Advanced firmware options (                        | тмот )        |  |  |  |  |
| · 、  |               |  |  |  |  |
| Writing row at: 29696                              | 86 ^          |  |  |  |  |
| Writing row at: 29952                              | 87            |  |  |  |  |
| Writing row at: 30208                              | 88            |  |  |  |  |
| Writing row at: 30464                              | 89            |  |  |  |  |
| SET and GO   | 90 v          |  |  |  |  |
| Send reset command                                 | Writing speed |  |  |  |  |

### Impostare il numero di serie

I moduli TSIO e il motori TMOT hanno possibilità aggiuntive rispetto ai FeeTech e Dynamixel.

Una possibilità comoda e utile è l'impostazione del numero di serie attraverso la linea di comunicazione seriale.

Naturalmente questa impostazione non verrà fatta dagli utenti ma in fase di produzione, per cui esiste anche la possibilità di impostare una password per impedire successive modifiche.

Un riparatore o il costruttore potrebbero, conoscendo la password, modificare il numero di serie.

Se non si conosce la password l'unico modo per modificare il numero di serie è di cancellare tutta la memoria dei programmi e ripartire da zero, scrivendo il Boot-Loader con un programmatore.

| Progressive serial number ( TMOT ) |           |                            |  |  |  |
|------------------------------------|-----------|----------------------------|--|--|--|
| 42                                 | •         | Password                   |  |  |  |
|                                    | Write and | increase the Serial Number |  |  |  |

Il funzionamento di questo pannello è semplice:

- Si collega un dispositivo per volta.
- Si imposta il numero di serie.
- Si imposta eventualmente anche la password.
- Si preme il pulsante.

Il numero di serie viene automaticamente incrementato per cui ogni volta basta collegare un dispositivo e premere il pulsante.

Queste operazioni sono utili durante la produzione anche per controllare che il dispositivo funzioni e comunichi regolarmente.

## La configurazione dei dispositivi

Il file "Theremino\_Motors\_CONFIG" deve contenere valori validi per ogni tipo di dispositivo che viene usato.

Con il pulsante "Edit Device Types" si possono verificare i valori scritti nel file ed eventualmente modificarli o aggiungere nuovi dispositivi. Se si usa questo pulsante il file viene poi automaticamente ricaricato dalla applicazione Motors.

I valori del file vengono usati dai comandi del pannello delle opzioni. Ricordarsi di scegliere il dispositivo a cui mandare i comandi, come si vede qui a destra.

| Theremino Motors           Device type | s - V3.1.5 - Options  | × |
|--|---|---|
| Device name                            | FeeTech Edit DeviceTypes  |   |
| Set identifier (<br>Identifier         | TSI01         FeeTech         Dynamixe1         Dynamixe1         - The device must be working on the CON         - Set the Identifier ( from 0 to 199 )         - Press the "SET DEVICE ID" button | 1 |
| -Set identifier (                      | ТМОТ )  |   |
| -Firmware upda                         | te ( TMOT )   |   |
| -Advanced firm                         | ware options ( TMOT )   |   |
| Progressive se                         | erial number ( TMOT )   |   |

Anche alcuni comandi del programma principale (Broadcast e BaudRate) utilizzano i valori scritti nel file di configurazione. Per il loro funzionamento è essenziale che ogni zona di programma inizi con il nome del dispositivo, come in questa immagine:

| DEVICE T   | ГҮРЕ | TSIO | (Theremino | Smart | InOut | module) |  |
|------------|------|------|------------|-------|-------|---------|--|
| ·          |      |      |            |       |       |         |  |
| DeviceType | TSIO | 1    |            |       |       |         |  |

### Esempi di configurazione per i dispositivi FeeTech e TSIO

| DeviceName            | FeeTec | ch ' 3215 and other motors  |
|-----------------------|--------|-----------------------------|
| Broadcast             | 254    |                             |
| RegisterID            | 5      |                             |
| RegisterBaudRate      | 6      |                             |
| RegisterWriteEnable   | 55     | ' Enable EEPROM writing     |
| RegisterWorkingMode   |        | ' Reset / SetID             |
| RegisterIDtolerance   |        |                             |
| RegisterSerialAndPwd  |        |                             |
| BaudRates 1M 500K 250 | K 128K | 115200 76800 57600 38400    |
|                       |        |                             |
| DeviceName            | TSIO1  | ' Theremino Smart IO        |
| Broadcast             | 250    |                             |
| RegisterID            | 55     |                             |
| RegisterBaudRate      | 54     |                             |
| RegisterWriteEnable   | 50     |                             |
| RegisterWorkingMode   | 51     | ' Reset / SetID             |
| RegisterIDtolerance   | 56     |                             |
| RegisterSerialAndPwd  | 80     |                             |
| BaudRates 1M 500K 250 | K 128K | 115200 76800 57600 38400 2M |
|                       |        |                             |

### Abilitare la scrittura della EEPROM

Sia i servo FeeTech che i Dynamixel hanno una locazione di memoria in cui scrivere uno zero per abilitare la scrittura nella EEPROM. Normalmente il valore di questa locazione è "1" e la EEPROM è bloccata.

Se la EEPROM è bloccata allora quando si modificano alcuni parametri si agisce solo nella memoria RAM e questa impostazione viene poi persa non appena si spegne la tensione di alimentazione.

#### Comandi che abilitano automaticamente la EEPROM

La casella di impostazione della velocità di comunicazione (Baud Rate) e la "Impostazione dell'identificatore" che si trova nel pannello delle opzioni, abilitano automaticamente la EEPROM e la disabilitano alla fine, leggendo quali registri usare dal file "Theremino\_Motors\_CONFIG.txt"

#### Comandi che NON abilitano automaticamente la EEPROM

I comandi che si scrivono nella lista principale agiscono solo nella memoria temporanea a meno che siano preceduti da una linea che abilita la EEPROM.

Si consiglia di raggruppare all'inizio tutti i comandi che devono scrivere nella EEPROM e di precederli con una linea di abilitazione.

E si consiglia di far seguire questo gruppo di comandi con una linea di disabilitazione della EEPROM.

Vedere l'esempio nella prossima pagina.

### Abilitare e disabilitare la EEPROM

In questo esempio si vedono le prime righe che si usano normalmente. Queste righe impostano tutti i motori in modo da velocizzare la comunicazione (zero Return Delay e niente Return Packets). Inoltre in queste righe assicurano anche che il range di movimento sia quello desiderato (in questo caso da 0 a 4095). Volendo tra queste righe si potrebbero aggiungere altri comandi.

| 0 To DXP1 BC 55-1    | ۲ | Zero to enable EEPROM writing            |
|----------------------|---|--|
| 0 To DXP1 BC 7-1     | ۲ | Zero to Return Delay                     |
| 1 To DXP1 BC 8-1     | ۲ | <pre>ReplyMode (0=NoReturnPackets)</pre> |
| 0 To DXP1 BC 9-2     | ۲ | 0 to MinPos                              |
| 4095 To DXP1 BC 11-2 | ۲ | 4095 to MaxPos (0=NoLimit)               |
| 1 To DXP1 BC 55-1    | ۲ | 1 to disable EEPROM writing              |

Importante notare che la prima riga **0 To DXP1 BC 55-1** abilita la scrittura nella EEPROM e che l'ultima riga **1 To DXP1 BC 55-1** la disabilita nuovamente.

Se si imposta ReplyMode a zero si deve anche aggiungere un comando, come spiegato nella prossima pagina.

E' importante disabilitare la EEPROM dopo l'ultimo comando che deve scrivere in essa. In questo modo si riduce il rischio di modificare i parametri importanti per errore. Se per esempio si modificasse l'ID del motore poi si dovrebbero scollegare tutti i motori e ripristinare gli ID uno per uno.

- - -

L'esempio di questa pagina è valido per tutti i servo FeeTech che hanno il registro di blocco della EEPROM nella posizione 55.

Per i servo Dynamixel bisognerà invece andare a consultare le caratteristiche dei singoli dispositivi. Nelle prossime righe abbiamo raccolto i numeri dei registri di alcuni servo Dynamixel. Comunque consigliamo di controllare sempre nella tabella delle caratteristiche del proprio motore.

**Servo Dynamixel che utilizzano il registro 24:** XL-320, AX-12, AX-18, EX-106 DX-113, DX-116, DX-117, RX-10, RX24F, RX-28, RX-64. MX-12W, MX-28, MX-64, MX-106

Servo Dynamixel che utilizzano il registro 64: XL-430, XC430, XM430, XM540, XH430, XH540

Infine bisogna fare attenzione che i Dynamixel utilizzano la stessa locazione di memoria sia per abilitare la EEPROM (con il valore zero), sia per abilitare il motore stesso (con il valore uno). Per cui dopo aver impostato l'identificatore bisognerà anche ripristinare il valore "1" per far funzionare nuovamente il motore.

# **II Reply Mode**

I servo FeeTech hanno l'opzione "Replay mode" che è utile per velocizzare la comunicazione.

Per utilizzarla si deve prima abilitare la scrittura sulla EEPROM e poi inviare un comando "ReplyMode=1" che disabilita l'invio dei pacchetti di conferma.

Nella prossima sequenza si vedono i comandi che normalmente si inviano ai servo per inizializzarli.

| 0 To DXP1 BC 55-1    | ' Zero to enable EEPROM writing           |
|----------------------|---|
| 0 To DXP1 BC 7-1     | ' Zero to Return Delay                    |
| 0 To DXP1 BC 8-1     | <pre> ReplyMode (0=NoReturnPackets)</pre> |
| 0 To DXP1 BC 9-2     | 0 to MinPos                               |
| 4095 To DXP1 BC 11-2 | ' 4095 to MaxPos (0=NoLimit)              |
| 1 To DXP1 BC 55-1    | ' 1 to disable EEPROM writing             |
|                      |   |

**DisableReturnPackets** ' <- If ReplyMode = 0 add this line !

Conviene sempre lasciare commentata la scrittura sulla EEPROM per evitare di modificare per sbaglio gli ID dei dispositivi.

Potrebbe infatti succedere di inviare per sbaglio un comando con identificatore **BC** (quindi broadcast) sul registro degli ID e quindi scrivere ID uguali su tutti i servo. In questo caso si dovranno disconnettere tutti i cavetti e ripristinare gli ID collegando un motore per volta.

- - - - -

La riga che elimina i pacchetti di ritorno è la seguente:

0 To DXP1 BC 8-1 ' ReplyMode 0=NoReturnPackets

**DisableReturnPackets** ' <- If ReplyMode = 0 add this line !

Con ReplyMode = 0 si raggiungono velocità di comunicazione di 130 FPS con quattro servo, e di 60 FPS con un intero braccio COBOT da sei motori più pinza.

III ATTENZIONE III Se si imposta il RepyMode a zero si deve anche aggiungere una riga con il comando DisableReturnPackets altrimenti ad ogni movimento si verificheranno errori di comunicazione e la casella FPS diventa rossa per gualche istante.

# Le opzioni del comando Slot To DXP

Si può modificare il funzionamento dei comandi di tipo **Slot x To DXPn x xx-x** aggiungendo alcune lettere (A, M, C, Fxx e Xnnn) alla fine del comando.

Le opzioni "M" e "C", sono spiegate nella pagina: <u>Le opzioni "C" e "M"</u> e nella pagina: <u>Le unità di misura e l'opzione "C"</u>

#### **Opzione A ("Always" in inglese)**

I comandi che inviano il valore dagli Slot ai dispositivi vengono eseguiti solo se il valore da inviare cambia almeno di una unità, ma utilizzando l'opzione A vengono eseguiti sempre. La velocità di comunicazione diminuisce leggermente ma si ottiene uno scambio continuo di dati utile in alcuni casi, ad esempio con motori che a volte perdono comandi. Ci è successo a volte con gli STS3215 che perdevano l'ultima destinazione e quindi fermavano l'esecuzione della applicazione Cobot.

Esempio: Slot 1 To DXP1 1 11-2 A 'ALWAYS (also if not changed)

### Le opzioni per DXP to Slot e Buffer to Slot

Si può modificare il funzionamento dei comandi di tipo: **DXP1 x xx-x To Slot x** e di tipo: **Buffer xx-x To Slot x** aggiungendo le opzioni (M, C, F00, F01, F02, F12 e Xnnn) alla fine del comando.

Volendo le si possono anche separare con il carattere trattino (meno) o il carattere di sottolineatura, come nei seguenti esempi:

```
DXP1 x xx-x To Slot x MCF12
DXP1 x xx-x To Slot x C_F12M
DXP1 x xx-x To Slot x F12-MC
DXP1 x xx-x To Slot x M-F12_C
Buffer xx-x To Slot x CM-F12
Buffer xx-x To Slot x F12-MC
```

- Le opzioni M e C significano: Mirror (inversione della rotazione) e Calibrazione (unità di misura e azzeramento).
- Le opzioni da F00 a F99 sono funzioni di conversione dei valori.

Le opzioni e le funzioni sono spiegate nella pagina <u>Le opzioni "C" e "M"</u> e nelle pagine seguenti.

# Le Sezioni e lo Slot delle Sezioni

Utilizzare le sezioni può essere necessario quando i motori collegati sono numerosi, magari una decina, o addirittura un centinaio. In questi casi la velocità di comunicazione potrebbe scendere così tanto da provocare evidenti problemi. Se si scende sotto ai 30 FPS i movimenti diventano irregolari e si possono verificare dondolamenti o anche oscillazioni incontrollabili.

I comandi di scrittura (dal software verso i motori) possono essere quasi istantanei, per cui li si possono inviare sempre, a tutti i motori, ad ogni ciclo di comunicazione. Inoltre questi comandi vengono inviati solo se il valore cambia (controllare nelle pagine precedenti quali comandi usare per ottenere la massima velocità).

Invece i comandi di lettura sono molto costosi in termini ti tempo. Pur utilizzando i migliori comandi, ogni motore deve rispondere e per farlo impiega almeno alcuni millisecondi. Per cui se si interrogano decine di motori si ottiene una velocità di comunicazione troppo bassa.

Per risolvere questo problema abbiamo aggiunto la possibilità di attivare solo alcune parti del programma. Si potrebbero quindi mantenere sempre in funzione le istruzioni che muovono i motori e solo ogni tanto leggere i dati dei motori o, meglio ancora, leggerli uno per volta. Questo metodo potrebbe quindi essere utile per controllare ogni tanto la temperatura dei motori o la tensione di alimentazione.

Per utilizzare le sezioni si stabilisce uno Slot di controllo e lo si imposta con la istruzione **SectionSelectorSlot**. Se questa istruzione manca, o se è commentata, oppure se il numero dello Slot non è valido, allora tutte le sezioni del programma vengono eseguite e le istruzioni **Section** non hanno più effetto.

#### Esempio di utilizzo delle sezioni

| SectionSelectorSlot 11                  | Impostazione dello Slot per controllare le sezioni |
|---|--|
| istruzioni da eseguire sempre           |  |
| Section 1                               | Marcatore di inizio della sezione 1                |
| <mark>istruzioni della sezione 1</mark> |  |
| Section 2                               | Marcatore di inizio della sezione 2                |
| istruzioni della sezione 2              |  |

A seconda del valore numerico attuale dello Slot 11, vengono eseguite solo le istruzioni della sezione corrispondente.

Tutte le istruzioni che precedono il comando **Section 1**, vengono eseguite sempre. Volendo si può scrivere un **Section 0** all'inizio ma non è necessario.

### I controlli della applicazione

| 🍓 Theremino RS485 - V1.2                                | – – ×           |
|---|-----------------|
| COM8  T 1000000 COM8 COM8 COM8 COM8 COM8 COM8 COM8 COM8 | FPS 434         |
| TestFile1   | ⊒≌ ❷❷ ♦ ♦ ● ◎ ₿ |
| ·   |                 |

Nella zona superiore troviamo i controlli per la comunicazione e i pulsanti degli strumenti.

| <           | >                          |
|-------------|----------------------------|
| Zoom Transp | Lines: 83 Line: 18 Col: 56 |

Nella zona inferiore troviamo i controlli di dimensione e trasparenza e le informazioni sulla posizione del cursore.

| 🐺 Theremino Motors - V3.1.5   |                     | - c   | x נ    |   |  |
|---|---------------------|---|--------|---|--|
| COM21 - 1000000 - Reconnect   |                     | FPS   | 614    | ] |  |
| TSIO and 3215   | 2                   | , ⊒ ≌ ₽00 ♦ ♦ ⇒ ⇒                               | 08     | h |  |
| <pre>' Parameters common for all the Dev'<br/>' Parameters common for all the Dev'<br/>Commands From Slot 50<br/>FPS To Slot 56<br/>LoopTimeMillisec 0 ' 0 to 100 mill'<br/>DisableReturnPackets ' Disable also F<br/>'</pre> | i ce<br>i se<br>REP | Types<br>conds (def. 1mS)<br>LY for ALL DEVICES | ^      |   | Facendo click con il tasto<br>destro del Mouse sulla<br>zona del programma<br>(oppure toccando lo<br>schermo tattile per due |
| '<br>' DEVICE TYPE FeeTech (STS3215 and o   | oth                 | er motors)                                      |        |   | che si vede qui sotto.   |
| '<br>DeviceType FeeTech   | III SII             | Comment<br>Un-comment                           |        |   |  |
| ' UNIT OF MEASURE PARAMETERS<br>' Comment these lines to use the RAN  | •                   | Go back<br>Go forward                           |        |   |  |
| ' 51.2 = 0-4096 and belt reduction of<br>Add also the option "C" (calibrat  | ⇒<br>⇒              | Go to the next occurrence<br>Go to Declaration  |        |   |  |
| StepsPerDegree 2 11.377777  | *                   | Cut<br>Copy                                     |        |   | Questi controlli saranno   |
|   | Ĩ<br>×              | Paste<br>Delete                                 |        |   | spiegati uno per uno   |
| Ine first parameter is the motor i  |                     | Select all                                      |        |   |  |
| MilliAmperePerUnit BC 6.5   | 种                   | Find<br>Replace                                 | >      |   |  |
| Zoom Z O Transp   | ٠                   | Set all ID in selected lines                    | 5: 132 |   |  |

### I controlli della barra superiore

Con i due controlli di sinistra si imposta la porta di comunicazione e la sua velocità in Baud (bit al secondo). Con la casella a destra si controlla che non avvengano errori e si verifica la velocità di comunicazione in FPS (Frames per secondo). Con "Frame" si intende l'invio e la ricezione di tutte le linee di comandi che sono state programmate.

|  | COM8 - 1000000 - | Reconnect | Scan ports | ] | FPS 434 |
|--|------------------|-----------|------------|---|---------|
|--|------------------|-----------|------------|---|---------|

Con le giuste impostazioni si dovrebbe arrivare a scrivere un registro e leggere la risposta a una velocità di 400...500 FPS. In alcuni casi si possono leggere registri multipli verso il Buffer fino a 900 FPS e oltre.

Quando si utilizzano più motori la velocità scende necessariamente, ma se si utilizzano le istruzioni appropriate si possono controllare una decina di dispositivi prima di scendere sotto i 50 FPS e iniziare ad avere problemi.

### Errori di comunicazione

Gli errori si suddividono in vari tipi:

| COM1 | <b>•</b> | 1000000 - | Reconnect | Scan ports | Inactive |  |
|------|----------|-----------|-----------|------------|----------|--|
|      |          |           | 1×.       | 1 × 1      |          |  |

In questa immagine le due caselle di sinistra con lo sfondo rosso indicano che la porta COM1 non funziona.

| <br>_ |           | Reconnect | Scan ports |              |  |
|-------|-----------|-----------|------------|--------------|--|
| -     | 1000000 - |           |            | Disconnected |  |

Qui invece si vede che la porta COM8 è collegata ma che uno o più dispositivi non stanno rispondendo con pacchetti validi. Questo può accadere se si interrogano dispositivi con ID sbagliato, oppure non collegati, o senza alimentazione.

| COM8 - 1000000 - | Reconnect | Scan ports | Inactive |
|------------------|-----------|------------|----------|
|------------------|-----------|------------|----------|

In questo caso la porta COM8 è collegata ma la parola "Inactive" indica che non si stanno ricevendo pacchetti di ritorno.

La condizione "Inactive" potrebbe anche non essere dovuta a un errore ma solo al fatto che nessuno dei comandi prevede una risposta. Questo può avvenire se si utilizzano solo comandi di scrittura di tipo Broadcast e non si utilizza nessun comando di lettura.

# Le opzioni di riconnessione automatica

Dalla versione 1.2 abbiamo aggiunto la possibilità di riconnettere automaticamente la porta COM e i dispositivi collegati ad essa.



FPS 434

L'opzione "Reconnect" controlla continuamente che vi sia comunicazione con i dispositivi e se questi non rispondono chiude e riapre la porta COM e reinizializza i dispositivi collegati.

L'opzione "Scan Ports" aggiunge anche il cambio della porta COM. Le porte vengono quindi provate tutte in sequenza, fino a che se ne trova una funzionante e con i dispositivi che rispondono.

#### Utilizzare la riconnessione automatica con attenzione

In alcuni casi i dispositivi potrebbero essere programmati per non rispondere e nessuno dei comandi di comunicazione potrebbe prevedere una risposta.

In questi casi la riconnessione automatica potrebbe credere che vi siano errori di comunicazione e provocare continue riconnessioni, bloccando quindi la comunicazione.

#### Utilizzare la scansione delle porte con attenzione

In alcuni casi l'opzione "Scan Ports" potrebbe rallentare l'avvio del sistema e fare un giro di tutte le porte prima di trovare quella giusta.

Quindi se si conosce la porta di comunicazione e questa non cambia mai, potrebbe essere meglio non abilitare l'opzione "Scan Ports".

### Aumentare la velocità di comunicazione

Per ottenere movimenti fluidi il numero di scambi per secondo (FPS) deve essere almeno 20, ma se possibile è meglio andare oltre il 50. Inoltre se le applicazioni effettuano controlli e variazioni in tempo reale è bene minimizzare i tempi di reazione e avere velocità di scambio di almeno 100 FPS.

Quando si controlla un solo dispositivo non ci sono problemi ma ottenere queste velocità con tre o più dispositivi collegati richiede una programmazione accurata.

# **Prima di tutto conviene aumentare al massimo il BaudRate** (vedere la pagina precedente "Impostazioni della porta COM")

I servo FeeTech funzionano fino a 1 mega bit e i TMOT fino a 2 mega bit.

Il grafico a destra indica di limitare la velocità solo se il cavo è lungo oltre 100 metri (oppure oltre i 30 metri nel caso dei Dynamixel da 4 Mb),



#### Poi si devono abbassare a zero il LoopTime e il Return Delay

Esempio: LoopTimeMillisec 0

'LoopTime = 0

Esempio: 0 To DXP1 BC 7-1

' Immediate value to Return Delay

(e ricordarsi anche di aggiungere la istruzione DisableReturnPackets)

#### Infine si devono utilizzare solo le istruzioni di comunicazione che permettono uno scambio di dati veloce

Per leggere si utilizzeranno solo istruzioni che leggono verso il buffer. Queste istruzioni leggono un intero blocco di byte da un dispositivo (anche molte decine di byte), utilizzando un solo pacchetto di ritorno.

#### Esempio: DXP1 1 50-8 To Buffer

| 🧱 Theremino Motors - V3.1.5 | -            |         | ×  |
|-----------------------------|--------------|---------|----|
| COM21  2000000  Reconnect   |              | FPS 146 | i9 |
| TSIO without FeeTech        | <b>+ + -</b> | •       |    |
|                             |              |         | ~  |

Con le schede FeeTech della nuova versione (quelle che hanno la scritta USB a sinistra del connettore e non sotto) la massima frequenza di scambio dati è di circa 1500 FPS.

# La barra degli strumenti





I primi due pulsanti commentano e de-commentano il testo selezionato



Le due frecce blu servono per tornare indietro nelle modifiche al programma e per ricostruire le modifiche eliminate.



Le due FRECCE scure spostano il cursore, e anche la pagina visibile, sulle sezioni di programma visitate in precedenza.



La FRECCIA azzurra cerca tutte le occorrenze della parola selezionata, o anche solo indicata dal cursore del testo.



La FRECCIA rossa cerca solo tra le parole attive (che non si trovano nelle zone commentate).

Le funzioni di ricerca sono comode, basta selezionare una parola o anche solo posizionare il cursore su di essa e poi premere ripetutamente la freccia.



L'ingranaggio apre la finestra delle opzioni per assegnare l'identificatore a tutti i dispositivi e anche per aggiornare il firmware e assegnare il numero di serie ai dispositivi del sistema theremino (TMOT e TSIO).



Il punto interrogativo apre il file di istruzioni (Help) nella lingua prescelta. Per far funzionare questo comando si deve copiare il file di Help della lingua preferita nella cartella "Docs". I file di Help più recenti si scaricano da *questa* pagina.

Se il file di Help non viene trovato allora appare un messaggio che suggerisce di aprire la cartella Docs e copiarvi il file.

Oppure si può scegliere di selezionare un file di Help nella lingua preferita posizionato nella cartella "Docs" o in qualunque altra cartella. Per cambiare il file selezionato cliccare il pulsante con il tasto destro del mouse.

### I controlli della barra inferiore



Lines: 83 Line: 1 Col: 0

I cursori sono regolabili con il mouse e utilizzando il pulsante destro del mouse tornano alla posizione di default.



Il cursore ZOOM stabilisce la dimensione del testo.



Questo cursore regola la trasparenza della finestra principale e permette di vedere anche sotto di essa.

Lines: 29 Line: 17 Col: 16

La parte destra della barra inferiore mostra informazioni sul programma:

- Il numero totale di linee
- La linea dove si trova il cursore (partendo da linea 1)
- La colonna dove si trova il cursore (partendo da colonna 1)

### Il menu contestuale

Questo menu riporta alcuni comandi già disponibili con i pulsanti degli strumenti (i pulsanti in alto a destra) ma li integra con altri comandi utili.

Facendo click sulla zona del programma, con il tasto destro del Mouse (oppure toccando lo schermo tattile senza staccare il dito per due secondi), si apre il menu che si vede qui sotto.

**Comment** e **Uncomment** servono per commentare (aggiungere l'apice iniziale) a intere zone del programma. Oppure per eliminare i commenti.

**Go back** e **Go forward** spostano il cursore e la pagina visibile su zone di programma visitate in precedenza.

**Go to the next occurrence** cerca altre occorrenze della parola selezionata.

**Go to declaration** cerca la parola selezionata ma solo nelle zone attive (le parti non commentate).

**Cut**, **Copy e Paste** tagliano, copiano e incollano le parti selezionate del testo.

Delete cancella la parte selezionata del testo.

Select all seleziona tutto il testo.

**Find** e **Replace**, aprono una finestra per cercare e sostituire parole e frasi.

**Set all ID in selected lines** è spiegato nella prossima pagina.

- Comment
- Un-comment
- Go back
- Go forward
- Go to the next occurrence
- Go to Declaration
- 🖌 Cut
- 🖬 Сору
- 📋 🛛 Paste
- × Delete
  - Select all
- 🙌 Find
  - Replace
- Set all ID in selected lines

Alcuni dei comandi di questo menu sono raggiungibili anche con la tastiera, utilizzando il tasto CONTROL in combinazione con alcune lettere.

CTRL-X, CTRL-C, CTRL-V per Cut, Copy e Paste

**CANC** per Delete

CTRL-A per Select all

CTRL-F per Find

CTRL-R per Replace

# Set all ID in selected lines

Con questo comando si modificano tutti gli ID (identificatori dei dispositivi) e tutti gli Slot relativi che si trovano nella zona di testo selezionata.



Ecco un esempio di variazione degli Slot da 2xx a 7xx e degli ID da 2 a 7

| PRIMA |    |     |         | DOPO |      |  |      |     |         |   |      |
|-------|----|-----|---------|------|------|--|------|-----|---------|---|------|
| SI    | ot | 201 | To DXP1 | 2    | 42-2 |  | Slot | 701 | To DXP1 | 7 | 42-2 |
| SI    | ot | 220 | To DXP1 | 2    | 48-2 |  | Slot | 720 | To DXP1 | 7 | 48-2 |
| SI    | ot | 221 | To DXP1 | 2    | 41-1 |  | Slot | 721 | To DXP1 | 7 | 41-1 |
| SI    | ot | 222 | To DXP1 | 2    | 46-2 |  | Slot | 722 | To DXP1 | 7 | 46-2 |
| SI    | ot | 223 | To DXP1 | 2    | 40-1 |  | Slot | 723 | To DXP1 | 7 | 40-1 |

A seconda di come è composto il programma, in alcuni casi si potranno selezionare molte pagine che compongono tutto il dispositivo dall'inizio alla fine, ma in altri casi si potranno selezionare solo sezioni di linee e si dovrà quindi ripetere il comando più volte con ID diversi.

Utilizzate questo comando con molta attenzione. In caso di errori utilizzate il comando UNDO per eliminare le variazioni.

### **Comandi da Automation a Motors**

Per inviare comandi verso la applicazione Motors si imposta la variabile **Slot\_CommandsToMotors** e poi la si utilizza con i comandi per scrivere e leggere negli Slot di testo.

#### Calibrate Motor x To nn.n

Questo comando fa corrispondere la posizione attuale del motore x al valore nn.n

Il valore nnn.nn è un numero in virgola mobile che tiene conto di tutte le opzioni:

- Mulltigiri (opzione "F12" per i motori FeeTech e altri motori con modulo 4096)
- Unità di misura (ad esempio Millimetri o Gradi)
- Mirror (opzione "M" cioè inversione del senso di rotazione del motore)

#### **ResetAllCalibrationValues**

Questo comando agisce su tutti i motori azzerando l'array che contiene i valori di calibrazione di tutti i motori.

#### **ResetAllMultiturnValues**

Questo comando agisce su tutti i motori azzerando l'array che tiene conto di quanti giri sono stati accumulati.

### **EnableConnection**



#### **DisableConnection**

Questi comandi abilitano e disabilitano la comunicazione come avviene quando si fa click con il mouse sul pulsante in alto a destra, che indica la velocità di comunicazione in FPS.

- - - -

Per un esempio di uso di questi comandi, aprire con la applicazione Automation l'esempio "Commands\_to\_MOTORS.txt" che si trova nella cartella: Theremino Automation \ Programs \ Demo Programs \ SlotText Commands