

ECAT-2094S

EtherCAT 4 軸步進馬達控制器/驅動器

使用手冊 (Version 1.0)





承諾

鄭重承諾: 凡泓格科技股份有限公司產品從購買後，開始享有一年保固，除人為使用不當的因素除外。

責任聲明

凡使用本系列產品除產品品質所造成的損害，泓格科技股份有限公司不承擔任何的法律責任。泓格科技股份有限公司有義務提供本系列產品詳細使用資料，本使用手冊所提及的產品規格或相關資訊，泓格科技保留所有修訂之權利，本使用手冊所提及之產品規格或相關資訊有任何修改或變更時，恕不另行通知，本產品不承擔使用者非法利用資料對第三方所造成侵害構成的法律責任，未事先經由泓格科技書面允許，不得以任何形式複製、修改、轉載、傳送或出版使用手冊內容。

版權

版權所有 © 2017 泓格科技股份有限公司，保留所有權利。

商標

文件中所涉及所有公司的商標，商標名稱及產品名稱分別屬於該商標或名稱的擁有者所持有。

聯繫我們

如有任何問題歡迎聯繫我們，我們將會為您提供完善的諮詢服務。Email:

service@icpdas.com, service.icpdas@gmail.com

修訂紀錄

| 版本 | 日期 | 說明 | Author |
|------|------------|------|--------|
| 1.00 | 05.09.2018 | 初始版本 | M. K. |
| | | | |
| | | | |

Contents

| | | |
|-------|------------------------------------|----|
| 1 | 產品概述..... | 3 |
| 1.1 | 簡介..... | 3 |
| 1.2 | 技術數據..... | 4 |
| 1.3 | 硬體規格..... | 5 |
| 1.4 | 外型尺寸..... | 6 |
| 2 | Scope of Delivery 供貨範圍..... | 7 |
| 3 | 接線..... | 8 |
| 3.1 | LED 燈定義..... | 8 |
| 3.2 | 連接介面..... | 10 |
| 3.3 | 數位輸入與輸出接線..... | 13 |
| 3.4 | 步進馬達接線..... | 16 |
| 3.4.1 | 四線式馬達..... | 16 |
| 3.4.2 | 八線式馬達..... | 17 |
| 3.4.3 | 編碼器接線..... | 18 |
| 4 | 基礎通訊..... | 20 |
| 4.1 | EtherCAT 佈線..... | 20 |
| 4.2 | 狀態機..... | 20 |
| 4.3 | 同步模式..... | 22 |
| 4.3.1 | 自由運行模式..... | 22 |
| 4.3.2 | DC 同步模式..... | 23 |
| 5 | 專案整合..... | 26 |
| 5.1 | ESI 檔案..... | 26 |
| 5.1.1 | 匯入 ESI 檔案..... | 26 |
| 5.2 | 安裝與設定..... | 27 |
| 5.2.1 | 掃描 EtherCAT 裝置..... | 27 |
| 5.2.2 | EtherCAT 從站進程數據設定..... | 29 |
| 5.2.3 | 基本步進驅動器配置..... | 30 |
| 6 | 位置控制設定..... | 33 |
| 6.1 | 位置介面類型..... | 33 |
| 6.2 | Positioning Interface..... | 33 |
| 6.3 | Positioning Interface Compact..... | 40 |
| 6.4 | Position Control..... | 45 |
| 7 | 速度控制設定..... | 49 |
| 8 | CoE 介面..... | 52 |
| 8.1 | 概述..... | 52 |
| 8.2 | 儲存設置數據到記憶體..... | 53 |
| 9 | 物件描述與參數化..... | 57 |
| 9.1 | 標準物件..... | 57 |
| 9.2 | RxPDO Mapping Objects..... | 58 |

| | | |
|-----|---------------------------------------|----|
| 9.3 | TxPDO Mapping Objects..... | 60 |
| 9.4 | Sync Manager Objects..... | 65 |
| 9.5 | Input Data..... | 69 |
| 9.6 | Output Data..... | 71 |
| 9.7 | Configuration Data..... | 74 |
| 9.8 | Information and Diagnostic Data..... | 77 |
| 9.9 | Configuration Parameters Storage..... | 78 |

1 產品概述



1.1 簡介

ECAT-2094S 步進馬達控制器是一款高效且經濟實惠的兩相雙極步進驅動器，可同時控制最多 4 個步進馬達。它所支援的馬達電壓範圍在 5 到 46 伏特(直流)之間，馬達線圈電流最高可到 1.5 安培。馬達最大運轉電流、微步進解析度與其他運動參數部分則可透過軟體做調整。

ECAT-2094S 可直接與兩相雙極步進馬達作連接。此款設備是設計成在開迴路上運作。它必須透過 EtherCAT 主站和應用程式完成系統配置。每個步進馬達都由獨立的驅動 IC 各別控制，此四個驅動 IC 不同步且獨立運作。此步進馬達驅動器可自動控制馬達的扭矩和位置。它整合一個斜坡產生器來自動計算加速與減速距離。控制器會將馬達驅動到目標位置或將馬達加速到目標速度。所有運動參數都可隨時在運動中做更改。最小的一組配置數據由加速度，減速度和最大運動速度組成。馬達驅動器在接收到目標位置後開始控制運動。

ECAT-2094S 整合了四個增量編碼器介面，它使用四個 32 位高速編碼器計數器來計數外部增量式編碼器的輸入信號。此編碼器可以用於例如尋找原點和定位的一致性檢查。

它可支援每全步高達 256 微步的高分辨率，以確保馬達的平穩和精確操作。

它為每個馬達提供兩個數位輸入通道。此數位輸入可以設置為一個簡單的 DI、作為左右硬體極限開關可以在觸發時自動停止馬達；或者當作鎖存觸發器，用於記錄觸發當時的馬達和編碼器位置。

此模組必須有三個供電來源，包括兩個馬達電源和 24 伏特直流控制電源。每兩個馬達共用一個電源。

1.2 技術數據

- 控制 4 個步進馬達（兩相雙極步進馬達）
- 開迴路運行
- 可程式控制的線圈電流層級：高達 1.5 安培.
- 可程式控制的微步進大小：每全步最多可達 256 個微步
- 馬達電壓範圍：5 至 46 伏特(直流)
- 4 個差動編碼器介面（A，B，Z）
- 8 個數位輸入，每軸兩個數位輸入通道：參考開關輸入，鎖存輸入
- 2 個數位輸出
- 自動降低電流以減少馬達不運轉時的熱量
- 驅動器保護:
 - 過熱
 - 欠電壓
 - 短路
- 光隔離 I/O
- LED 指示燈可顯示 I/O，EtherCAT 與運動狀態
- 可以儲存配置數據於內部記憶體
- EtherCAT:
 - 2 個 RJ-45 總線介面
 - 站間距離最遠 100 公尺（100BASE-TX）
 - 支持 菊鏈式拓樸(daisy chain)連接
 - 通過 EtherCAT 一致性測試工具驗證
 - 支援自由運行、SM 同步與 DC 同步運行模式
- 可拆卸的接線端子連接器

1.3 硬體規格

| 項目 | 規格 |
|-----------------------|--|
| 馬達輸出 | |
| 輸出數目 | 4 個兩相步進馬達 |
| 輸出電流 | 1.5A (峰值) |
| 馬達輸出電壓範圍 | 5 to 46 V _{DC} |
| 電流控制器頻率 | 24.5 kHz |
| 最大步進頻率 | 8.388 MHz |
| 每步微步進數 | 256, 128, 64, 32, 16, 8, 4, 2 |
| 編碼器輸入 | |
| 編碼器輸入個數 | 4x encoder counter (A, B, Z), 差動訊號 |
| 最大編碼器脈波頻率 | 4 MHz |
| 數位輸入 | |
| 數位輸入數目 | 8 (每一顆馬達可有 2 個極限開關) |
| 濕接點 | <ul style="list-style-type: none"> • ON 電壓準位: +10 to 30V_{DC} • OFF 電壓準位: +5V_{DC} MAX |
| 光電隔離 | 3750V DC |
| 數位輸出 | |
| 數位輸出數目 | 2 |
| 輸出類型 | Open collector |
| 負載電壓 | +5 to 30 V _{DC} |
| 最大負載電流 | 100mA |
| 隔離電壓 | 3750 V _{DC} |
| LED 指示燈 | |
| LED 診斷燈號 | 電源, EtherCAT 狀態, 數位 IO, 驅動, 溫度警告, 過熱錯誤, AB 相位欠電壓 |
| 通訊介面 | |
| 連接器 | 2 x RJ-45 |
| 協定 | EtherCAT |
| 站間距離 | Max. 100 m (100BASE-TX) |
| 數據傳輸介質 | Ethernet/EtherCAT Cable (Min. CAT 5), Shielded |
| 電源 | |
| 輸入電壓範圍 | 20V ~ 30V _{DC} |
| EMS 保護 | |
| ESD (IEC 61000-4-2) | 4 KV Contact for each channel |
| EFT (IEC 61000-4-4) | Signal: 1 KV Class A; Power: 1 KV Class A |
| Surge (IEC 61000-4-5) | 1 KV Class A |
| 機構 | |
| 安裝方式 | DIN-Rail |
| 外型尺寸 (長 x 寬 x 高) [mm] | 181 x 110 x 33 (不包含連接器) |
| 機匣材料 | 金屬 |
| 環境 | |
| 運作溫度 | -25°C ~ 40°C |
| 保存溫度 | -30°C ~ 80°C |
| 相對溼度 | 10 ~ 90%, 不結露 |

表格 1: 技術數據

1.4 外型尺寸

以下所使用的尺寸單位皆為毫米(mm)。

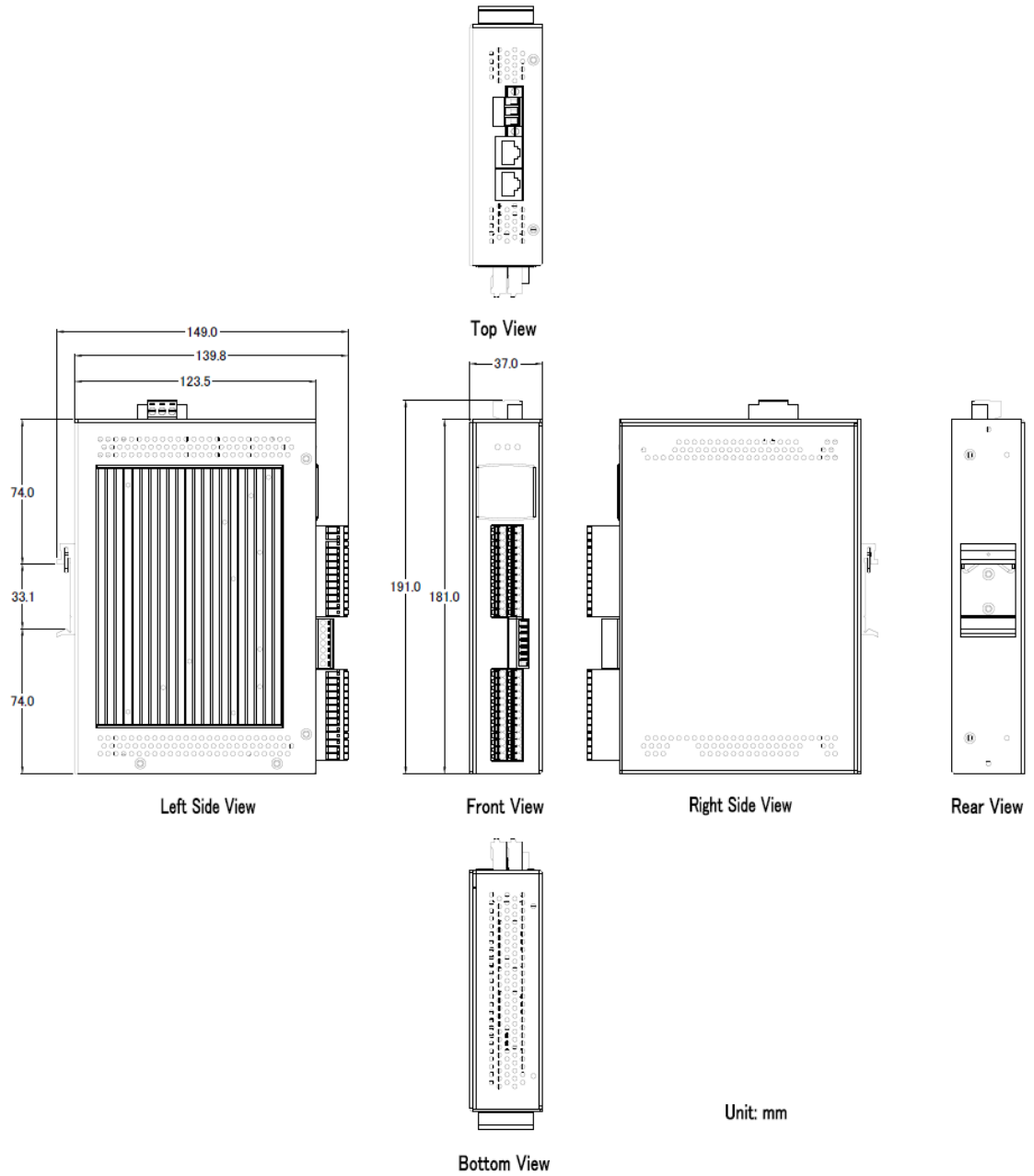


圖 1: ECAT-2094S 外殼尺寸圖

2 Scope of Delivery 供貨範圍

產品包裝內應包括下列配件:

- ECAT-2094S x 1
- 13 腳位插入式連接器 x 4
- 3 腳位插入式連接器 (用於供電) x 1
- 7 腳位插入式連接器 (用於馬達供電) x 1
- 快速使用手冊 x 1



圖 2: ECAT-2094S 模組與快速使用手冊

注意:

如果這些物品中有任何丟失或損壞，請聯繫您當地的經銷商。請保留原始零售包裝箱內的所有零售包裝（泡沫塑料，內盒，固定件等），以備於退貨時使用。

更多資訊:

- 產品網址:
http://www.icpdas.com/root/product/solutions/industrial_communication/fieldbus/thercat/motion/ecat-2094s.html
- 手冊:
ftp://ftp.icpdas.com/pub/cd/fieldbus_cd/ethercat/slave/motion/ecat-2094s/manual/
- XML EtherCAT 從站訊息 (ESI) 文件:
ftp://ftp.icpdas.com/pub/cd/fieldbus_cd/ethercat/slave/motion/ecat-2094/esi/
- 常見問題:
http://www.icpdas.com/root/product/solutions/industrial_communication/fieldbus/thercat/ethercat_faqs.html
- 技術支援:
service@icpdas.com

3 接線

3.1 LED 燈定義

ECAT-2094S 在外殼前面提供了幾個診斷 LED 燈。此外，還有三個 LED 燈用以顯示 EtherCAT 網絡狀態。每個 LED 燈的確切含義如下表所示：

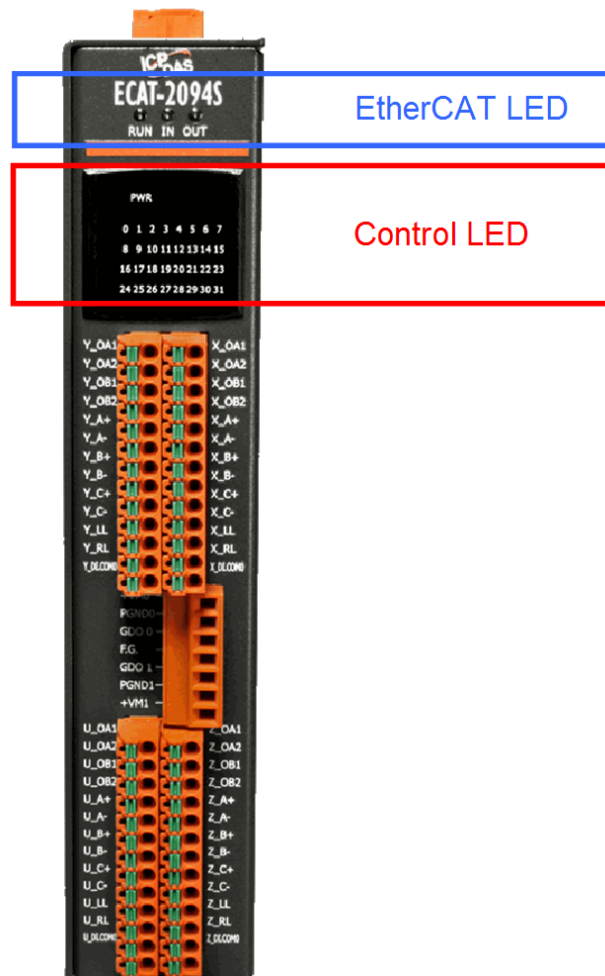


圖 3: ECAT-2094S 前視與側視圖

| EtherCAT LED | 顏色 | 狀態 | 說明 |
|--------------|----|-----|-------------------------------|
| RUN | 紅色 | | 這個 LED 燈指示此 EtherCAT 從站的運作狀態: |
| | | Off | 設備處於 INIT 狀態 |
| | | 閃爍 | 設備處於 PREOP 狀態 |

| | | | |
|-----|----|-----|--|
| | | 閃一次 | 設備處於 SAFEOP 狀態 輸出維持在安全狀態 |
| | | On | 設備處於 OP 狀態 |
| IN | 綠色 | | 指示此 EtherCAT 輸入端的通訊狀態: |
| | | Off | 未偵測到網路連線 |
| | | 閃爍 | 已連線且運作中(例如:與主站進行數據交換) |
| | | On | 已連線但未運作 |
| OUT | 綠色 | | 指示此 EtherCAT 輸出端的通訊狀態， 並且可將 EtherCAT 從站連接到輸出端 |
| | | Off | 沒有 EtherCAT 從站連接到輸出端 |
| | | 閃爍 | 已連線且運作中(例如:與連接的從站進行數據交換) |
| | | On | 已連線但未運作 |

表格 2: EtherCAT 狀態指示燈

| 控制 LED 燈 | 顏色 | 說明 |
|--|----|--|
| * | 紅色 | - 電源指示燈 |
| ***** (第一行) 0 1 2 3 4 5 6 7 | 綠色 | - LED 0: 數位輸入通道 1 (X_左極限) - X 軸 - LED 1: 數位輸入通道 2 (X_右極限) - X 軸 - LED 2: 數位輸入通道 1 (Y_左極限) - Y 軸 - LED 3: 數位輸入通道 2 (Y_右極限) - Y 軸 - LED 4: 數位輸入通道 1 (Z_左極限) - Z 軸 - LED 5: 數位輸入通道 2 (Z_右極限) - Z 軸 - LED 6: 數位輸入通道 1 (U_左極限) - U 軸 - LED 7: 數位輸入通道 2 (U_右極限) - U 軸 |
| ***** (第二行) 8 9 10 11 12 13 14 15 | 綠色 | - LED 8: 數位輸出通道(DO 0) - X 軸 - LED 9: 數位輸出通道(DO 1) - Y 軸 - LED 10: EEPROM 存取錯誤 - LED 11: 保留 - LED 12: 驅動輸出 - X 軸 - LED 13: 驅動輸出 - Y 軸 - LED 14: 驅動輸出 - Z 軸 - LED 15: 驅動輸出 - U 軸 |
| ***** (第三行) 16 17 18 19 20 21 22 23 | | - LED 16: 運動錯誤 - X 軸 - LED 17: 運動錯誤 - Y 軸 - LED 18: 運動錯誤 - Z 軸 - LED 19: 運動錯誤 - U 軸 - LED 20: 過熱錯誤 - X 軸 - LED 21: 過熱錯誤 - Y 軸 - LED 22: 過熱錯誤 - Z 軸 - LED 23: 過熱錯誤 - U 軸 |
| ***** (第四行) 24 25 26 27 28 29 30 31 | | - LED 24: 接地短路錯誤 - X 軸 - LED 25: 接地短路錯誤 - Y 軸 - LED 26: 接地短路錯誤 - Z 軸 |

| | | |
|--|--|--|
| | | <ul style="list-style-type: none"> - LED 27: 接地短路錯誤 - U 軸 - LED 28: 過熱警告/開路負載警告- X 軸 - LED 29: 過熱警告/開路負載警告- Y 軸 - LED 30: 過熱警告/開路負載警告- Z 軸 - LED 31: 過熱警告/開路負載警告- U 軸 |
|--|--|--|

表格 3: 診斷 LED 燈

3.2 連接介面

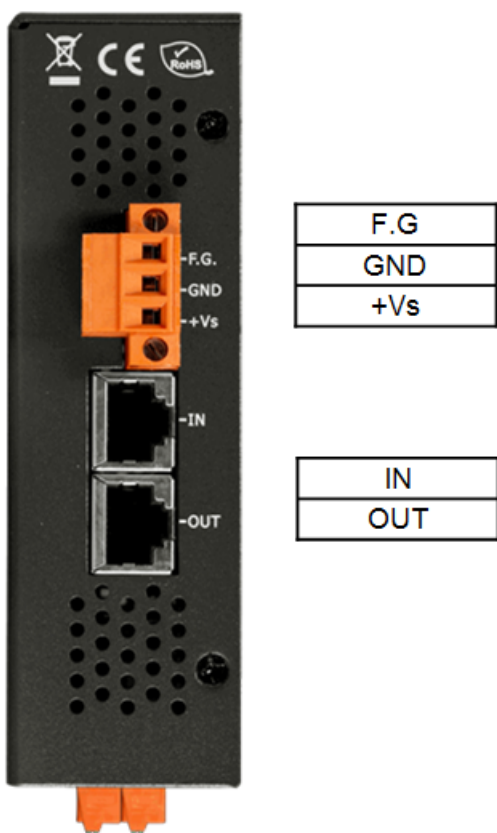
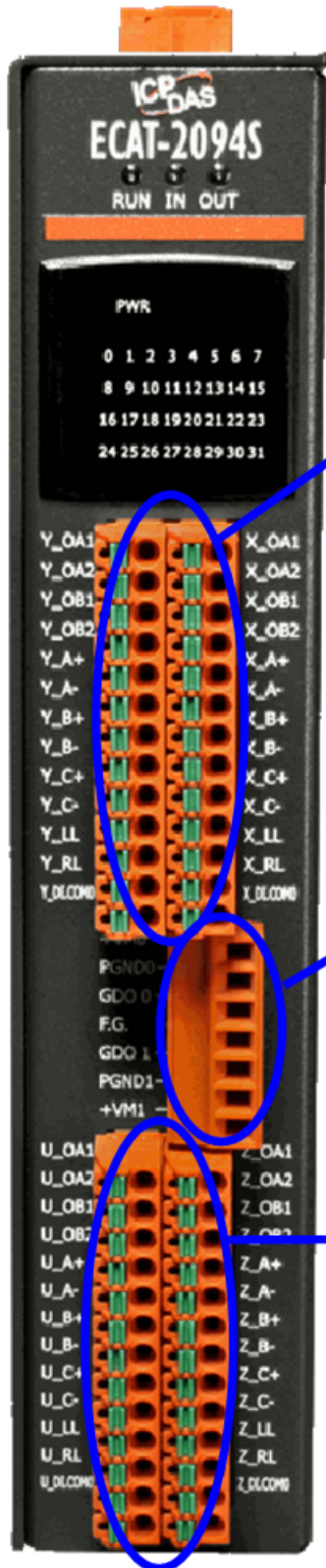


圖 4: ECAT-2094S 包含電源與 EtherCAT 介面的側視圖

| 名稱 | 信號 | 說明 |
|-----|----------------------------------|----------------|
| F.G | Frame ground (接地) | |
| GND | 電源: 接地 0V (來自負電接點) | ECAT-2094S 供電 |
| +Vs | 電源: +24 V _{DC} (來自正電接點) | |
| | | |
| IN | EtherCAT 信號輸入 | EtherCAT 電纜線傳入 |
| OUT | EtherCAT 信號輸出 | EtherCAT 電纜線輸出 |

表格 4: ECAT-2094S 電源與 EtherCAT 介面



| | |
|-----------|-----------|
| Y_OA1 | X_OA1 |
| Y_OA2 | X_OA2 |
| Y_OB1 | X_OB1 |
| Y_OB2 | X_OB2 |
| Y_A+ | X_A+ |
| Y_A- | X_A- |
| Y_B+ | X_B+ |
| Y_B- | X_B- |
| Y_C+ | X_C+ |
| Y_C- | X_C- |
| Y_LL | X_LL |
| Y_RL | X_RL |
| Y_DI.COM0 | X_DI.COM0 |

| |
|-------|
| +VM0 |
| PGND0 |
| GDO 0 |
| F.G. |
| GDO 1 |
| PGND1 |
| +VM1 |

| | |
|-----------|-----------|
| U_OA1 | Z_OA1 |
| U_OA2 | Z_OA2 |
| U_OB1 | Z_OB1 |
| U_OB2 | Z_OB2 |
| U_A+ | Z_A+ |
| U_A- | Z_A- |
| U_B+ | Z_B+ |
| U_B- | Z_B- |
| U_C+ | Z_C+ |
| U_C- | Z_C- |
| U_LL | Z_LL |
| U_RL | Z_RL |
| U_DI.COM0 | Z_DI.COM0 |

圖 5: ECAT-2094S 包含馬達與編碼器輸入輸出介面的前視圖

| 名稱 | 信號 | 信號說明 |
|-------|-------------------------------------|-------------------|
| +VM0 | +5 to 46V _{DC} (來自正電接點) | X 軸與 Y 軸馬達供電 |
| PGND0 | Ground 0V (來自負電接點) | |
| GDO 0 | 輸出 | 通用數位輸出通道 0 |
| F.G. | | Frame ground (接地) |
| GDO 1 | 輸出 | 通用數位輸出通道 1 |
| PGND1 | +5 to 46V _{DC} (來自正電接點) | Z 軸與 U 軸馬達供電 |
| +VM1 | Ground 0V (來自負電接點) | |

表格 5: 馬達電源與通用 DO 的連接介面

| 名稱 | 信號 | 信號說明 | |
|-----------|----|---------------------------|----------------------|
| X_OA1 | 輸出 | 馬達 X 繞組 A1 | 馬達 X |
| X_OA2 | 輸出 | 馬達 X 繞組 A2 | |
| X_OB1 | 輸出 | 馬達 X 繞組 B1 | |
| X_OB2 | 輸出 | 馬達 X 繞組 B2 | |
| X_A+ | 輸入 | 編碼器 X 的輸入端 A+ | 編碼器 X |
| X_A- | 輸入 | 編碼器 X 的輸入端 A- | |
| X_B+ | 輸入 | 編碼器 X 的輸入端 B+ | |
| X_B- | 輸入 | 編碼器 X 的輸入端 B- | |
| X_C+ | 輸入 | 編碼器 X 的輸入端 C+ | |
| X_C- | 輸入 | 編碼器 X 的輸入端 C- | |
| X_LL | 輸入 | 馬達 X 左極限開關 | 馬達 X 的 DI、極限開關或鎖存觸發器 |
| X_RL | 輸入 | 馬達 X 右極限開關 | |
| X_DI.COM0 | | 常見 DI 電源 X: +10 to +24VDC | 用於 X_LL 與 X_RL |
| | | | |
| Y_OA1 | 輸出 | 馬達 Y 繞組 A1 | 馬達 Y |
| Y_OA2 | 輸出 | 馬達 Y 繞組 A2 | |
| Y_OB1 | 輸出 | 馬達 Y 繞組 B1 | |
| Y_OB2 | 輸出 | 馬達 Y 繞組 B2 | |
| Y_A+ | 輸入 | 編碼器 Y 的輸入端 A+ | 編碼器 Y |
| Y_A- | 輸入 | 編碼器 Y 的輸入端 A- | |
| Y_B+ | 輸入 | 編碼器 Y 的輸入端 B+ | |
| Y_B- | 輸入 | 編碼器 Y 的輸入端 B- | |
| Y_C+ | 輸入 | 編碼器 Y 的輸入端 C+ | |
| Y_C- | 輸入 | 編碼器 Y 的輸入端 C- | |
| Y_LL | 輸入 | 馬達 Y 左極限開關 | 馬達 Y 的 DI、極限開關或鎖存觸發器 |
| Y_RL | 輸入 | 馬達 Y 右極限開關 | |

| | | | |
|-----------|----|---------------------------|----------------------|
| Y_DI.COM0 | | 常見 DI 電源 Y: +10 to +24VDC | 用於 Y_LL 與 Y_RL |
| Z_OA1 | 輸出 | 馬達 Z 繞組 A1 | 馬達 Z |
| Z_OA2 | 輸出 | 馬達 Z 繞組 A2 | |
| Z_OB1 | 輸出 | 馬達 Z 繞組 B1 | |
| Z_OB2 | 輸出 | 馬達 Z 繞組 B2 | |
| Z_A+ | 輸入 | 編碼器 Z 的輸入端 A+ | 編碼器 Z |
| Z_A- | 輸入 | 編碼器 Z 的輸入端 A- | |
| Z_B+ | 輸入 | 編碼器 Z 的輸入端 B+ | |
| Z_B- | 輸入 | 編碼器 Z 的輸入端 B- | |
| Z_C+ | 輸入 | 編碼器 Z 的輸入端 C+ | |
| Z_C- | 輸入 | 編碼器 Z 的輸入端 C- | |
| Z_LL | 輸入 | 馬達 Z 左極限開關 | 馬達 Z 的 DI、極限開關或鎖存觸發器 |
| Z_RL | 輸入 | 馬達 Z 右極限開關 | |
| Z_DI.COM0 | | 常見 DI 電源 Z: +10 to +24VDC | 用於 Z_LL 與 Z_RL |
| U_OA1 | 輸出 | 馬達 U 繞組 A1 | 馬達 U |
| U_OA2 | 輸出 | 馬達 U 繞組 A2 | |
| U_OB1 | 輸出 | 馬達 U 繞組 B1 | |
| U_OB2 | 輸出 | 馬達 U 繞組 B2 | |
| U_A+ | 輸入 | 編碼器 U 的輸入端 A+ | 編碼器 U |
| U_A- | 輸入 | 編碼器 U 的輸入端 A- | |
| U_B+ | 輸入 | 編碼器 U 的輸入端 B+ | |
| U_B- | 輸入 | 編碼器 U 的輸入端 B- | |
| U_C+ | 輸入 | 編碼器 U 的輸入端 C+ | |
| U_C- | 輸入 | 編碼器 U 的輸入端 C- | |
| U_LL | 輸入 | 馬達 U 左極限開關 | 馬達 U 的 DI、極限開關或鎖存觸發器 |
| U_RL | 輸入 | 馬達 U 右極限開關 | |
| U_DI.COM0 | | 常見 DI 電源 U: +10 to +24VDC | 用於 U_LL 與 U_RL |

表格 6: 馬達電流輸出、編碼器與數位輸入的連接介面

3.3 數位輸入與輸出接線

| 數位輸入 | | |
|--------|----------|---------------------------|
| 數位輸入通道 | | 8 (每個馬達使用兩個極限開關) |
| 輸入類型 | | Wet |
| 濕接點 | ON 電壓層級 | +10 to 30 V _{DC} |
| | OFF 電壓層級 | +5 V _{DC} MAX |
| 光電隔離 | | 3750 V _{DC} |

| 數位輸出 | |
|--------|--------------------------|
| 數位輸出通道 | 2 |
| 輸入類型 | Open collector |
| 負載電壓 | +5 to 30 V _{DC} |
| 最大負載電流 | 100mA |
| 隔離電壓 | 3750 V _{DC} |

表格 7: 數位輸入與輸出規格

X、Y、Z、U 軸的右側(RL)和左側(LL)極限開關接線圖如下所示(圖 6: 馬達 X、Y、Z、U 的 RL 與 LL 數位輸入)。

數位輸入 RL 和 LL 可以用作簡單的 DI、正負限位開關和位置鎖存觸發器。DI 通道可以設置同時作為極限開關和位置鎖存輸入。各軸(X、Y、Z、U)皆有配置一組 RL 與 LL 數位通道。

例如: 下圖中的 RL, LL, DI.COM 符號代表著馬達 X 的 X_RL、X_LL 與 X_DI.COM。

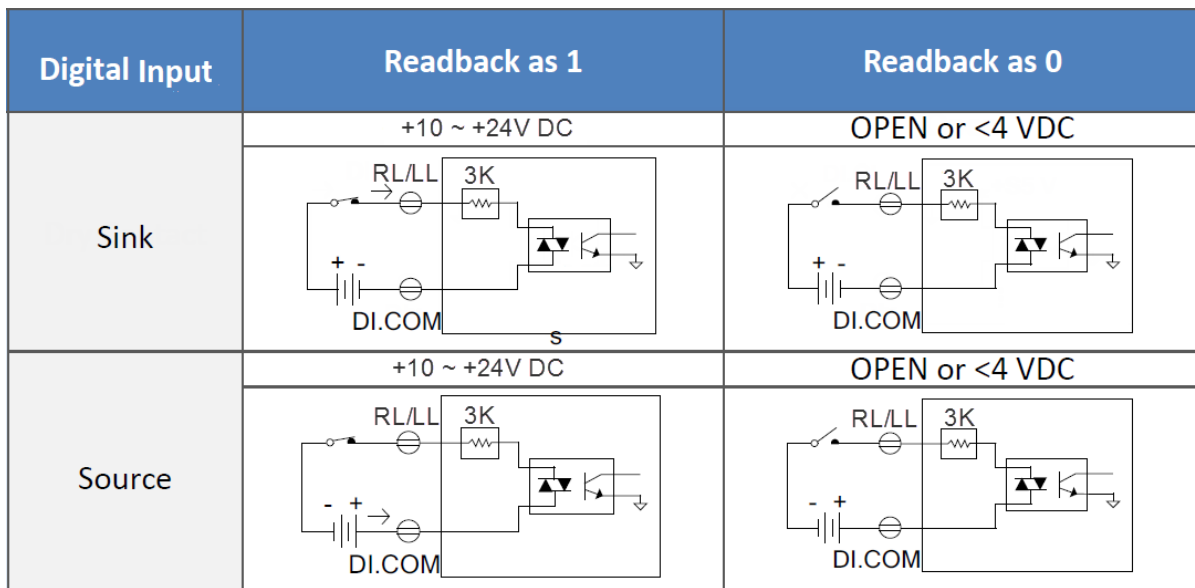


圖 6: 馬達 X、Y、Z、U 的 RL 與 LL 數位輸入

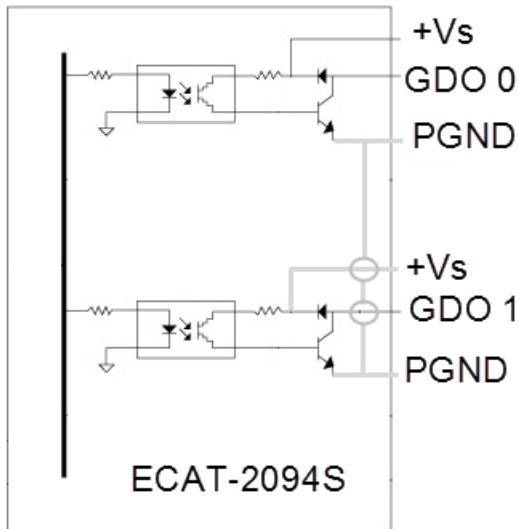


圖 7: 通用 DO 方塊圖

| Output Type | ON State Readback as 1 | OFF State Readback as 0 |
|-----------------|---------------------------|----------------------------|
| Driver Relay | | |
| Resistance Load | | |

圖 8: 通用 DO 通道 0

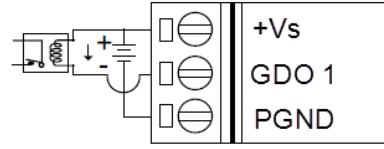
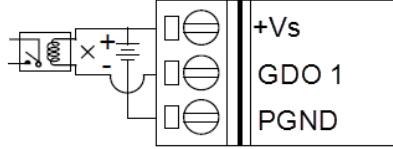
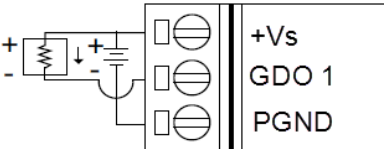
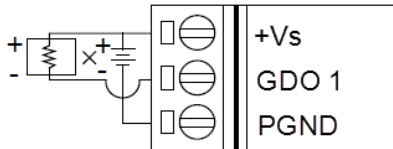
| Output Type | ON State Readback as 1 | OFF State Readback as 0 |
|-----------------|---|--|
| Driver Relay |  |  |
| Resistance Load |  |  |

圖 9: 通用 DO 通道 1

3.4 步進馬達接線

3.4.1 四線式馬達

下方圖 10: 四線式雙極馬達與第一軸輸出的接線圖 為四線式雙極馬達連接到 ECAT-2094S 的 X 軸輸出的範例。

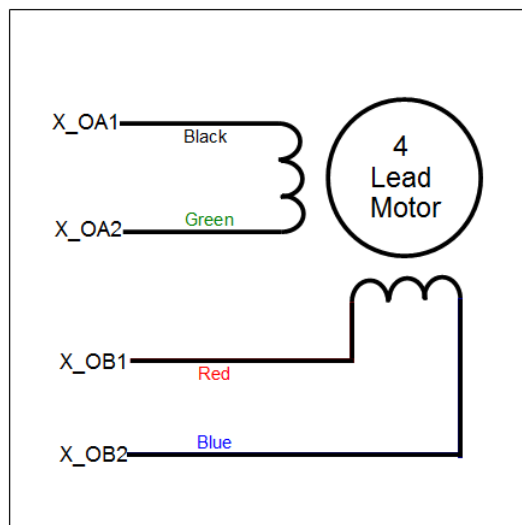


圖 10: 四線式雙極馬達與第一軸輸出的接線圖

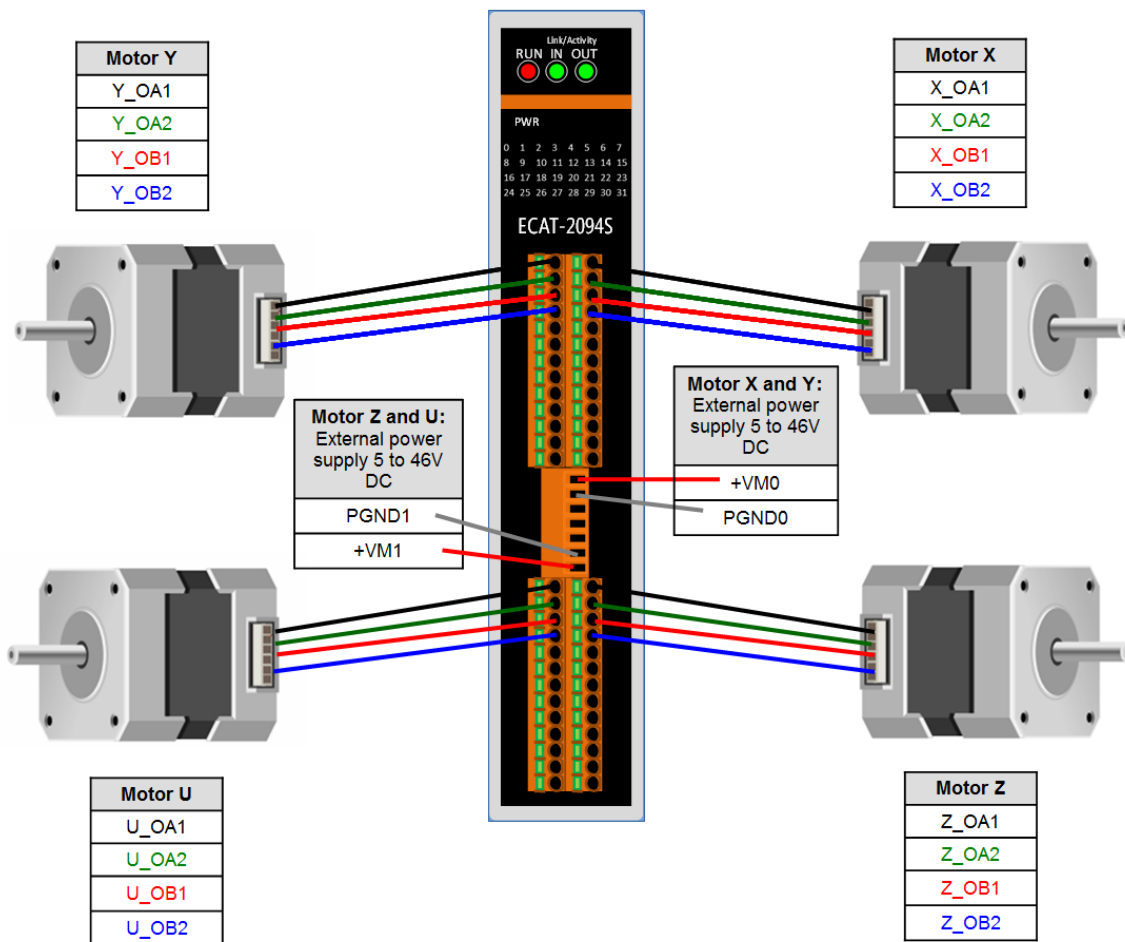


圖 11: ECAT-2094S 與 4 個步進馬達的接線圖

3.4.2 八線式馬達

八線式馬達可以以串聯或並聯的方式連接。以串聯方式連接的馬達所需要的電流比並聯方式的電流還小，但在運行速度方面不會比並聯方式的快。

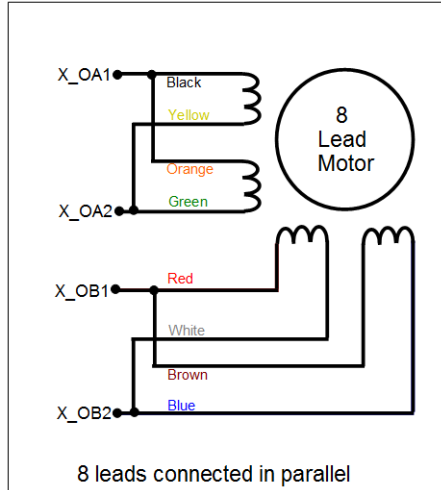
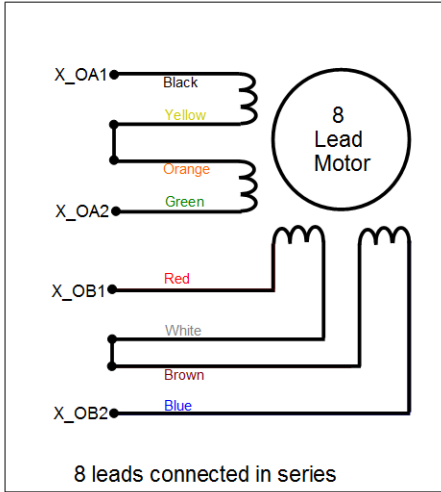


圖 12: 八線式雙極馬達接線圖(左:串聯, 右: 並聯)

3.4.3 編碼器接線

差動編碼器:

ECAT-2094S 預設支援差動編碼器。

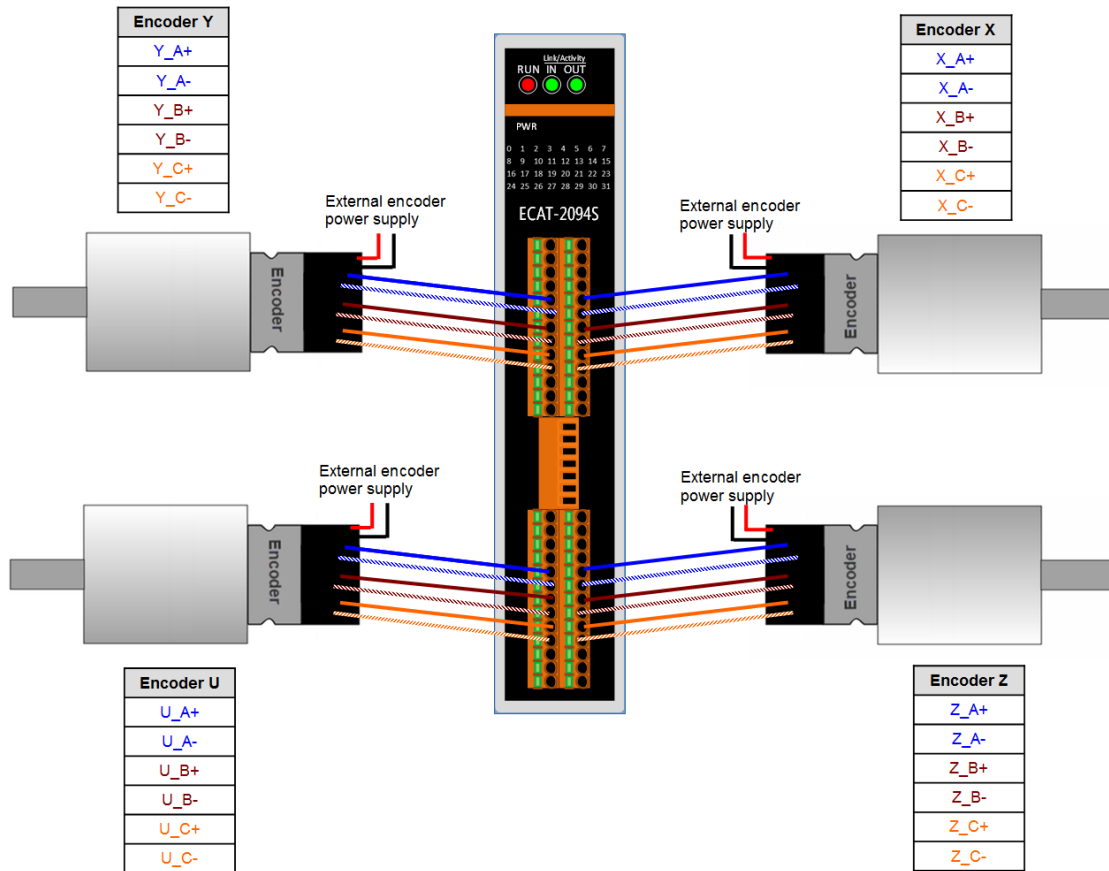


圖 13: 差動編碼器接線圖

開路集極式編碼器：

單端編碼器的接線部分，請參見圖 14: 開路集極接線圖中的表格，其中列出了可能的電源值和相應的電阻大小。

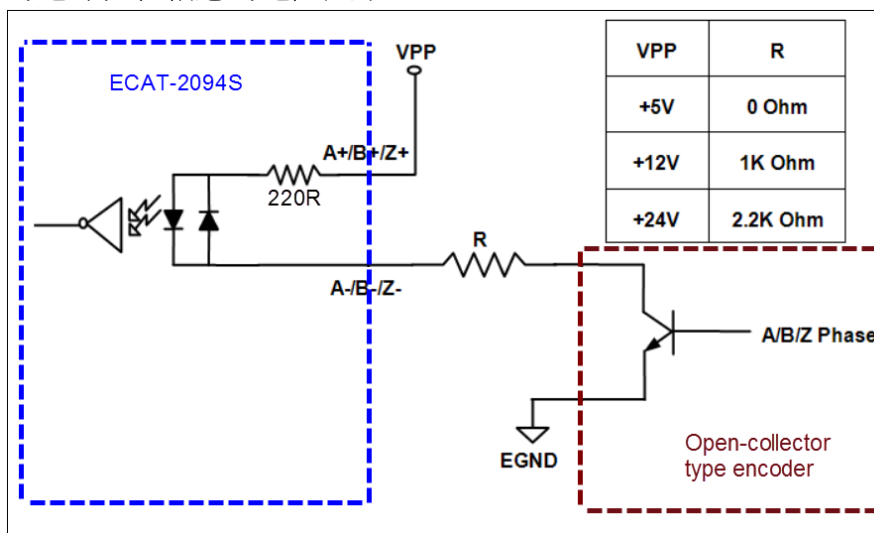


圖 14: 開路集極接線圖

4 基礎通訊

4.1 EtherCAT 佈線

兩 EtherCAT 設備間的電纜線長度不得超過 100 公尺。

電纜線與連接器

在連接 EtherCAT 設備的部分，根據 EN 50173 或 ISO/IEC 11801 標準，只有在滿足至少 CAT5 要求的 Ethernet 線（電纜線與接頭）才可使用。EtherCAT 使用 4 根電線進行信號傳輸，其腳位分配與 Ethernet 標準（ISO/IEC 8802-3）兼容。

4.2 狀態機

EtherCAT 主站和從站的狀態是透過 EtherCAT 狀態機（ESM）進行控制。這些狀態決定哪些功能在 EtherCAT 從站中是可取用或可執行的。狀態的切換通常初始於主站發出的請求，並在初始化成功後經從站做確認。如果發生內部錯誤，則從站會自動切換到順位較低的狀態。

ECAT-2094S 支援四種狀態：

- Init (重置後的狀態)
- Pre-Operational
- Safe-Operational
- Operational

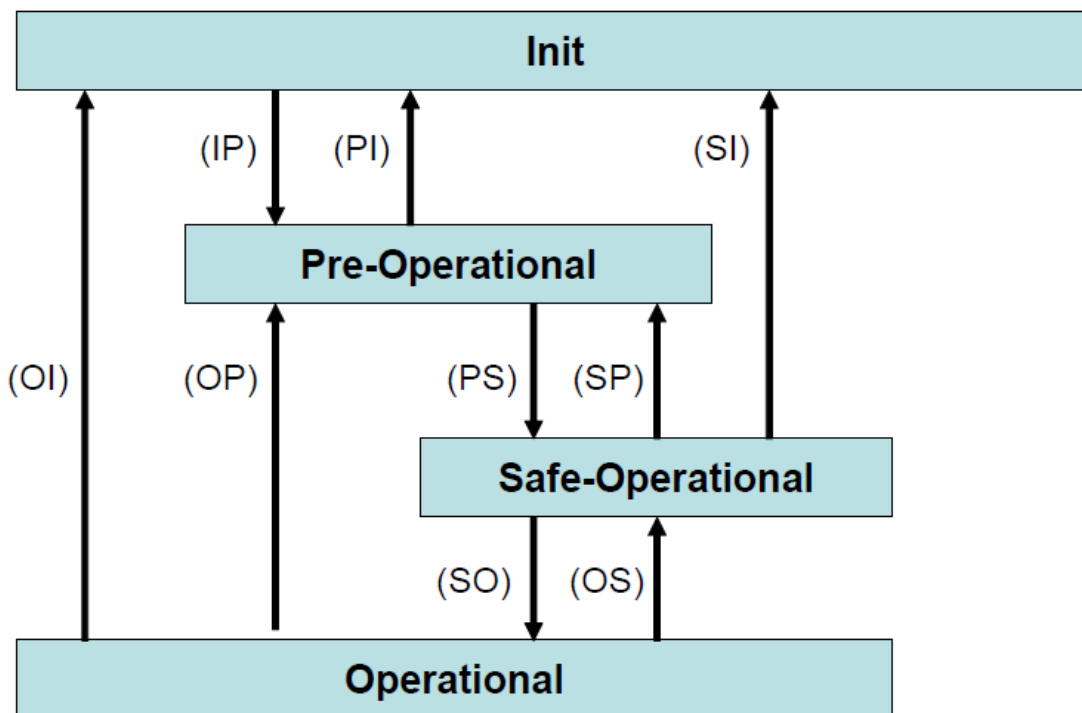


圖 15: EtherCAT 狀態機

Init

EtherCAT 從站在開機後處於初始狀態。只有 ESC 暫存器的通訊可用，而無法進行郵箱(mailbox)或進程數據(process data)的通訊。從站使用默認值或先前存儲到區域記憶體的值來初始化服務物件。EtherCAT 主站分配站地址，並將同步管理器的通道 0 和 1 配置給非週期性郵箱通訊。

Pre-Operational (Pre-Op)

在 Pre-Op 狀態下可以使用非週期性郵箱通訊，但不能進行進程數據通訊。在這種狀態下，EtherCAT 主站將執行以下配置：

- 將 ECAT-2094S 的同步管理器通道 (SM2 和 SM3) 設置給進程數據通訊
- 配置 FMMU 通道
- 配置 PDO 映射或同步管理器 PDO 的指定
- 用戶可以選擇將運動控制相關的組態數據 (0x8000-0x8321) 保存到非揮發性記憶體中

Safe-Operational (Safe-Op)

在 Safe-Op 狀態下，郵箱和進程數據通訊都已啟用，但從站保持其輸出處於安全狀態，而輸入則是週期性更新數據。從站將忽略由主機發送的輸出數據，並僅返回當前的輸入數據（例如：數位輸入、編碼器數值等等）。

輸出處於 Safe-Op 狀態

當主站應用程序在配置的看門狗時間內沒有提供新的輸出進程數據時，同步管理器的 watchdog 會超時。在這種情況下，從站將自動從運行狀態轉為 ERROR-SAFEOP 狀態，並將所有輸出設置為安全狀態。ECAT-2094S 將停止步進馬達，將馬達電流調節到配置的安全層級，並將數位輸出切換到安全輸出值。所有安全輸出值都可以配置。

Operational (Op)

這裡，進程數據物件（PDO）和服務數據物件（SDO）都已完全啟用。主站週期性發送輸出數據並讀取輸入數據。ECAT-2094S 支援兩種 OP 模式：自由運行模式和 DC 同步模式。

4.3 同步模式

ECAT-2094S設備支援兩種不同的模式：

- 自由運行: 主站週期時間與從站週期時間相互獨立且不同步。
- DC同步: 主站週期時間和從站週期時間是同步的。

4.3.1 自由運行模式

從站根據自己的周期自主運行，不與EtherCAT週期同步。主站週期時間與從站週期時間完全獨立，也就是每個從站設備根據其當地時間讀取或寫入其自己的過程數據，而與主站週期時間無關。

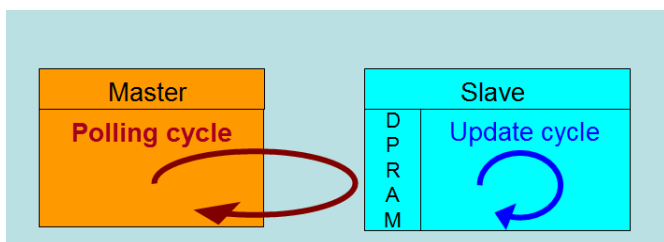


圖 16: 自由運行模式下的主站與從站週期

下圖表示從站在自由運行模式下的進程時序：

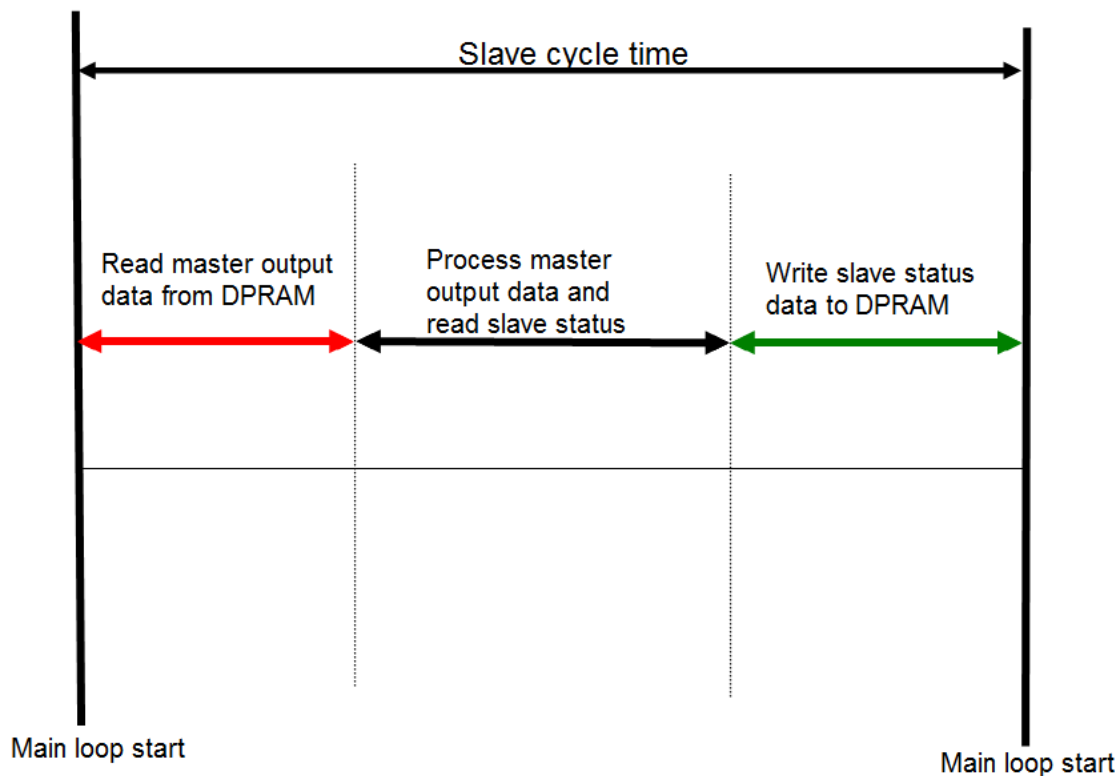


圖 17: 自由運行模式下的從站處理序列

從站韌體會每個週期時間內檢查 EtherCAT 從站晶片 (ESC) 的記憶體是否從主站接收到新的輸出數據。新收到的數據將被處理，運動路徑將被計算並發送到運動晶片，數位輸出將被設置。接著，運動晶片會讀取運動和數位輸入狀態。最後，所讀取狀態會寫入 DPRAM，以便主站設備可以在下一個週期時間檢索 ESC 的 DPRAM 數據。

4.3.2 DC 同步模式

DC 同步使所有 EtherCAT 設備 (主站和從站) 共享相同的 EtherCAT 系統時間。在網路中的 EtherCAT 從站可以彼此同步。這使得主站能夠同時對 EtherCAT 網路中不同的從站設置輸出 (例如數位輸出，脈波輸出) 或同步讀取輸入 (例如數位輸入，編碼器計數器)。

為了使系統同步，所有的從站都與一個參考時鐘同步。通常情況下，具 DC 同步能力且離主站最近的第一個 EtherCAT 從站會成為主站以及其他 DC 從站的時鐘基準。

EtherCAT 從站與 DC 同步系統的 SYNC0 或 SYNC1 事件同步。

EtherCAT 網路被主站設置為 DC 同步通訊模式後，每個從站的 ESC（EtherCAT 從站晶片）產生固定時間的硬體中斷，觸發從站韌體處理主站接收到的 PDO 數據。主站週期時間和 ESC 韌體中斷時間間隔完全與網路中作為 SYNC0 信號參考時鐘的第一個從站同步。

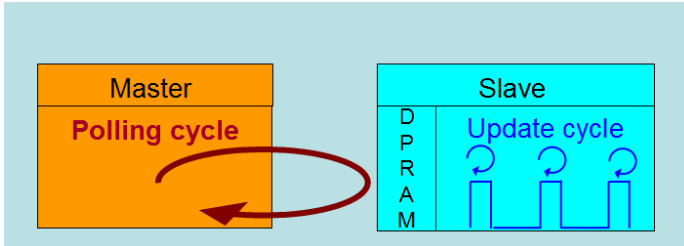


圖 18: DC 同步模式下的主站與從站週期

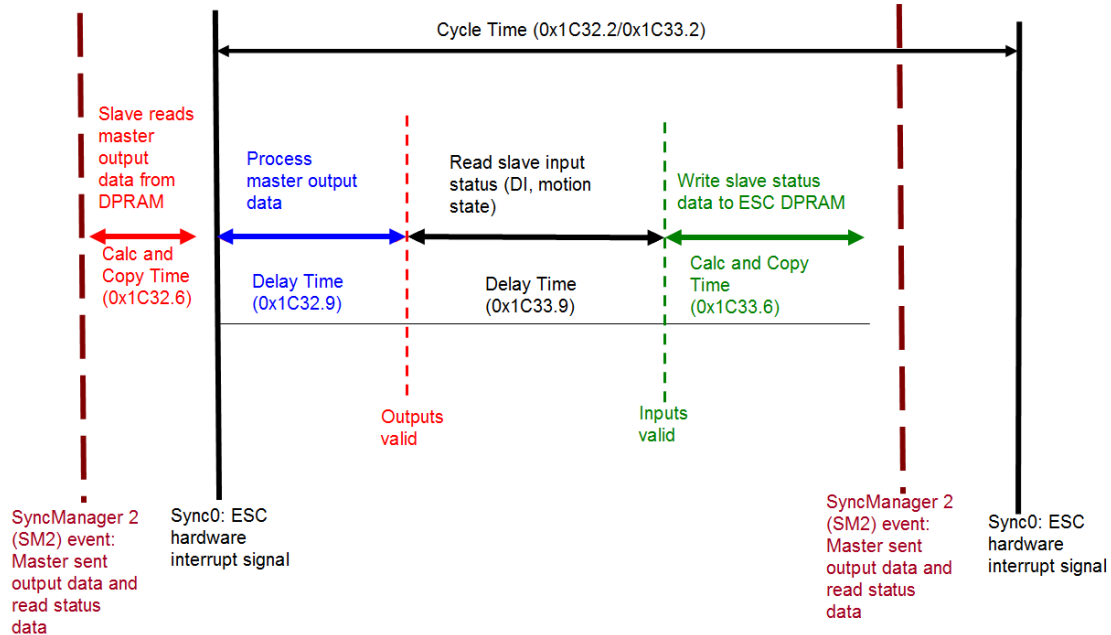


圖 19: 同步模式下的內部從站處理序列

從站一接收到來自主站的進程數據（RxPDOs），就會觸發 SM2 事件，進而讓韌體從 ESC 記憶體中讀取數據。ESC 以固定的時間間隔中斷韌體以處理從主站接收到的數據，並將狀態數據寫入 ESC 記憶體。每當主站在 DC 同步週期時間內未能發送進程數據時，內部同步錯誤計數器將增加三個計數。每成功完成一個 DC 同步週期後，此錯誤計數器則會減去一個計數。一旦錯誤計數器達到最大計數（預設值為 4），就會產生一個同步錯誤並且從站會進入 Safe OP 模式（Sync Error 0x1C32：20 為 TRUE）。最大計數值可通過變更"Sync Error Counter Limit"（0x10F1：02）的預設值來做設定。

| Index | Name | Flags | Value |
|---------|--------------------------|-------|----------------|
| 10F1:0 | Error Settings | | > 2 < |
| 10F1:01 | Local Error Reaction | RW | 0x00000001 (1) |
| 10F1:02 | Sync Error Counter Limit | RW | 0x0004 (4) |

圖 20: Sync error counter limit 物件

輸出和輸入數據的同步管理器設定可在 TwinCAT 的"CoE online"標籤頁面找到。

| Index | Name | Flags | Value |
|---------|---------------------------------|-------|----------------------|
| 1C32:0 | SM output parameter | | > 32 < |
| 1C32:01 | Synchronization Type | RW | 0x0002 (2) |
| 1C32:02 | Cycle Time | RO | 0x00000000 (0) |
| 1C32:04 | Synchronization Types supported | RO | 0x401F (16415) |
| 1C32:05 | Minimum Cycle Time | RO | 0x001E8480 (2000000) |
| 1C32:06 | Calc and Copy Time | RO | 0x0007A120 (500000) |
| 1C32:08 | Get Cycle Time | RW | 0x0001 (1) |
| 1C32:09 | Delay Time | RO | 0x000927C0 (600000) |
| 1C32:0A | Sync0 Cycle Time | RW | 0x005B8D80 (6000000) |
| 1C32:0B | SM-Event Missed | RO | 0x0000 (0) |
| 1C32:0C | Cycle Time Too Small | RO | 0x0000 (0) |
| 1C32:20 | Sync Error | RO | FALSE |

圖 21: SyncManager 2 參數

SyncManager 參數說明(時間單位: ns):

- Calc and Copy Time (0x1C32.6 / 0x1C33.6): 將進程數據從 ESC 複製到本地記憶體與計算輸出值所需的時間。
Delay Time (0x1C32.9 / 0x1C33.9): 從接收觸發到設置輸出或鎖定輸入的延遲時間。
- Cycle Time (0x1C32.2 / 0x1C33.2): 應用程序當前的周期時間。使用 DC 同步時，從暫存器 0x9A0 : 0x9A3 讀取此數值。
- 0x1C32.5 / 0x1C33.5 (Min Cycle Time): 應用程序的最小週期時間。這是所有從站應用相關操作的總執行時間。

5 專案整合

本章將介紹將 ECAT-2094S 設備加到 TwinCAT 所控 EtherCAT 網路的整合方式。一般來說，ECAT-2094S 是一個標準的 EtherCAT 從站，可由任何標準的 EtherCAT 主站（例如 Acontis，CODESYS 等）控制。

5.1 ESI 檔案

ESI 檔案描述 ECAT-2094S 所支援的屬性和功能。透過此 ESI 檔案，專案工具可以簡易的整合此模組資訊到系統裡。在 ESI 檔案的幫助下，不需要詳細的 EtherCAT 知識即可做好設備的配置。TwinCAT 的 EtherCAT 主站或系統管理器需要設備描述文件才能在在線或離線模式下生成設備配置。

5.1.1 匯入 ESI 檔案

將 ECAT-2094S 設備的 XML 描述檔案"ECAT-2094S.xml"複製到 TwinCAT 的系統目錄後重新啟動 TwinCAT 系統。

TwinCAT3.1 的部分，將 ESI 檔案"ECAT-2094S.xml"複製到下述目錄：


C:\TwinCAT\3.1\Config\Io\EtherCAT

| 軟體 | 預設目錄路徑 |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| Beckhoff EtherCAT Configuration | C:\EtherCAT Configurator\EtherCAT |
| Beckhoff TwinCAT 3.x | C:\TwinCAT\3.x\Config\Io\EtherCAT |
| Beckhof TwinCAT 2.x | C:\TwinCAT\Io\EtherCAT |

表格 8: ESI 檔案目標目錄

5.2 安裝與設定

在本手冊中只討論從站模組的線上配置。離線設置的程序部分，請參閱 TwinCAT 用戶手冊。

| | |
|---|---|
|  | <p>警告: 步進馬達自動啟動!</p> <ul style="list-style-type: none">• 在機器上工作的人員有死亡或嚴重傷害的危險。• 在設置和配置 ECAT-2094S 的過程中，不排除步進馬達有執行意料外移動的可能。• 確保即使驅動器意外移動，也不會對人員或機器造成危險。您在這方面必須採取的措施是基於對應用程序的風險評估。 |
|---|---|

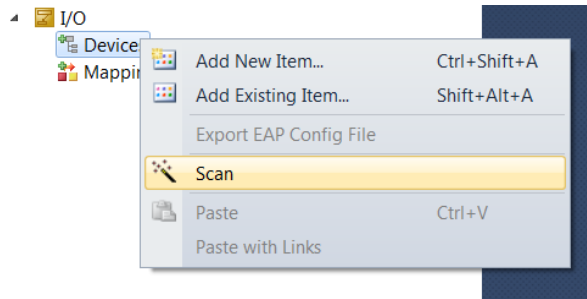
在進行配置之前，必須滿足以下條件:

- ECAT-2094S 從站設備必須通過 EtherCAT 電纜線連接到 EtherCAT 主站。在本手冊中是使用 TwinCAT 3.1 的版本作為 EtherCAT 主站和配置工具。
- ECAT-2094S 設備必須連接到電源並準備好進行通訊。
- 將 TwinCAT 設置為 CONFIG 模式。

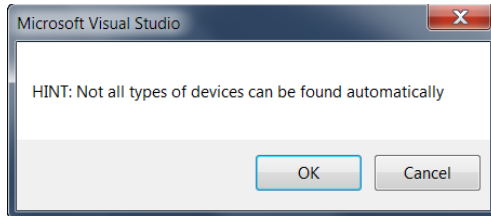
5.2.1 掃描 EtherCAT 裝置

在 TwinCAT 進入 CONFIG 模式後，可以開始搜尋在線的設備

步驟 1: 右鍵單擊配置樹狀設置目錄的“Devices”以打開掃描對話框。點擊“Scan”搜尋 ECAT-2094S 設備。



步驟 2: 選擇“OK”。



步驟 3: 選擇 ECAT-2094S 所連接的以太網設備（以太網晶片）。點選“OK”確認選擇。

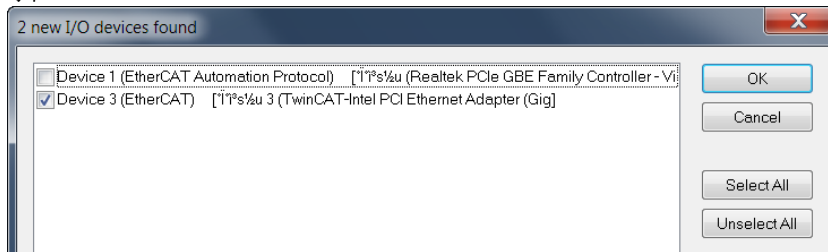
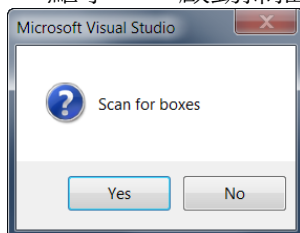
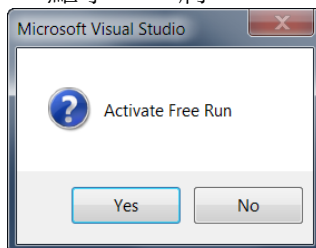


圖 22: 在 EtherCAT 主站電腦上偵測到的 Ethernet 晶片清單

步驟 4: 點擊“Yes”啟動掃描程序。



步驟 5: 點擊“Yes”將 ECAT-2094S 設定成自由運行模式。



ECAT-2094S 預設為速度模式。速度控制模式使用的所有參數都顯示在樹狀圖中：

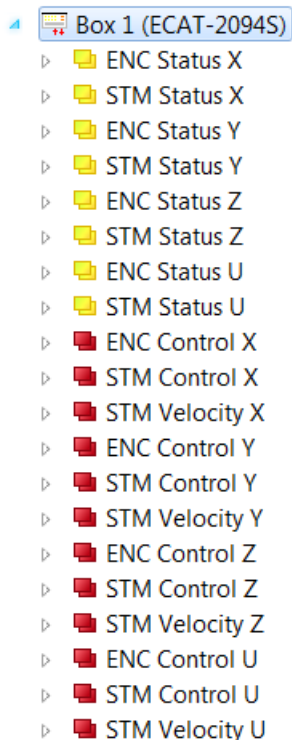


圖 23: 速度控制模式的預設參數選擇

5.2.2 EtherCAT 從站進程數據設定

用戶必須選擇每個週期中在 EtherCAT 主站和從站之間傳遞的進程數據（進程數據對象，PDO）。進程數據存在兩部分：

- TxPDO: 主站正在讀取的數據（例如運動狀態）。
- RxPDO: 發送給從站的數據或參數（例如步進馬達的目標位置）。

進程數據映像由應用程序決定，並會週期性更新。

ECAT-2094S 基本上支援四種運動模式：

- Velocity control
- Position control
- Position interface compact
- Position interface

透過從清單方塊中選擇一個運動模式（圖 24），所有相關的參數被自動分配並映

射到進程數據物件（TxPDO，RxPDO）。如果需要，可以透過選擇"PDO Assignment (0x1C12)"和"PDO Assignment (0x1C13)"所列出的物件，將更多的物件分配給進程數據。

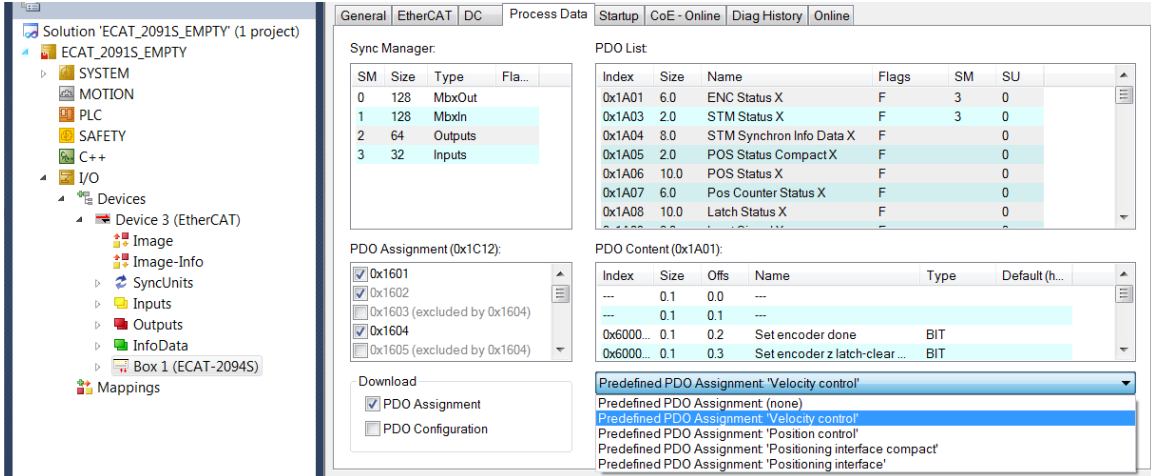


圖 24: Predefined PDO assignment 選項

透過點擊下拉選單中的"Restart TwinCAT (Config Mode)"，將新的 PDO Assignment 下載到從站的同步管理器。

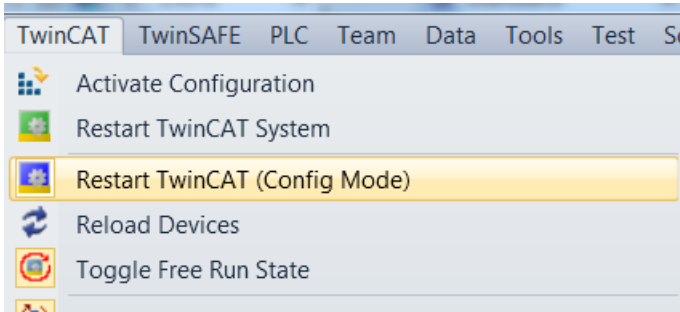


圖 25: 下載 PDO Assignment 並且重新啟動 TwinCAT

5.2.3 基本步進驅動器配置

"CoE online"標籤頁中列出了只需在實際運動控制開始前配置一次的運動參數。這些參數必須透過基於 EtherCAT 的 CANopen（CoE）協議進行存取。CoE 協議的優先權低於週期性進程數據物件（PDO）通訊的優先權。因此，CoE 運動參數不會在每個週期中更新，而只會在主站有空閒時間的情況下更新。

運動相關的 CoE 參數有

- 編碼器設定(Index 8n00)
- 步進馬達設定 (Index 8n10)
- 步進馬達功能 (Index 8n12)
- POS 設定 (Index 8n20)
- POS 功能 (Index 8n21)

其中，"n"表示馬達編號(0 到 3)。

設定馬達 X 最大允許速度的範例:

步驟 1: 進入 POS Setting X。擴展樹狀索引並雙擊索引為 8020 : 02 的"Velocity max"。

The screenshot shows the 'CoE - Online' window with the 'Process Data' tab selected. The 'Online Data' section is active, displaying a table of parameters. The 'Velocity max' parameter at index 8020:02 is highlighted in blue.

| Index | Name | Flags | Value | Unit |
|---------|------------------------|-------|--------------------|------|
| 7330:0 | Latch Outputs U | | > 4 < | |
| 8000:0 | ENC Settings X | | > 14 < | |
| 8010:0 | STM Motor Settings X | | > 18 < | |
| 8012:0 | STM Features X | | > 66 < | |
| 8020:0 | POS Settings X | | > 7 < | |
| 8020:01 | Velocity min | RW | 0x00000000 (0) | |
| 8020:02 | Velocity max | RW | 0x00002710 (10000) | |
| 8020:03 | Acceleration pos | RW | 0x03E8 (1000) | |
| 8020:04 | Acceleration neg | RW | 0x03E8 (1000) | |
| 8020:05 | Deceleration pos | RW | 0x03E8 (1000) | |
| 8020:06 | Deceleration neg | RW | 0x03E8 (1000) | |
| 8020:07 | Emergency deceleration | RW | 0x0000 (0) | |

步驟 2: 輸入最大系統速度[每秒步數]的新值，然後點擊"OK"。

The 'Set Value Dialog' window is shown with the 'Dec' field set to 50000. The 'Hex' field shows 0x0007A120, and the 'Float' field shows 7.0064923e-040. The 'Bit Size' is set to 32.

| | | |
|-----------|----------------|-------------|
| Dec: | 50000 | OK |
| Hex: | 0x0007A120 | Cancel |
| Float: | 7.0064923e-040 | |
| Bool: | 0 1 | Hex Edit... |
| Binary: | 20 A1 07 00 | 4 |
| Bit Size: | 1 8 16 32 64 ? | |

步驟 3: 一旦數值成功發送到從站，將顯示在 CoE 線上參數列表中：

| Index | Name | Flags | Value |
|---------|------------------------|-------|---------------------|
| 7330:0 | Latch Outputs U | | > 4 < |
| 8000:0 | ENC Settings X | | > 14 < |
| 8010:0 | STM Motor Settings X | | > 18 < |
| 8012:0 | STM Features X | | > 66 < |
| 8020:0 | POS Settings X | | > 7 < |
| 8020:01 | Velocity min | RW | 0x00000000 (0) |
| 8020:02 | Velocity max | RW | 0x0007A120 (500000) |
| 8020:03 | Acceleration pos | RW | 0x03E8 (1000) |
| 8020:04 | Acceleration neg | RW | 0x03E8 (1000) |
| 8020:05 | Deceleration pos | RW | 0x03E8 (1000) |
| 8020:06 | Deceleration neg | RW | 0x03E8 (1000) |
| 8020:07 | Emergency deceleration | RW | 0x0000 (0) |

該值只需要設置一次，因此不必在每個週期時間發送。

所有相關的運動參數必須在實際的實時運動控制開始之前先設定。參數設置完成後，這四台馬達基本已準備就緒。

6 位置控制設定

位置介面允許用戶設置目標位置，運動控制器會自動將馬達驅動到指定的位置。在運動控制的執行開始之前，必須設置加速度和減速度值以及最大運動速度等基本運動配置數據。

6.1 位置介面類型

位置介面提供了兩個預先定義的 PDO assignment 類型:

- Positioning interface
- Positioning interface compact

預先定義的 PDO assignment 是一種對進程數據通訊的簡化選擇。

" Positioning interface "類型啟用執行點對點運動所需的所有位置控制 PDO，這個創建的進程數據映像非常大，因為它包含了控制四個馬達所需的運動參數。這個大的過程數據在每個週期都被傳輸，並且使系統變慢。如果通訊速度和小型進程數據映像是系統設置的選擇基準，則應啟用" Positioning interface compact "類型。這時大多數運動參數值不會以固定周期發送，而是透過 CoE 設置的。在運動參數（速度，加速度，減速度等）只需設置一次的應用中，" Positioning interface compact "類型是更好的選擇。

下面將詳細討論兩種 position interface 類型的參數設置。

6.2 Positioning Interface

下面的流程圖（圖 26）表示在"Positioning interface"模式下執行和控制路徑命令的序列。該圖表示執行位置命令期間的參數設置和狀態檢查程序。配置參數的設置必須事先完成。

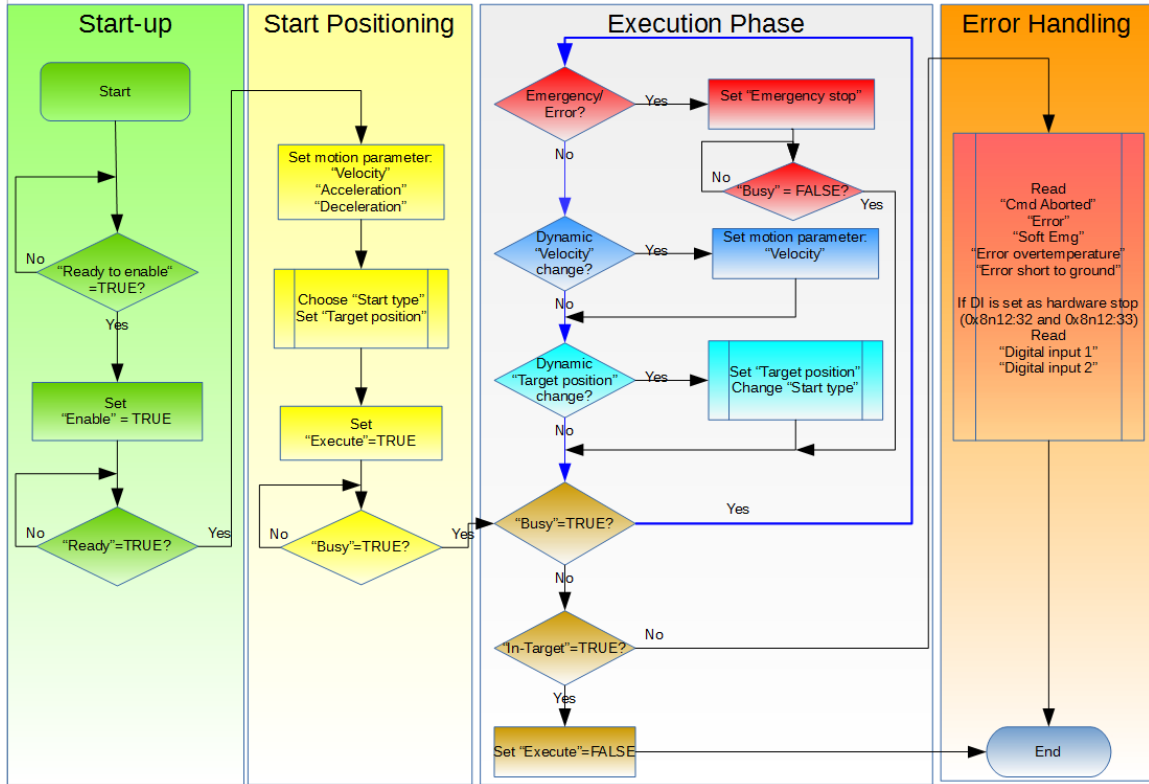


圖 26: position interface 流程圖

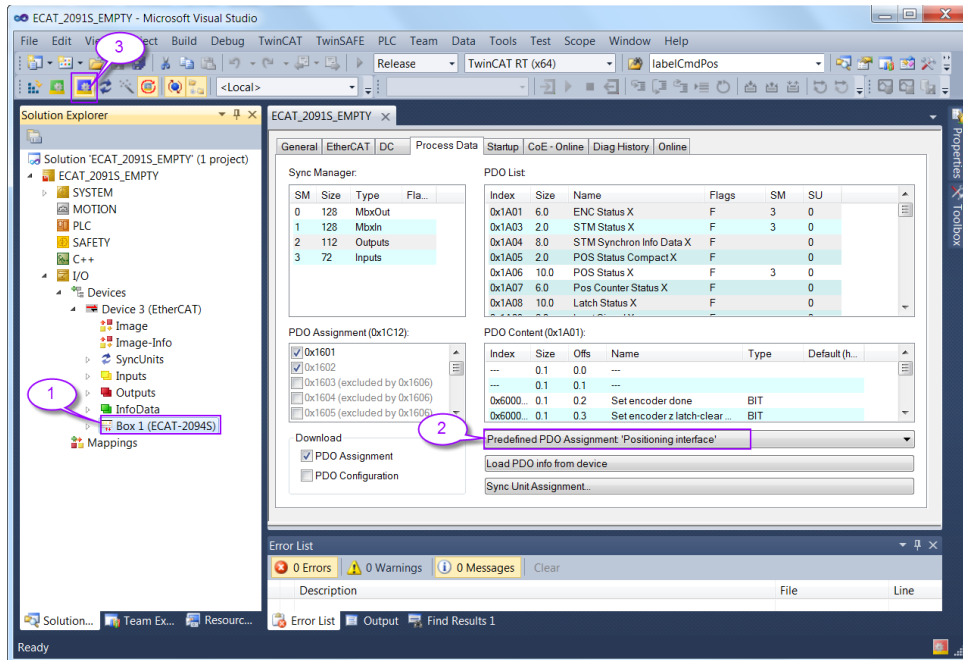
執行程序:

步驟 1: PDO assignment

選擇"Process data"標籤頁下部分的"Positioning interface"功能。因此，所有必要的 PDO 被自動啟用，不必要的 PDO 則被停用。

程序：

1. 選擇 ECAT-2094S 的"Process Data"標籤頁。
2. 從下拉式選單中選擇"Predefined PDO Assignment: "Position interface" "。
3. 點擊"Reload I/O device"按鍵將 PDO assignment 發送給從站。



"CoE-Online"標籤頁中的 SyncManager 2 和 3 顯示新的 PDO assignment :

| Index | Name | Flags | Value | Unit |
|---------|--------------------------|-------|---------------|------|
| 1C12:0 | SyncManager 2 assignment | | > 12 < | |
| 1C12:01 | SubIndex 001 | RW | 0x1601 (5633) | |
| 1C12:02 | SubIndex 002 | RW | 0x1602 (5634) | |
| 1C12:03 | SubIndex 003 | RW | 0x1606 (5638) | |
| 1C12:04 | SubIndex 004 | RW | 0x1611 (5649) | |
| 1C12:05 | SubIndex 005 | RW | 0x1612 (5650) | |
| 1C12:06 | SubIndex 006 | RW | 0x1616 (5654) | |
| 1C12:07 | SubIndex 007 | RW | 0x1621 (5665) | |
| 1C12:08 | SubIndex 008 | RW | 0x1622 (5666) | |
| 1C12:09 | SubIndex 009 | RW | 0x1626 (5670) | |
| 1C12:0A | SubIndex 010 | RW | 0x1631 (5681) | |
| 1C12:0B | SubIndex 011 | RW | 0x1632 (5682) | |
| 1C12:0C | SubIndex 012 | RW | 0x1636 (5686) | |
| 1C13:0 | SyncManager 3 assignment | | > 12 < | |
| 1C13:01 | SubIndex 001 | RW | 0x1A01 (6657) | |
| 1C13:02 | SubIndex 002 | RW | 0x1A03 (6659) | |
| 1C13:03 | SubIndex 003 | RW | 0x1A06 (6662) | |
| 1C13:04 | SubIndex 004 | RW | 0x1A11 (6673) | |
| 1C13:05 | SubIndex 005 | RW | 0x1A13 (6675) | |
| 1C13:06 | SubIndex 006 | RW | 0x1A16 (6678) | |
| 1C13:07 | SubIndex 007 | RW | 0x1A21 (6689) | |
| 1C13:08 | SubIndex 008 | RW | 0x1A23 (6691) | |
| 1C13:09 | SubIndex 009 | RW | 0x1A26 (6694) | |
| 1C13:0A | SubIndex 010 | RW | 0x1A31 (6705) | |
| 1C13:0B | SubIndex 011 | RW | 0x1A33 (6707) | |
| 1C13:0C | SubIndex 012 | RW | 0x1A36 (6710) | |

步驟 2: 設置馬達轉矩：

設置轉矩時要小心。馬達電流微調是降低馬達溫度和降低電流以節省電力

所必需的。

步進馬達產生的轉矩與電流成正比，但產生的熱量大致與電流的平方成正比。如果馬達在 90% 的額定電流下運行，則會輸出 90% 的額定轉矩。但是，與最大轉矩輸出相比，馬達將產生大約 81% 的熱量。在 70% 的電流下，轉矩縮減到 70%，產生熱量則降到 50% 左右。

注意：

如果馬達設定電流為 1.1A 或更高，隨著時間的增加，ECAT-2094S 會升溫並發出增加的熱量，如同電阻功耗一樣隨著馬達電流的平方而增加。

四個轉矩的設置必須完成。馬達電流設置的有效範圍是 0 到 1500 mA。馬達電流參數的單位是毫安[mA]。

1. 設定馬達驅動電流。一旦運動執行旗標（0x7n10:01 - Enable）被啟用，則會應用該轉矩設定。
2. "Reduce run current" 的 Boolean 值設置為 true（0x7n10:03 - Reduced torque）之後，將觸發"Reduce run current"輸出。
3. "Maximal hold current"設定馬達靜止電流。一旦運動執行旗標（0x7n10:01 - Enable）被啟用，則會應用該轉矩設定。
4. "Reduce hold current"的 Boolean 值設置為 true（0x7n10:03 - Reduced torque）之後，將觸發"Reduce run current"輸出。
5. "Power on motor current"（0x7n10：08）變量的作用是在通電後直接向驅動器施加轉矩，以防止空轉。
6. 如果 EtherCAT 通訊中斷或者 EtherCAT 主站在執行運動命令時將 ECAT-2094S 從 OP 模式設置為非 OP 模式，則 ECAT-2094S 將使用"Safe motor current"（0x7n10：12）設定以防止馬達空轉。

| Index | Name | Flags | Value | Unit |
|---------|------------------------|-------|--------------|------|
| 8010:0 | STM Motor Settings X | | > 18 < | |
| 8010:01 | Maximum run current | RW | 0x02EE (750) | ← |
| 8010:02 | Reduced run current | RW | 0x0177 (375) | ← |
| 8010:03 | Maximum hold current | RW | 0x02EE (750) | ← |
| 8010:04 | Reduced hold current | RW | 0x0177 (375) | ← |
| 8010:06 | Motor fullsteps | RW | 0x00C8 (200) | |
| 8010:07 | Micro Steps | RW | 256 (8) | |
| 8010:08 | Power on motor current | RW | 0x0177 (375) | ← |
| 8010:09 | Max Start Velocity | RW | 0x0064 (100) | |
| 8010:12 | Safe motor current | RW | 0x0177 (375) | ← |

步驟 3: 設置每個全步的微步數（8n10：07）。當微步設定值更高，馬達運行更平穩且振動更小，但也需要更高的步進脈波頻率才能達到最高速度。

步驟 4: 設置系統的運動參數：最大速度，最大加速度等。

1. 設置起始速度（單位：每秒步數）（0x8n10：09）。

2. 設置系統的速度範圍（單位：每秒步數）（0x8n20：01 和 0x8n20：02）。最大速度"Velocity max"確保在任何情況下馬達速度都不會超過此最大值。最小速度"Velocity min"定義了系統的最低速度，並在驅動過程中改變速度時應用。
3. "Emergency deceleration"表示緊急停止旗標上升後的減速時間（單位：ms）（0x7n20：02 - Emergency stop）。

| Index | Name | Flags | Value |
|-------------|------------------------|-------|----------------------|
| [-] 8010:0 | STM Motor Settings X | | > 18 < |
| [-] 8010:01 | Maximum run current | RW | 0x02EE (750) |
| [-] 8010:02 | Reduced run current | RW | 0x0177 (375) |
| [-] 8010:03 | Maximum hold current | RW | 0x02EE (750) |
| [-] 8010:04 | Reduced hold current | RW | 0x0177 (375) |
| [-] 8010:06 | Motor fullsteps | RW | 0x00C8 (200) |
| [-] 8010:07 | Micro Steps | RW | 256 (8) |
| [-] 8010:08 | Power on motor current | RW | 0x0177 (375) |
| [-] 8010:09 | Max Start Velocity | RW | 0x0064 (100) ← |
| [-] 8010:12 | Safe motor current | RW | 0x0177 (375) |
| [+] 8012:0 | STM Features X | | > 66 < |
| [-] 8020:0 | POS Settings X | | > 7 < |
| [-] 8020:01 | Velocity min | RW | 0x00000000 (0) ← |
| [-] 8020:02 | Velocity max | RW | 0x00002710 (10000) ← |
| [-] 8020:03 | Acceleration pos | RW | 0x03E8 (1000) |
| [-] 8020:04 | Acceleration neg | RW | 0x03E8 (1000) |
| [-] 8020:05 | Deceleration pos | RW | 0x03E8 (1000) |
| [-] 8020:06 | Deceleration neg | RW | 0x03E8 (1000) |
| [-] 8020:07 | Emergency deceleration | RW | 0x0000 (0) ← |

步驟 5: 運動執行程序：

- ▲ STM Control X
 - ▶ Enable
 - ▶ Reset
 - ▶ Reduce torque
 - ▶ Digital output1
- ▲ POS Control X
 - ▶ Execute
 - ▶ Emergency stop
 - ▶ Target position
 - ▶ Velocity
 - ▶ Start type
 - ▶ Acceleration
 - ▶ Deceleration

1. 啟用 Enable (0x7n10:01)。
2. 設定運動參數：加速和減速時間（ms），目標速度（每秒步數）和目標位置（步數）。
 - i. 設定目標速度（單位：每秒步數）。
 - ii. 加速時間（單位：ms）定義為馬達從"Velocity min"（0x8n20：01）加速到"Velocity max"（0x8n20：02）的時間，減速時間定義為從

"Velocity max" (0x8n20 : 02) 減速到"Velocity min" (0x8n20 : 01) 所需的時間。注意：加速時間並不是將馬達從當前速度加速到目標速度所需的時間。

- iii. "Start type" (0x7n20 : 22) 描述目標位置是相對位置還是絕對位置。此外，可以設置啟動類型參數是否可以覆蓋正在運行的運動命令。

| 名稱 | 命令 | 說明 |
|-----------------|--------|--|
| ABSOLUTE | 0x0001 | 馬達從當前位置移動到目標位置。行進距離取決於當前位置和目標位置之間的距離差異 |
| RELATIVE | 0x0002 | 將指定的位置差異加到當前位置 |
| ADDITIVE | 0x0006 | 將指定的位置差異加到最後的目標位置 注意： 當最後一個命令成功完成時，RELATIVE 和 ADDITIVE 類型是相似的。在這種情況下，因為兩個起始位置是相同的，故兩種類型都會移動到相同的位置。 如果在執行上一個命令期間發生錯誤（例如馬達停轉、急停），則當前位置是任意的。當下 RELATIVE 類型將使用當前任意位置作為起始位置，但 ADDITIVE 類型將使用最後一個目標位置作為起始位置。 通過選擇 ADDITIVE 類型，用戶可以使用最後的目標位置來確定下一個目標位置。因此，如果發生錯誤，則不需要找尋原點。 |
| ABSOLUTE_CHANGE | 0x1001 | 運動中變更目標位置：將行駛命令中的目標位置動態變更為新的絕對位置 |
| RELATIVE_CHANGE | 0x1002 | 將行駛指令中的目標位置動態變更為新的相對位置（此處也使用當前的變更位置值） 注意： 由於傳播延遲，無法準判定行駛中馬達的實際位置。讀取當前位置需要時間，在此期間馬達已經移動到新的位置。因此，期望的目標位置和實際目標位置之間會有所差異。 |
| ADDITIVE_CHANGE | 0x1006 | 在行駛命令期間動態改變目標位置到新的附加位置（此處使用最後的目標位置） |

表格 9: Start type 定義

- iv. 設定目標位置（單位：步）。目標位置可以是相對距離或絕對位置。該參數的特性由"Start type"的設定來決定。
3. 透過將"Execute"變量設定為 true 來啟用運動執行 (0x7n20 : 01) 。
 4. 如果在驅動期間啟用了 emergency stop (0x7n20 : 02) ，則必須將"Emergency stop"變量設定為 false ，並且在執行下一個命令之前將"Execute"設定回 false 。
 5. 錯誤：如果在驅動過程中發生錯誤（過熱、EtherCAT 通訊失敗、主站將從站從 OP 設定為非 OP 模式等），會啟用錯誤旗標 (0x6n10 : 04)

Error)。為了清除該旗標，"Reset"變量必須啟用（0x7n10：02 - Reset）並維持一個週期時間。

範例:

目標位置的動態變化

| Time | POS Control Outputs | POS Status Inputs | 說明 |
|------|--|---|--|
| t1 | Execute = 1 Target position = 250000 Velocity = 10000 Start type = 0x0001 Acceleration = 1000 Deceleration = 1000 | Busy = 1 Accelerate = 1 Deceleration = 0 In-Target = 0 | <ul style="list-style-type: none"> 設定運動參數 開始執行行駛命令 <ul style="list-style-type: none"> 加速階段 |
| t2 | | Busy = 1 Accelerate = 0 Deceleration = 0 In-Target = 0 | <ul style="list-style-type: none"> 達到目標速度 |
| t3 | Target position = 220000 Velocity = 8000 Start type = 0x1001 Acceleration = 500 Deceleration = 500 | Busy = 1 Accelerate = 0 Deceleration = 1 In-Target = 0 | <ul style="list-style-type: none"> 運動中變更目標位置、速度與加速度/減速度 |
| t4 | | Busy = 1 Accelerate = 0 Deceleration = 0 In-Target = 0 | <ul style="list-style-type: none"> 達到新的目標速度 |
| t5 | | Busy = 1 Accelerate = 0 Deceleration = 1 In-Target = 0 | <ul style="list-style-type: none"> 開始減速階段，直到目標位置 |
| T6 | Execute = 0 | Busy = 0 Accelerate = 0 Deceleration = 0 In-Target = 1 | <ul style="list-style-type: none"> 到達目標位置 將 Execute 設為 false |

表格 10: 實時變更目標位置

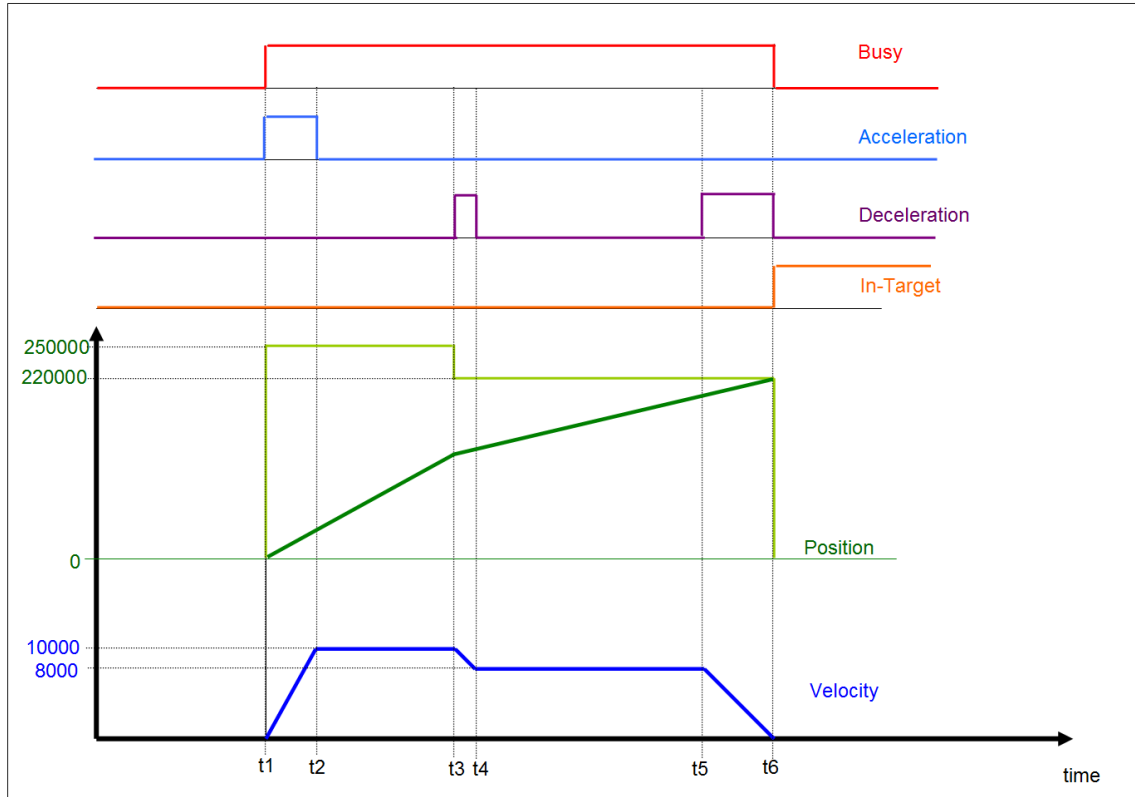


圖 27: 實時變更目標位置的輸出與輸入參數時序圖

6.3 Positioning Interface Compact

以下描述在"Positioning interface compact"模式下執行行駛命令的過程。

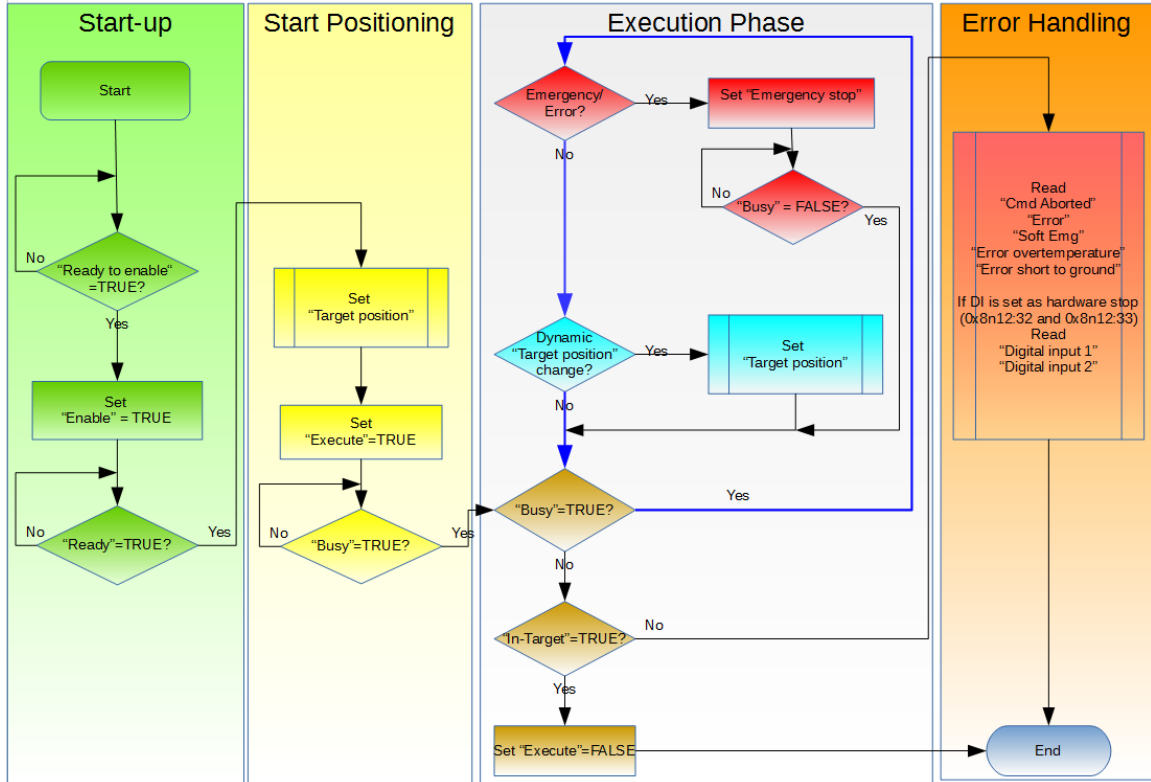


圖 28: "Positioning interface compact" 設定序列

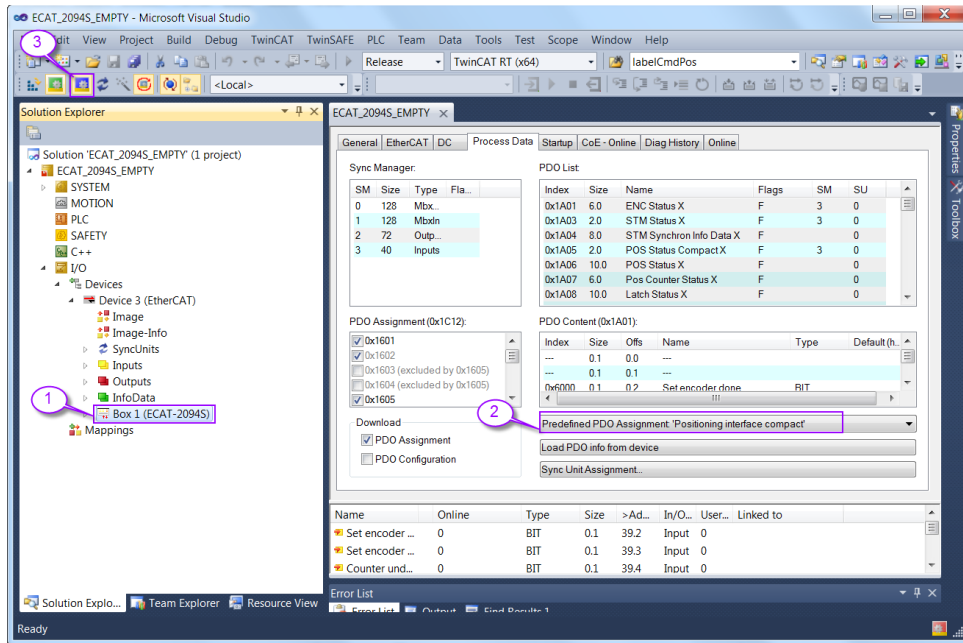
操作程序:

步驟 1: PDO assignment

在"Process data"標籤頁下端的 predefined PDO assignment 選擇方塊中選擇"Positioning interface compact"功能。這將使 TwinCAT 自動啟用所有必需的 PDO 並禁用不必要的 PDO。

程序:

1. 選擇 ECAT-2094S 的"Process data"標籤頁。
2. 在下拉式選單中選擇"Predefined PDO Assignment: "Position interface compact"。"
3. 點擊"Reload I/O device"按鍵將 PDO assignment 發送給從站。



" CoE-Online "標籤頁中的 SyncManager 2 和 3 顯示了新的 PDO assignment :

General EtherCAT DC Process Data Startup CoE - Online Diag History Online

Update List Auto Update Single Update Show Offline E

Advanced...

Add to Startup... Online Data Module OD (AoE Port): 0

| Index | Name | Flags | Value |
|---------|--------------------------|-------|---------------|
| 1C12:0 | SyncManager 2 assignment | | > 12 < |
| 1C12:01 | SubIndex 001 | RW | 0x1601 (5633) |
| 1C12:02 | SubIndex 002 | RW | 0x1602 (5634) |
| 1C12:03 | SubIndex 003 | RW | 0x1605 (5637) |
| 1C12:04 | SubIndex 004 | RW | 0x1611 (5649) |
| 1C12:05 | SubIndex 005 | RW | 0x1612 (5650) |
| 1C12:06 | SubIndex 006 | RW | 0x1615 (5653) |
| 1C12:07 | SubIndex 007 | RW | 0x1621 (5665) |
| 1C12:08 | SubIndex 008 | RW | 0x1622 (5666) |
| 1C12:09 | SubIndex 009 | RW | 0x1625 (5669) |
| 1C12:0A | SubIndex 010 | RW | 0x1631 (5681) |
| 1C12:0B | SubIndex 011 | RW | 0x1632 (5682) |
| 1C12:0C | SubIndex 012 | RW | 0x1635 (5685) |
| 1C12:0D | SubIndex 013 | RW | --- |
| 1C12:0E | SubIndex 014 | RW | --- |

| Index | Name | Flags | Value |
|---------|--------------------------|-------|---------------|
| 1C13:0 | SyncManager 3 assignment | | > 12 < |
| 1C13:01 | SubIndex 001 | RW | 0x1A01 (6657) |
| 1C13:02 | SubIndex 002 | RW | 0x1A03 (6659) |
| 1C13:03 | SubIndex 003 | RW | 0x1A05 (6661) |
| 1C13:04 | SubIndex 004 | RW | 0x1A11 (6673) |
| 1C13:05 | SubIndex 005 | RW | 0x1A13 (6675) |
| 1C13:06 | SubIndex 006 | RW | 0x1A15 (6677) |
| 1C13:07 | SubIndex 007 | RW | 0x1A21 (6689) |
| 1C13:08 | SubIndex 008 | RW | 0x1A23 (6691) |
| 1C13:09 | SubIndex 009 | RW | 0x1A25 (6693) |
| 1C13:0A | SubIndex 010 | RW | 0x1A31 (6705) |
| 1C13:0B | SubIndex 011 | RW | 0x1A33 (6707) |
| 1C13:0C | SubIndex 012 | RW | 0x1A35 (6709) |
| 1C13:0D | SubIndex 013 | RW | --- |
| 1C13:0E | SubIndex 014 | RW | --- |

步驟 2: 設定馬達轉矩(詳見"Positioning interface"，章節 Error: Reference source not found 的 35)。

步驟 3: 設定每個全步的微步數 (8n10 : 07)。當微步設定值更高，馬達運行更平穩且振動更小。

步驟 4: 設定運動參數：最大速度、最大加速度等。

1. 必須根據"Positioning interface"的說明來設定速度(詳見章節 Error: Reference source not found 的 36)。
2. 此外，必須設定正反方向的加減速時間 (單位：ms)。
 - i. Acceleration pos (0x8n20:03): 正轉方向的加速時間。
 - ii. Acceleration neg (0x8n20:04): 反轉方向的加速時間。
 - iii. Deceleration pos (0x8n20:05): 正轉方向的減速時間。
 - iv. Deceleration neg (0x8n20:06): 反轉方向的減速時間。
 加速時間定義為馬達從"Velocity min" (0x8n20 : 01) 加速到"Velocity max" (0x8n20 : 02) 所需的時間，減速時間定義為馬達從"Velocity max" (0x8n20 : 02) 減速到"Velocity min" (0x8n20 : 01) 所需的時間。
3. "Emergency deceleration"表示在緊急停旗標設置為 TRUE (0x7n20 : 02 - Emergency stop) 之後，停止馬達所需的減速時間 (單位: ms)。

| Index | Name | Flags | Value |
|---------|------------------------|-------|----------------------|
| 8010:0 | STM Motor Settings X | | > 18 < |
| 8010:01 | Maximum run current | RW | 0x02EE (750) |
| 8010:02 | Reduced run current | RW | 0x0177 (375) |
| 8010:03 | Maximum hold current | RW | 0x02EE (750) |
| 8010:04 | Reduced hold current | RW | 0x0177 (375) |
| 8010:06 | Motor fullsteps | RW | 0x00C8 (200) |
| 8010:07 | Micro Steps | RW | 256 (8) |
| 8010:08 | Power on motor current | RW | 0x0177 (375) |
| 8010:09 | Max Start Velocity | RW | 0x0064 (100) ← |
| 8010:12 | Safe motor current | RW | 0x0177 (375) |
| 8012:0 | STM Features X | | > 66 < |
| 8020:0 | POS Settings X | | > 7 < |
| 8020:01 | Velocity min | RW | 0x00000000 (0) ← |
| 8020:02 | Velocity max | RW | 0x00002710 (10000) ← |
| 8020:03 | Acceleration pos | RW | 0x03E8 (1000) ← |
| 8020:04 | Acceleration neg | RW | 0x03E8 (1000) ← |
| 8020:05 | Deceleration pos | RW | 0x03E8 (1000) ← |
| 8020:06 | Deceleration neg | RW | 0x03E8 (1000) ← |
| 8020:07 | Emergency deceleration | RW | 0x0000 (0) ← |

步驟 5: "Start type" (0x8n21 : 01) 表示目標位置是相對位置還是絕對位置。另外，用戶可以確定目標位置是否可以在運動中改變。請參閱表格 9: Start type 定義了解正確的參數值。

General | EtherCAT | DC | Process Data | Startup | CoE - Online | Diag History | Online

Update List Auto Update Single Update Show Offline Data

Advanced...

Add to Startup... Online Data Module OD (AoE Port): 0

| Index | Name | Flags | Value | Unit |
|---------|----------------|-------|--------------|------|
| 8021:0 | POS Features X | | > 1 < | |
| 8021:01 | Start type | RW | Relative (2) | |

步驟 6: 運動執行程序:

- ▲ STM Control X
 - Enable
 - Reset
 - Reduce torque
 - Digital output1
- ▲ POS Control Compact X
 - Execute
 - Emergency stop
 - Target position

1. 啟用"Enable" (0x7n10:01)旗標。
2. 設置目標位置 (單位: 步) (0x7n20 : 11)。目標位置距離由"Start type" (0x8n21 : 01) 類型下定義。
3. 透過將"Execute"變量設置為 true 來啟動運動執行 (0x7n20 : 01)。

4. 如果在行駛期間已經啟用了緊急停止（0x7n20：02），則必須將"Emergency stop"變量設置為 false，並且在執行下一個命令之前將"Execute"恢復為 false。
5. 錯誤：如果在行駛過程中發生錯誤（過熱、EtherCAT 通訊失敗、主站將從站從 OP 模式設置成非 OP 模式等），會啟用錯誤旗標（0x6n10：04 Error）。為了清除該旗標，"Reset"變量必須啟用（0x7n10：02 - Reset）一個週期時間。

6.4 Position Control

如果應用程式需要在每個通訊週期內發送一個新的絕對目標位置，則必須選擇位置控制模式。最大速度和加速時間必須設置為比較大的值，以便驅動器在週期時間結束時到達新的目標位置。在這種模式下，應用程式主要計算和控制馬達的速度曲線。

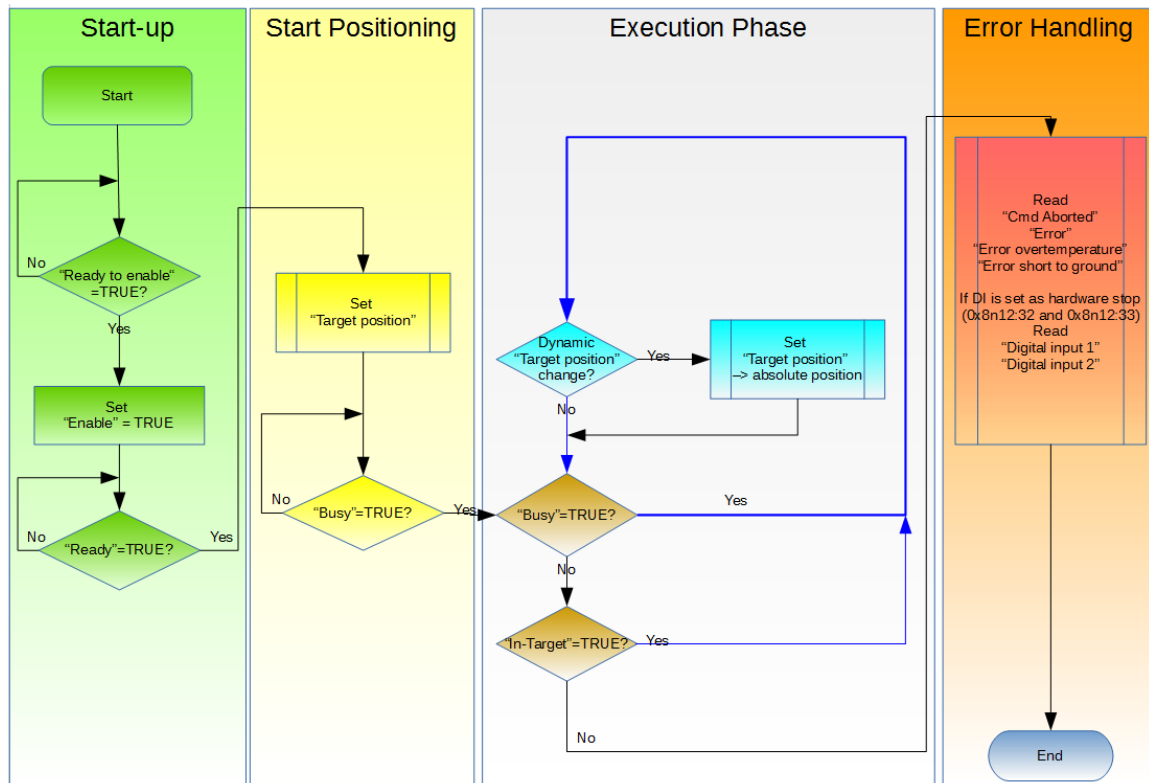


圖 29: 位置控制模式的變數執行程序

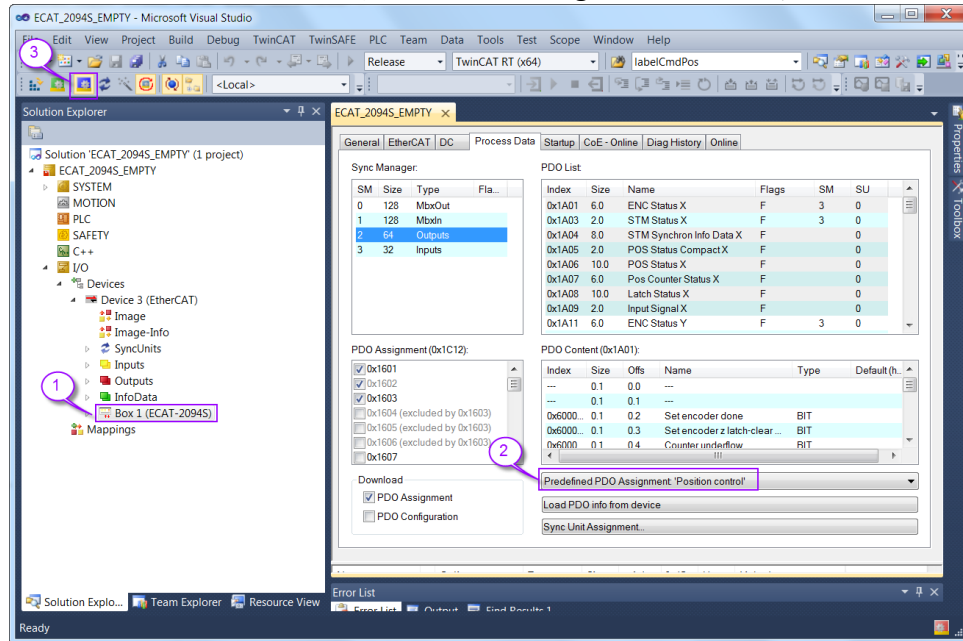
處理程序:

步驟 1: PDO assignment

在"Process data"標籤頁下端選擇 predefined PDO assignment "Positioning control"功能。因此，所有必要的 PDO 會自動啟用，而不必要的 PDO 則被停用。

程序:

1. 選擇 ECAT-2094S 的"Process Data"標籤頁。
2. 在下拉式選單中選擇"Predefined PDO Assignment: 'Position control'"。
3. 點擊"Reload I/O device"按鍵將 PDO assignment 發送給從站。



"CoE-Online"標籤頁中的 SyncManager 2 與 3 顯示了新的 PDO assignment:

| Index | Name | Flags | Value |
|---------|--------------------------|-------|---------------|
| 1C12:0 | SyncManager 2 assignment | | > 12 < |
| 1C12:01 | SubIndex 001 | RW | 0x1601 (5633) |
| 1C12:02 | SubIndex 002 | RW | 0x1602 (5634) |
| 1C12:03 | SubIndex 003 | RW | 0x1603 (5635) |
| 1C12:04 | SubIndex 004 | RW | 0x1611 (5649) |
| 1C12:05 | SubIndex 005 | RW | 0x1612 (5650) |
| 1C12:06 | SubIndex 006 | RW | 0x1613 (5651) |
| 1C12:07 | SubIndex 007 | RW | 0x1621 (5665) |
| 1C12:08 | SubIndex 008 | RW | 0x1622 (5666) |
| 1C12:09 | SubIndex 009 | RW | 0x1623 (5667) |
| 1C12:0A | SubIndex 010 | RW | 0x1631 (5681) |
| 1C12:0B | SubIndex 011 | RW | 0x1632 (5682) |
| 1C12:0C | SubIndex 012 | RW | 0x1633 (5683) |
| 1C12:0D | SubIndex 013 | RW | --- |
| 1C13:0 | SyncManager 3 assignment | | > 8 < |
| 1C13:01 | SubIndex 001 | RW | 0x1A01 (6657) |
| 1C13:02 | SubIndex 002 | RW | 0x1A03 (6659) |
| 1C13:03 | SubIndex 003 | RW | 0x1A11 (6673) |
| 1C13:04 | SubIndex 004 | RW | 0x1A13 (6675) |
| 1C13:05 | SubIndex 005 | RW | 0x1A21 (6689) |
| 1C13:06 | SubIndex 006 | RW | 0x1A23 (6691) |
| 1C13:07 | SubIndex 007 | RW | 0x1A31 (6705) |
| 1C13:08 | SubIndex 008 | RW | 0x1A33 (6707) |
| 1C13:09 | SubIndex 009 | RW | --- |

步驟 2: 設定馬達轉矩(詳見"Positioning interface"，章節 6.2 的 35)。

步驟 3: 設定每全步的微步數(8n10:07)。當微步設定值更高，馬達運轉更平穩且震動更小。

步驟 4: 設置系統的運動參數：最大速度，最大加速度等

1. 速度必須依照"Positioning interface"的描述做設定(詳見章節 6.2 的 36)。
2. 此外，必須設定正反方向的加減速時間（單位：ms）。
 - i. Acceleration pos (0x8n20:03)
 - ii. Acceleration neg (0x8n20:04)
 - iii. Deceleration pos (0x8n20:05)
 - iv. Deceleration neg (0x8n20:06)

加速時間定義為馬達從"Velocity min"（0x8n20：01）加速到"Velocity max"（0x8n20：02）所需的時間，減速時間定義為馬達從"Velocity max"（0x8n20：02）減速到"Velocity min"（0x8n20：01）所需的時間。

| Index | Name | Flags | Value |
|---------|------------------------|-------|----------------------|
| 8010:0 | STM Motor Settings X | | > 18 < |
| 8010:01 | Maximum run current | RW | 0x02EE (750) |
| 8010:02 | Reduced run current | RW | 0x0177 (375) |
| 8010:03 | Maximum hold current | RW | 0x02EE (750) |
| 8010:04 | Reduced hold current | RW | 0x0177 (375) |
| 8010:06 | Motor fullsteps | RW | 0x00C8 (200) |
| 8010:07 | Micro Steps | RW | 256 (8) |
| 8010:08 | Power on motor current | RW | 0x0177 (375) |
| 8010:09 | Max Start Velocity | RW | 0x0064 (100) ← |
| 8010:12 | Safe motor current | RW | 0x0177 (375) |
| 8012:0 | STM Features X | | > 66 < |
| 8020:0 | POS Settings X | | > 7 < |
| 8020:01 | Velocity min | RW | 0x00000000 (0) ← |
| 8020:02 | Velocity max | RW | 0x00002710 (10000) ← |
| 8020:03 | Acceleration pos | RW | 0x03E8 (1000) ← |
| 8020:04 | Acceleration neg | RW | 0x03E8 (1000) ← |
| 8020:05 | Deceleration pos | RW | 0x03E8 (1000) ← |
| 8020:06 | Deceleration neg | RW | 0x03E8 (1000) ← |
| 8020:07 | Emergency deceleration | RW | 0x0000 (0) |

步驟 5: 運動執行程序:

- ▲ STM Control Y
 - ▶ Enable
 - ▶ Reset
 - ▶ Reduce torque
 - ▶ Digital output1
- ▲ STM Position Y
 - ▶ Position

1. 啟用參數"Enable" (0x7n10:01)。
2. 設置絕對目標位置（單位：步）。一旦實際和目標位置不一致，驅動器將立即輸出步數。如果在應用中馬達需要在每個週期結束時到達目標位置，則需將加速時間和速度（Error: Reference source not found)設置為較高的值。
3. 錯誤：如果在行駛過程中發生錯誤（過熱、EtherCAT 通訊失敗、主站將從站從 OP 模式設置成非 OP 模式等），會啟用錯誤旗標（0x6n10：04 Error）。為了清除該旗標，"Reset"變量必須啟用（0x7n10：02 - Reset）一個週期時間。

7 速度控制設定

在速度控制模式下，馬達加速到目標速度並維持此速度直到用戶改變為止。當用戶更改速度設定時，驅動器將自動加速或減速到新值。在轉動方向改變的情況下，驅動器首先將馬達減速至靜止狀態，然後沿相反的方向加速。速度設置為零時，馬達將會停止。加速度和減速度值必須透過配置物件（0x8n20）進行設定。

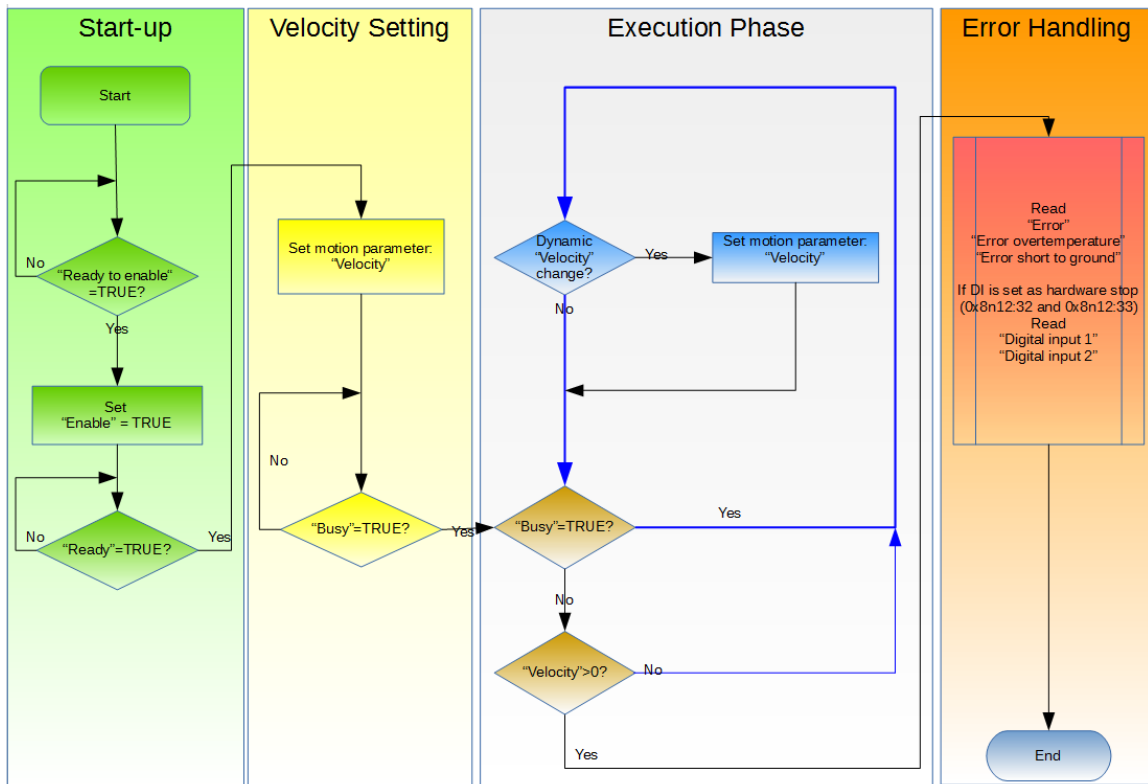


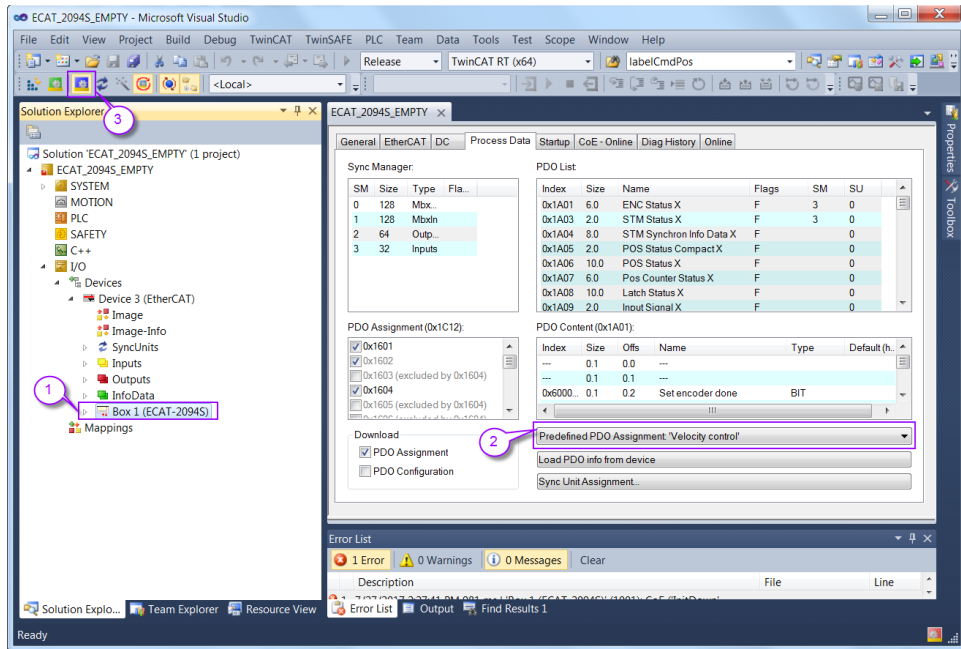
圖 30: 速度控制設定

速度控制操作程序：

步驟 1: PDO assignment

在"Process data"標籤頁下端的 predefined PDO assignment 選單中選擇"Velocity control"功能。

1. 選擇 ECAT-2094S 的"Process Data"標籤頁。
2. 在下拉式選單中選擇"Predefined PDO Assignment: " Velocity control ""。
3. 點擊"Reload I/O device"按鍵將 PDO assignment 發送給從站。



"CoE-Online"標籤頁中的 SyncManager 2 和 3 顯示了新的 PDO assignment：

General EtherCAT DC Process Data Startup CoE - Online Diag History Online

Update List Auto Update Single Update Show Offline Data

Advanced...

Add to Startup... Online Data Module OD (AoE Port): 0

| Index | Name | Flags | Value | Unit |
|---------|--------------------------|-------|---------------|------|
| 1C12:0 | SyncManager 2 assignment | | > 12 < | |
| 1C12:01 | SubIndex 001 | RW | 0x1601 (5633) | |
| 1C12:02 | SubIndex 002 | RW | 0x1602 (5634) | |
| 1C12:03 | SubIndex 003 | RW | 0x1604 (5636) | |
| 1C12:04 | SubIndex 004 | RW | 0x1611 (5649) | |
| 1C12:05 | SubIndex 005 | RW | 0x1612 (5650) | |
| 1C12:06 | SubIndex 006 | RW | 0x1614 (5652) | |
| 1C12:07 | SubIndex 007 | RW | 0x1621 (5665) | |
| 1C12:08 | SubIndex 008 | RW | 0x1622 (5666) | |
| 1C12:09 | SubIndex 009 | RW | 0x1624 (5668) | |
| 1C12:0A | SubIndex 010 | RW | 0x1631 (5681) | |
| 1C12:0B | SubIndex 011 | RW | 0x1632 (5682) | |
| 1C12:0C | SubIndex 012 | RW | 0x1634 (5684) | |
| 1C12:0D | SubIndex 013 | RW | --- | |
| 1C12:0E | SubIndex 014 | RW | --- | |
| 1C12:0F | SubIndex 015 | RW | --- | |








| Index | Name | Flags | Value | Unit |
|---------|--------------------------|-------|---------------|------|
| 1C13:0 | SyncManager 3 assignment | | > 8 < | |
| 1C13:01 | SubIndex 001 | RW | 0x1A01 (6657) | |
| 1C13:02 | SubIndex 002 | RW | 0x1A03 (6659) | |
| 1C13:03 | SubIndex 003 | RW | 0x1A11 (6673) | |
| 1C13:04 | SubIndex 004 | RW | 0x1A13 (6675) | |
| 1C13:05 | SubIndex 005 | RW | 0x1A21 (6689) | |
| 1C13:06 | SubIndex 006 | RW | 0x1A23 (6691) | |
| 1C13:07 | SubIndex 007 | RW | 0x1A31 (6705) | |
| 1C13:08 | SubIndex 008 | RW | 0x1A33 (6707) | |
| 1C13:09 | SubIndex 009 | RW | --- | |
| 1C13:0A | SubIndex 010 | RW | --- | |
| 1C13:0B | SubIndex 011 | RW | --- | |
| 1C13:0C | SubIndex 012 | RW | --- | |
| 1C13:0D | SubIndex 013 | RW | --- | |
| 1C13:0E | SubIndex 014 | RW | --- | |
| 1C13:0F | SubIndex 015 | RW | --- | |

步驟 2: 設定馬達轉矩(詳見"Positioning interface"，章節 6.2 的 35)。

步驟 3: 設定每全步的微步數(8n10:07)。當微步設定值更高，馬達運轉更平穩且震動更小。

步驟 4: 按照 position control 所描述的步驟設定馬達參數(詳見章節 6.2 的 36)。

步驟 5: 運動執行程序:

- ▲  STM Control X
 -  Enable
 -  Reset
 -  Reduce torque
 -  Digital output1
- ▲  STM Velocity X
 -  Velocity

1. 啟用參數"Enable" (0x7n10:01)。
2. 設置速度（單位：每秒步數）。驅動器會立即加速到設定的速度，並以這個速度持續運行直到接收到新的速度值為止。如果速度設置為零，或"Enable"（0x7n10：01）旗標設置為 FALSE，或者發生錯誤，馬達將會停止。

8 CoE 介面

8.1 概述

CoE 介面 (CANopen over EtherCAT) 用於 EtherCAT 設備的參數管理。CoE 介面顯示了操作和診斷 ECAT-2094S 設備所需的所有物件和參數。一些參數是固定且無法被修改的，例如指示設備的操作狀態或設備屬性。運動相關參數需要在實際運動控制開始之前做好設置。這些參數的設定由受控步進馬達類型和運動應用系統的設置來決定。

CoE 參數必須透過 CAN over EtherCAT 協議進行存取。EtherCAT 主站透過 CAN over EtherCAT 上存取從站的本地 CoE 列表。當使用 TwinCAT System Manager 進行 CoE 參數配置時，用戶無需了解 CoE 協議。

CoE 參數描述了各種特性，如製造商 ID、設備名稱、進程數據設定、步進馬達的校準值，例如電流輸出、每全步的微步數、最大速度等。

CoE 列表的相關範圍為：

- **0x1000:** 存儲設備的固定訊息，包括名稱、製造商、序號等。另外存儲關於當前和可用進程數據配置的訊息。
 - **0x1600:** RxPDO mapping
 - **0x1A00:** TxPDO mapping
- **0x8000:** 儲存步進馬達控制所需的所有設置數據。
- **0x6000:** 輸入 PDO (從 EtherCAT 主站角度來看的"輸入")。
- **0x7000:** 輸出 PDO (從 EtherCAT 主站角度來看的"輸出")。

圖 31 顯示了可用於 ECAT-2094S 設備的一些 CoE 物件，其範圍從 0x1000 到 0xF008。可以透過展開"CoE-Online"標籤頁中的樹狀清單來存取物件的參數。這些物件及其屬性會在第 9 章中做說明。

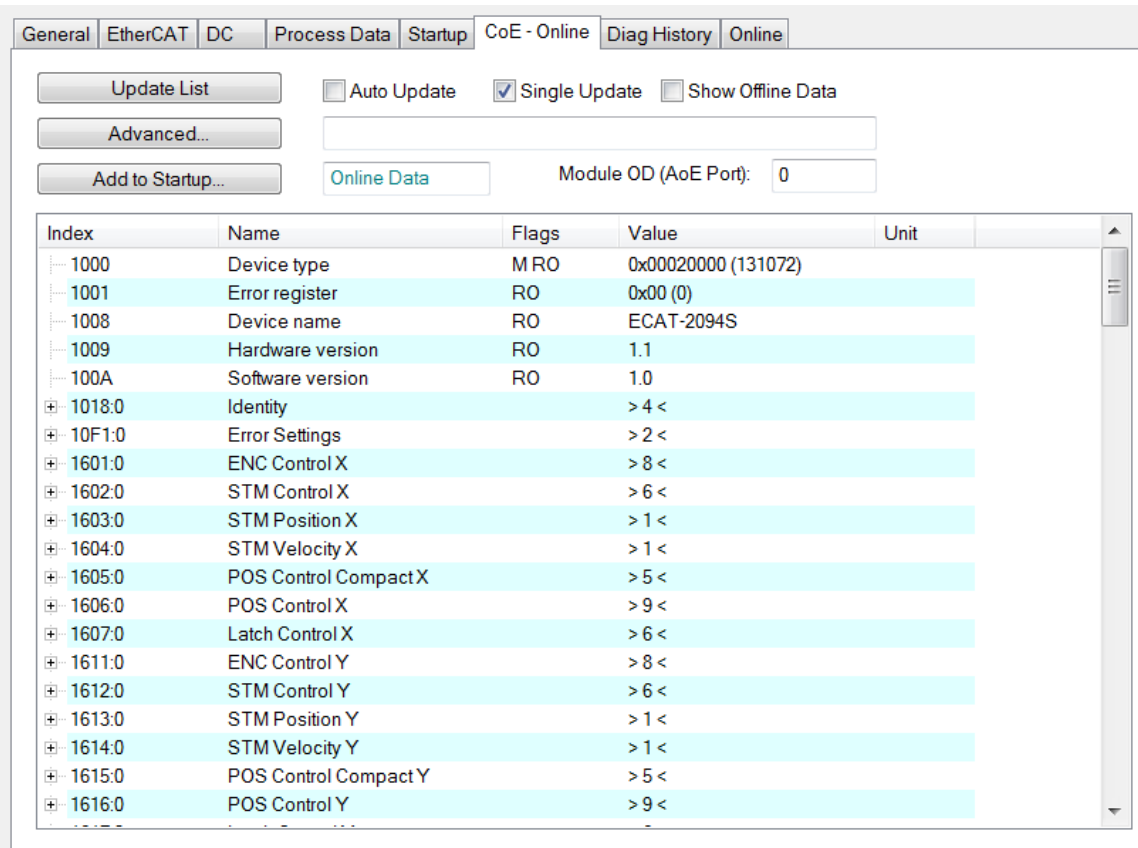


圖 31: "CoE - Online " 標籤頁

8.2 儲存設置數據到記憶體

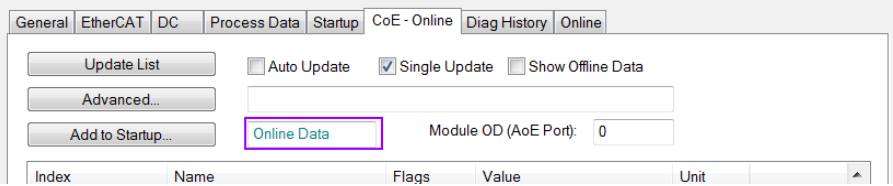
本節將討論將運動配置參數儲存到非揮發性記憶體設備的程序。

CoE 物件範圍 0x8000 到 0x8321 包含所有可配置和可存儲的運動相關參數。TwinCAT 允許用戶透過系統管理器（圖 33）或經由 ADS（TcEtherCAT.lib library）從 TwinCAT PLC 設定配置參數。

如果從站的 CoE 參數被線上修改，ECAT-2094S 設備不會自動將數據存儲到非揮發性記憶體中。此數據會在設備關閉後遺失。0xF008 物件提供了將修改後的配置數據存儲到設備的非揮發性記憶體的功能，重新啟動後該設定將立即可用。

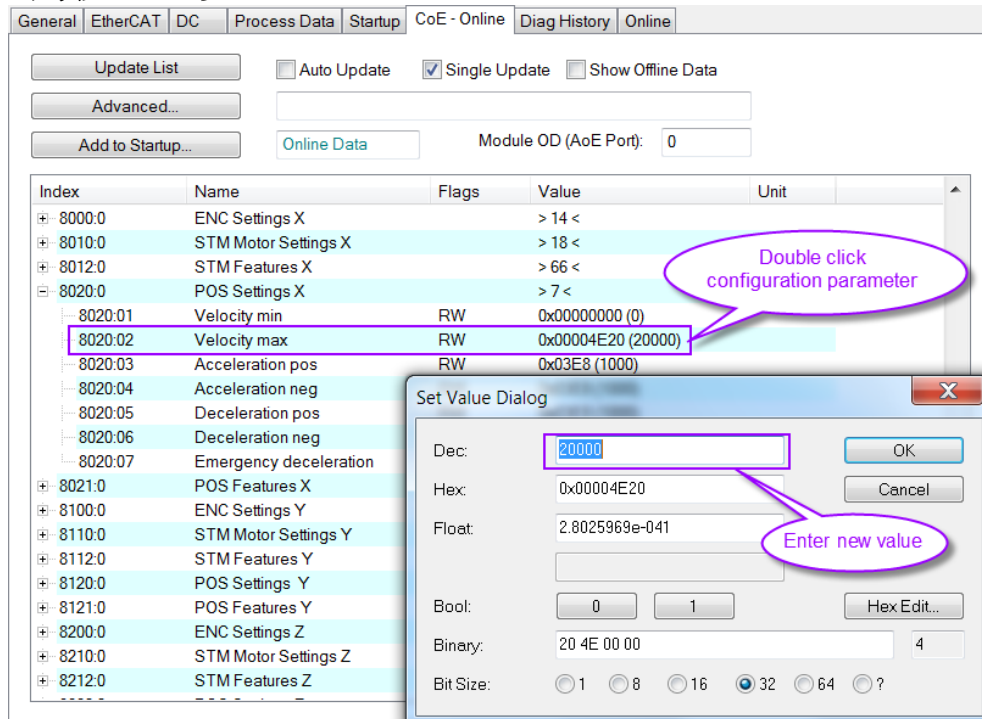
將配置數據存儲到 ECAT-2094S 區域記憶體的程序：

步驟 1: 確保 TwinCAT 系統管理器有連接到 ECAT-2094S，且 "CoE-Online" 標籤頁顯示從站處於在線的狀態。

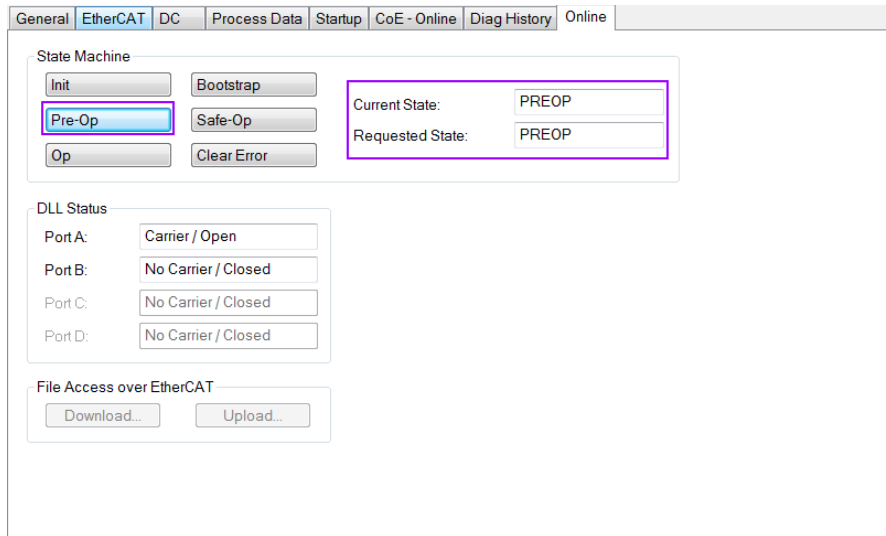


步驟 2: 設置軸 X、Y、Z、U 的所有必要的配置對象

(0x8n00、0x8n10、0x8n12、0x8n21，n=0~3)。透過雙擊配置參數並在彈出視窗中輸入一個新值來完成設置。在下圖中，馬達 X 的最大速度設置為每秒 20000 步。



步驟 3: 完成所有配置後，將從站設置為 Pre-Op 模式。當處於 Pre-Op 模式時，只能將數據存儲到區域設備。在"Online"標籤頁上，單擊"Pre-OP"按鈕將從站設置到 Pre-OP 模式。

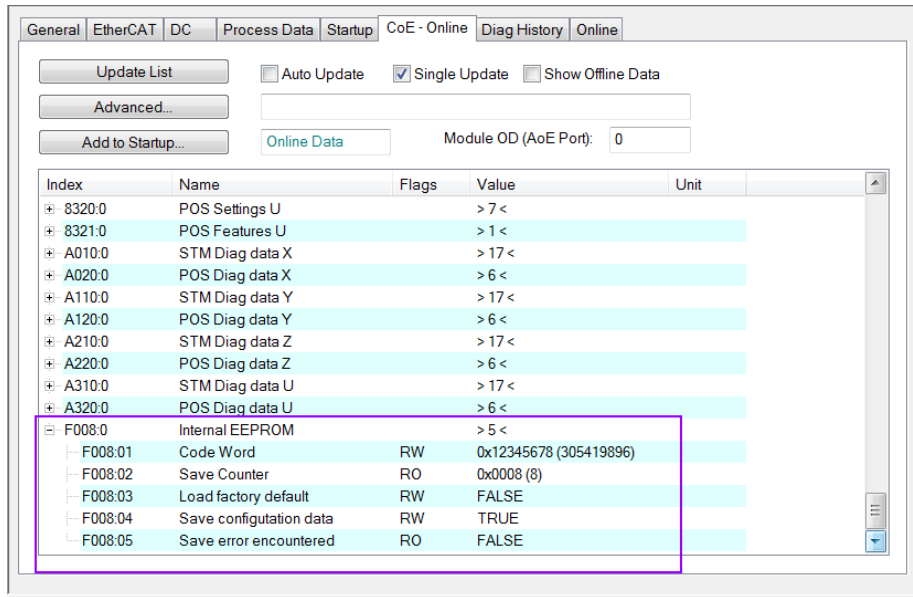


步驟 4: 物件 0xF008 的參數處理儲存程序。

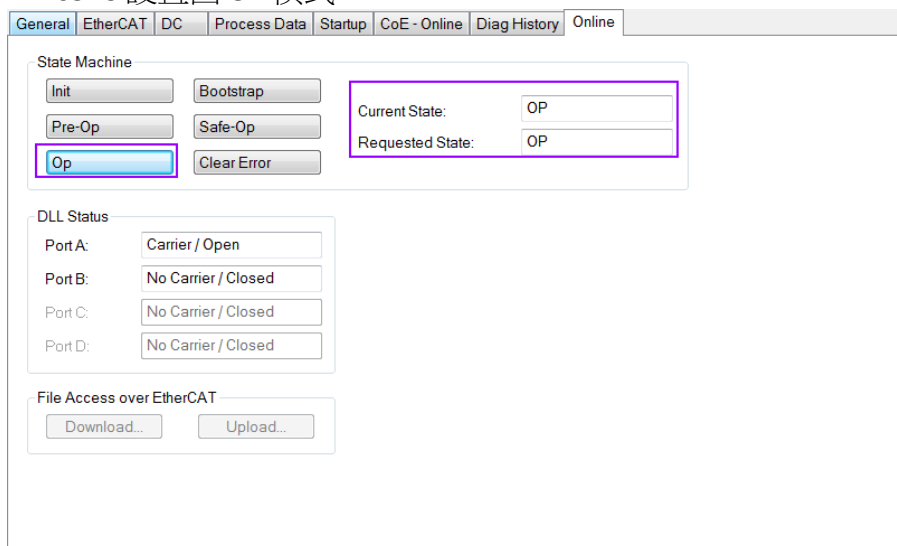
1. 捲動頁面到"CoE-Online"列表的末端，並展開物件 0xF008 的樹狀圖。
2. 輸入數值 0x12345678 到"Code Word"。
3. 將"Save configuration data"從 FALSE 設置為 TRUE，以將配置數據儲存到內部 EEPROM。參數"Save error encountered"（F008：05）表示在儲存過程中是否發生錯誤。
4. 為了使用戶配置的數據可在設備重啟後生效，將"Load factory default"設置為 FALSE。透過將該值重新設置為 TRUE，可以一直回復出廠預設設定。
5. "Save Counter"（F008：02）顯示在設備的使用期限內存儲配置數據到區域記憶體的頻率。

注意：

區域記憶體僅支援有限次數的儲存操作。一旦儲存操作超過 10000 次，根據記憶體版本的不同，將無法保證數據可確實地儲存或仍然可讀。因此，不應從控制應用程式中連續設置"Save configuration data"（F008：04）和"Load factory default"（F008：03）。



步驟 5: 將 ECAT-2094S 設置回 OP 模式。



9 物件描述與參數化

9.1 標準物件

Index 1000 Device type

| Index (hex) | 項目 | 說明 | 類型 | 標誌 | 預設 |
|-------------|-------------|------------------|--------|----|------------|
| 1000:0 | Device type | EtherCAT 從站的設備類型 | UINT32 | RO | 0x00020000 |

Index 1008 Device name

| Index (hex) | 項目 | 說明 | 類型 | 標誌 | 預設 |
|-------------|-------------|------------------|--------|----|------------|
| 1008:0 | Device name | EtherCAT 從站的設備名稱 | STRING | RO | ECAT-2094S |

Index 1009 Hardware version

| Index (hex) | 項目 | 說明 | 類型 | 標誌 | 預設 |
|-------------|------------------|------------------|--------|----|---------------------|
| 1009:0 | Hardware version | EtherCAT 從站的硬體版本 | STRING | RO | 1.1 (or greater) |

Index 100A Software version

| Index (hex) | 項目 | 說明 | 類型 | 標誌 | 預設 |
|-------------|------------------|------------------|--------|----|---------------------|
| 100A:0 | Software version | EtherCAT 從站的軟體版本 | STRING | RO | 1.0 (or greater) |

Index 1018 Identity

| Index (hex) | 項目 | 說明 | 類型 | 標誌 | 預設 |
|-------------|---------------|----------------------|--------|----|------------|
| 1018:0 | Identity | | UINT8 | RO | 0x04 |
| 1018:01 | Vendor ID | EtherCAT 從站的供應商 ID | UINT32 | RO | 0x00494350 |
| 1018:02 | Product code | EtherCAT 從站的产品號碼 | UINT32 | RO | 0x00209453 |
| 1018:03 | Revision | EtherCAT 從站的版本號 | UINT32 | RO | 0x00010000 |
| 1018:04 | Serial number | EtherCAT 從站的序號(尚未支援) | UINT32 | RO | 0x00000000 |

Index 10F1 Error settings

| Index (hex) | 項目 | 說明 | 類型 | 標誌 | 預設 |
|-------------|--------------------------|--|--------|----|------------|
| 10F1:0 | Error settings | | UINT8 | RO | 0x02 |
| 10F1:01 | Local error reaction | 未開放使用 | UINT32 | RW | 0x00000001 |
| 10F1:02 | Sync error counter limit | 僅限於 DC 同步模式： 同步錯誤計數器會隨著每個丟失的同步管理事件增加 3 並在接收到事件後減 1。如果同步錯誤計數器超過此限制，則系統更改為 SAFEOP | UINT16 | RW | 0x0004 |

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | 狀態，並顯示‘Synchronization Lost’錯誤。同步錯誤計數器會在錯誤被確認後被重置。 | | | |
|--|--|--|--|--|--|

9.2 RxDPO Mapping Objects

符號 **n** 代表軸號: 0 到 3。

Index 16n1 ENC Control (RxDPO-Map)

| Index (hex) | 項目 | 說明 | 類型 | 標誌 | 預設 |
|-------------|---|--------------------------|--------|----|------------|
| 16n1:0 | ENC Control | 編碼器控制 | UINT8 | RO | 0x08 |
| 16n1:01 | Status__Gap1 | empty (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x00000001 |
| 16n1:02 | Control__Set encoder | 設定編碼器 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x7n000201 |
| 16n1:03 | Control__Set position counter | 設定位置計數器 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x7n000301 |
| 16n1:04 | Control__Set encoder z latch-clear mode | 啟動編碼器索引鎖存清除模式 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x7n000401 |
| 16n1:05 | Control__Gap2 | 字節填充 (4 Bit) | UINT32 | RO | 0x00000004 |
| 16n1:06 | Control__Encoder z latch-clear mode | 編碼器索引鎖存清除模式 (8 Bit) | UINT32 | RO | 0x7n000608 |
| 16n1:07 | Control__Set encoder value | 設定編碼器數值 (32-bit) | UINT32 | RO | 0x7n001120 |
| 16n1:08 | Control__Set position counter value | 設定位置計數器數值 (32-bit) | UINT32 | RO | 0x7n001220 |

Index 16n2 STM Control (RxDPO-Map)

| Index (hex) | 項目 | 說明 | 類型 | 標誌 | 預設 |
|-------------|--------------------------|-----------------|--------|----|------------|
| 16n2:0 | STM Control | 步進馬達控制 | UINT8 | RO | 0x06 |
| 16n2:01 | Control__Enable | 啟用 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x7n100101 |
| 16n2:02 | Control__Reset | 重置 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x7n100201 |
| 16n2:03 | Control__Reduce torque | 減少轉矩 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x7n100301 |
| 16n2:04 | Control__Gap1 | 字節填充 (5 Bit) | UINT32 | RO | 0x00000005 |
| 16n2:05 | Control__Digital output1 | 數位輸出 1 | UINT32 | RO | 0x7n100C01 |

| | | | | | |
|---------|---------------|-----------------|--------|----|------------|
| | | (1 Bit) | | | |
| 16n2:06 | Control__Gap2 | 字節填充 (7 Bit) | UINT32 | RO | 0x00000007 |

Index 16n3 STM Position (RxPDO-Map)

| Index (hex) | 項目 | 說明 | 類型 | 標誌 | 預設 |
|-------------|-------------------|----------------|--------|----|------------|
| 16n3:0 | STM Position | 步進馬達位置控制 | UINT8 | RO | 0x01 |
| 16n3:01 | Control__Position | 位置 (32 Bit) | UINT32 | RO | 0x7n101120 |

Index 16n4 STM Velocity (RxPDO-Map)

| Index (hex) | 項目 | 說明 | 類型 | 標誌 | 預設 |
|-------------|-------------------|----------------|--------|----|------------|
| 16n4:0 | STM Velocity | 步進馬達速度控制 | UINT8 | RO | 0x01 |
| 16n4:01 | Control__Velocity | 速度 (32 Bit) | UINT32 | RO | 0x7n102120 |

Index 16n5 POS Control Compact (RxPDO-Map)

| Index (hex) | 項目 | 說明 | 類型 | 標誌 | 預設 |
|-------------|--------------------------|------------------|--------|----|------------|
| 16n5:0 | POS Control Compact | 步進馬達精簡控制 | UINT8 | RO | 0x05 |
| 16n5:01 | Control__Execute | 執行 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x7n200101 |
| 16n5:02 | Control__Emergency stop | 緊急停止 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x7n200201 |
| 16n5:03 | Control__Gap1 | 字節填充 (6 Bit) | UINT32 | RO | 0x00000006 |
| 16n5:04 | Control__Gap2 | 字組填充 (8 Bit) | UINT32 | RO | 0x00000008 |
| 16n5:05 | Control__Target position | 目標位置 (32 Bit) | UINT32 | RO | 0x7n201120 |

Index 16n6 POS Control (RxPDO-Map)

| Index (hex) | 項目 | 說明 | 類型 | 標誌 | 預設 |
|-------------|-------------------------|-----------------|--------|----|------------|
| 16n6:0 | POS Control | 位置控制 | UINT8 | RO | 0x09 |
| 16n6:01 | Control__Execute | 執行 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x7n200101 |
| 16n6:02 | Control__Emergency stop | 緊急停止 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x7n200201 |

| | | | | | |
|---------|--------------------------|------------------|--------|----|------------|
| 16n6:03 | Control__Gap1 | 字節填充 (6 Bit) | UINT32 | RO | 0x00000006 |
| 16n6:04 | Control__Gap2 | 字組填充 (8 Bit) | UINT32 | RO | 0x00000008 |
| 16n6:05 | Control__Target position | 目標位置 (32 Bit) | UINT32 | RO | 0x7n201120 |
| 16n6:06 | Control__Velocity | 最大速度 (32 Bit) | UINT32 | RO | 0x7n202120 |
| 16n6:07 | Control__Start type | 啟動類型 (16 Bit) | UINT32 | RO | 0x7n202210 |
| 16n6:08 | Control__Acceleration | 加速度 (16 Bit) | UINT32 | RO | 0x7n202310 |
| 16n6:09 | Control__Deceleration | 減速度 (16 Bit) | UINT32 | RO | 0x7n202410 |

Index 16n7 Latch Control (RxPDO-Map)

| Index (hex) | 項目 | 說明 | 類型 | 標誌 | 預設 |
|-------------|--|-----------------------------|--------|----|------------|
| 16n7:0 | Latch Control | 鎖存設定 | UINT8 | RO | 0x06 |
| 16n7:01 | Control__Enable latch active edge DI 1 | 啟動 DI1 正緣觸發的外部鎖存 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x7n300101 |
| 16n7:02 | Control__Enable latch active edge DI 2 | 啟動 DI1 正緣觸發的外部鎖存 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x7n300201 |
| 16n7:03 | Control__Enable Latch inactive edge DI 1 | 啟動 DI1 負緣觸發的外部鎖存 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x7n300301 |
| 16n7:04 | Control__Enable Latch inactive edge DI 2 | 啟動 DI2 負緣觸發的外部鎖存 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x7n300401 |
| 16n7:05 | Control__Gap1 | 字節填充 (4 Bit) | UINT32 | RO | 0x00000004 |
| 16n7:06 | Control__Gap2 | 字組填充 (8 Bit) | UINT32 | RO | 0x00000008 |

9.3 TxPDO Mapping Objects

符號 **n** 代表軸號: 0 到 3。

Index 1An1 ENC Status (TxPDO-Map)

| Index (hex) | 項目 | 說明 | 類型 | 標誌 | 預設 |
|-------------|--------------|-------|--------|----|------------|
| 1An1:0 | ENC Status | 編碼器狀態 | UINT8 | RO | 0x0D |
| 1An1:01 | Status__Gap1 | 填充 | UINT32 | RO | 0x00000001 |

| | | | | | |
|---------|---|-------------------------------|--------|----|------------|
| | | (1 Bit) | | | |
| 1An1:02 | Status__Gap2 | 填空 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x00000001 |
| 1An1:03 | Status__Set encoder done | 設定編碼器計數器完成 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x6n000301 |
| 1An1:04 | Status__Set encoder z latch-clear mode done | 設定編碼器 z 訊號鎖 存清除模式完成(1 Bit) | UINT32 | RO | 0x6n000401 |
| 1An1:05 | Status__Counter underflow | 計數器下溢 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x6n000501 |
| 1An1:06 | Status__Counter overflow | 計數器過溢 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x6n000601 |
| 1An1:07 | Status__Index | 編碼器索引事件 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x6n000701 |
| 1An1:08 | Status__Gap3 | 字節填充 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x00000001 |
| 1An1:09 | Status__Gap4 | 填空 (5 Bit) | UINT32 | RO | 0x00000005 |
| 1An1:0A | Status__Sync error | 同步錯誤 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x6n000E01 |
| 1An1:0B | Status__Gap5 | 填空 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x00000001 |
| 1An1:0C | Status__TxPDO Toggle | TxPDO 交替變化位元 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x6n001001 |
| 1An1:0D | Status__Encoder value | 編碼器數值 (32-Bit) | UINT32 | RO | 0x6n001120 |

Index 1An3 STM Status (TxPDO-Map)

| Index (hex) | 項目 | 說明 | 類型 | 標誌 | 預設 |
|-------------|-------------------------------|-----------------------|--------|----|------------|
| 1An3:0 | STM Status | 步進馬達狀態 | UINT8 | RO | 0x10 |
| 1An3:01 | Status__Ready to enable | 準備啟用 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x6n100101 |
| 1An3:02 | Status__Ready | 待命 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x6n100201 |
| 1An3:03 | Status__Warning | 警告 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x6n100301 |
| 1An3:04 | Status__Overtemperatur | 過熱預警 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x6n100401 |
| 1An3:05 | Status__Warning open load | 在 A 相或 B 相檢測到 開路負載 | UINT32 | RO | 0x60100501 |
| 1An3:06 | Status__Error | 錯誤 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x6n100601 |
| 1An3:07 | Status__Error overtemperature | 過熱錯誤 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x6n100701 |
| 1An3:08 | Status__Error short to ground | 對地短路錯誤 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x6n100801 |
| 1An3:09 | Status__Moving positive | 正向移動 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x6n100901 |

| | | | | | |
|---------|--------------------------|-------------------------|--------|----|------------|
| 1An3:0A | Status__Moving negative | 反向移動 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x6n100A01 |
| 1An3:0B | Status__Torque reduced | 轉矩縮減 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x6n100B01 |
| 1An3:0C | Status__Digital input 1 | 數位輸入 1 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x6n100C01 |
| 1An3:0D | Status__Digital input 2 | 數位輸入 2 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x6n100D01 |
| 1An3:0E | Status__Sync error | 同步錯誤 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x6n100E01 |
| 1An3:0F | Status__Motor standstill | 馬達處於靜止狀態 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x60100F01 |
| 1An3:10 | Status__TxPDO Toggle | TxPDO 交替變換位元 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x6n101001 |

Index 1An4 STM Synchron Info Data (TxPDO-Map)

| Index (hex) | 項目 | 說明 | 類型 | 標誌 | 預設 |
|-------------|------------------------|-----------------|--------|----|------------|
| 1An4:0 | STM Synchron Info Data | | UINT8 | RO | 0x02 |
| 1An4:01 | Status__Info data 1 | 訊息數據 1 (32 Bit) | UINT32 | RO | 0x6n101120 |
| 1An4:02 | Status__Info data 2 | 訊息數據 2 (32 Bit) | UINT32 | RO | 0x6n101220 |

Index 1An5 POS Status Compact (TxPDO-Map)

| Index (hex) | 項目 | 說明 | 類型 | 標誌 | 預設 |
|-------------|---------------------|-------------------|--------|----|------------|
| 1An5:0 | POS Status Compact | | UINT8 | RO | 0x0B |
| 1An5:01 | Status__Busy | 忙碌 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x6n200101 |
| 1An5:02 | Status__In-Target | 到達 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x6n200201 |
| 1An5:03 | Status__Warning | 警告 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x6n200301 |
| 1An5:04 | Status__Error | 錯誤 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x6n200401 |
| 1An5:05 | Status__Gap1 | 填充 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x00000001 |
| 1An5:06 | Status__Accelerate | 加速 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x6n200601 |
| 1An5:07 | Status__Decelerate | 減速 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x6n200701 |
| 1An5:08 | Status__SoftEmg | 軟體緊急事件 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x6n200801 |
| 1An5:09 | Status__CmdRejected | 命令拒收 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x6n200901 |
| 1An5:0A | Status__CmdAborted | 命令中止 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x6n200A01 |
| 1An5:0B | Status__Gap2 | 字節填充 (6 Bit) | UINT32 | RO | 0x00000006 |

Index 1An6 POS Status (TxPDO-Map)

| Index (hex) | 項目 | 說明 | 類型 | 標誌 | 預設 |
|-------------|-------------------------------|-------------------|--------|----|------------|
| 1An6:0 | POS Status | | UINT8 | RO | 0x0D |
| 1An6:01 | Status__Busy | 忙碌 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x6n200101 |
| 1An6:02 | Status__In-Target | 到達目標位置 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x6n200201 |
| 1An6:03 | Status__Warning | 警告 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x6n200301 |
| 1An6:04 | Status__Error | 錯誤 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x6n200401 |
| 1An6:05 | Status__Gap1 | 填空 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x00000001 |
| 1An6:06 | Status__Accelerate | 加速 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x6n200601 |
| 1An6:07 | Status__Decelerate | 減速 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x6n200701 |
| 1An6:08 | Status__SoftEmg | 軟體緊急事件 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x6n200801 |
| 1An6:09 | Status__CmdRejected | 命令拒收 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x6n200901 |
| 1An6:0A | Status__CmdAborted | 命令中止 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x6n200A01 |
| 1An6:0B | Status__Gap2 | 字節填充 (6 Bit) | UINT32 | RO | 0x00000006 |
| 1An6:0C | Status__Actual motor position | 實際位置 (32 Bit) | UINT32 | RO | 0x6n201120 |
| 1An6:0D | Status__Actual motor velocity | 實際速度 (32 Bit) | UINT32 | RO | 0x6n202120 |

Index 1An7 Pos Counter Status (TxPDO-Map)

| Index (hex) | 項目 | 說明 | 類型 | 標誌 | 預設 |
|-------------|-----------------------------------|-------------------------|--------|----|------------|
| 1An7:0 | Pos Counter Status | 位置計數器狀態 | UINT8 | RO | 0x02 |
| 1An7:01 | Status__Set position counter done | 設置位置計數器完成 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x6n202301 |
| 1An7:02 | Status__Sync error | 同步錯誤 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x6n202401 |
| 1An7:03 | Status__TxPDO Toggle | TxPDO 交替變化位元 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x6n202501 |
| 1An7:04 | Status__Gap1 | 字節填充 (5 Bit) | UINT32 | RO | 0x00000005 |
| 1An7:05 | Status__Gap2 | 字組填充 (8 Bit) | UINT32 | RO | 0x00000008 |
| 1An7:06 | Status__Position counter value | 位置計數器數值 (32-Bit) | UINT32 | RO | 0x6n201120 |

Index 1An8 Latch Status (TxPDO-Map)

| Index (hex) | 項目 | 說明 | 類型 | 標誌 | 預設 |
|-------------|--|---------------------------|--------|----|------------|
| 1An8:0 | Latch Status | | UINT8 | RO | 0x09 |
| 1An8:01 | Status__Latch extern valid DI 1 | 外部鎖存 DI 1 有效 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x6n300101 |
| 1An8:02 | Status__Latch extern valid DI 2 | 外部鎖存 DI 2 有效 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x6n300201 |
| 1An8:03 | Status__Status of extern latch DI 1 | 外部鎖存輸入 DI 1 狀態 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x6n300301 |
| 1An8:04 | Status__Status of extern latch DI 2 | 外部鎖存輸入 DI 2 狀態 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x6n300401 |
| 1An8:05 | Status__Gap1 | 字節填充 (4 Bit) | UINT32 | RO | 0x00000004 |
| 1An8:06 | Status__Gap2 | 填充 (7 Bit) | UINT32 | RO | 0x00000007 |
| 1An8:07 | Status__TxPDO Toggle | TxPDO 交替變化位元 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x6n301001 |
| 1An8:08 | Status__Encoder latched value | 鎖存觸發編碼器數值 (32-Bit) | UINT32 | RO | 0x6n301220 |
| 1An8:09 | Status__Position counter latched value | 鎖存觸發位置計數器數值 (32-Bit) | UINT32 | RO | 0x6n301320 |

Index 1An9 Input Signal (TxPDO-Map)

| Index (hex) | 項目 | 說明 | 類型 | 標誌 | 預設 |
|-------------|---------------------------------|----------------------|--------|----|------------|
| 1An9:0 | Input Signal | | UINT8 | RO | 0x08 |
| 1An9:01 | Status__Left reference input | 左參考輸入 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x6n101301 |
| 1An9:02 | Status__Right reference input | 右參考輸入 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x6n101401 |
| 1An9:03 | Status__Encoder A channel input | 編碼器輸入通道 A (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x6n101501 |
| 1An9:04 | Status__Encoder B channel input | 編碼器輸入通道 B (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x6n101601 |
| 1An9:05 | Status__Encoder Z channel input | 編碼器輸入通道 Z (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x6n101701 |
| 1An9:06 | Status__Driver enable | 驅動器啟用訊號 (1 Bit) | UINT32 | RO | 0x6n101801 |
| 1An9:07 | Status__Gap1 | 字節填充 (2 Bit) | UINT32 | RO | 0x00000002 |
| 1An9:08 | Status__Gap2 | 字組填充 (8 Bit) | UINT32 | RO | 0x00000008 |

9.4 Sync Manager Objects

Index 1C00 Sync manager type

| Index (hex) | 項目 | 說明 | 類型 | 標誌 | 預設 |
|-------------|-------------------|-----------------------------|-------|----|------|
| 1C00:0 | Sync manager type | 使用同步管理器 | UINT8 | RO | 0x04 |
| 1C00:01 | SubIndex 001 | 同步管理器通道 1 類型： 郵箱寫入 | UINT8 | RO | 0x01 |
| 1C00:02 | SubIndex 002 | 同步管理器通道 2 類型： 郵箱讀取 | UINT8 | RO | 0x02 |
| 1C00:03 | SubIndex 003 | 同步管理器通道 3 類型： 進程數據寫入(輸出) | UINT8 | RO | 0x03 |
| 1C00:04 | SubIndex 004 | 同步管理器通道 4 類型： 進程數據讀取(輸入) | UINT8 | RO | 0x04 |

Index 1C12 RxPDO assign

| Index (hex) | 項目 | 說明 | 類型 | 標誌 | 預設 |
|-------------|--------------|---------------------------|--------|----|--------|
| 1C12:0 | RxPDO assign | SyncManager 2 分配：PDO 分配輸出 | UINT8 | RO | 0x1C |
| 1C12:01 | SubIndex 001 | 預設分配: 速度控制 | UINT16 | RW | 0x1601 |
| 1C12:02 | SubIndex 002 | 預設分配: 速度控制 | UINT16 | RW | 0x1602 |
| 1C12:03 | SubIndex 003 | 預設分配: 速度控制 | UINT16 | RW | 0x1604 |
| 1C12:04 | SubIndex 004 | 預設分配: 速度控制 | UINT16 | RW | 0x1611 |
| 1C12:05 | SubIndex 005 | 預設分配: 速度控制 | UINT16 | RW | 0x1612 |
| 1C12:06 | SubIndex 006 | 預設分配: 速度控制 | UINT16 | RW | 0x1614 |
| 1C12:07 | SubIndex 007 | 預設分配: 速度控制 | UINT16 | RW | 0x1621 |
| 1C12:08 | SubIndex 008 | 預設分配: 速度控制 | UINT16 | RW | 0x1622 |
| 1C12:09 | SubIndex 009 | 預設分配: 速度控制 | UINT16 | RW | 0x1624 |
| 1C12:0A | SubIndex 010 | 預設分配: 速度控制 | UINT16 | RW | 0x1631 |
| 1C12:0B | SubIndex 011 | 預設分配: 速度控制 | UINT16 | RW | 0x1632 |
| 1C12:0C | SubIndex 012 | 預設分配: 速度控制 | UINT16 | RW | 0x1634 |
| 1C12:0D | SubIndex 013 | 預留額外的 RxPDO 分配空間 | UINT16 | RW | 0x0000 |
| 1C12:0E | SubIndex 014 | 預留額外的 RxPDO 分配空間 | UINT16 | RW | 0x0000 |
| 1C12:0F | SubIndex 015 | 預留額外的 RxPDO 分配空間 | UINT16 | RW | 0x0000 |
| 1C12:10 | SubIndex 016 | 預留額外的 RxPDO 分配空間 | UINT16 | RW | 0x0000 |
| 1C12:11 | SubIndex 017 | 預留額外的 RxPDO 分配空間 | UINT16 | RW | 0x0000 |
| 1C12:12 | SubIndex 018 | 預留額外的 RxPDO 分配空間 | UINT16 | RW | 0x0000 |
| 1C12:13 | SubIndex 019 | 預留額外的 RxPDO 分配空間 | UINT16 | RW | 0x0000 |
| 1C12:14 | SubIndex 020 | 預留額外的 RxPDO 分配空間 | UINT16 | RW | 0x0000 |
| 1C12:15 | SubIndex 021 | 預留額外的 RxPDO 分配空間 | UINT16 | RW | 0x0000 |
| 1C12:16 | SubIndex 022 | 預留額外的 RxPDO 分配空間 | UINT16 | RW | 0x0000 |
| 1C12:17 | SubIndex 023 | 預留額外的 RxPDO 分配空間 | UINT16 | RW | 0x0000 |
| 1C12:18 | SubIndex 024 | 預留額外的 RxPDO 分配空間 | UINT16 | RW | 0x0000 |

| | | | | | |
|---------|--------------|------------------|--------|----|--------|
| 1C12:19 | SubIndex 025 | 預留額外的 RxPDO 分配空間 | UINT16 | RW | 0x0000 |
| 1C12:1A | SubIndex 026 | 預留額外的 RxPDO 分配空間 | UINT16 | RW | 0x0000 |
| 1C12:1B | SubIndex 027 | 預留額外的 RxPDO 分配空間 | UINT16 | RW | 0x0000 |
| 1C12:1C | SubIndex 028 | 預留額外的 RxPDO 分配空間 | UINT16 | RW | 0x0000 |

*Sub index 001 到 028 包含了關聯 RxPDO 映射對象的索引

Index 1C13 TxPDO assign

| Index (hex) | 項目 | 說明 | 類型 | 標誌 | 預設 |
|-------------|--------------|---------------------------|--------|----|--------|
| 1C13:0 | TxPDO assign | SyncManager 3 分配：PDO 分配輸入 | UINT8 | RO | 0x20 |
| 1C13:01 | SubIndex 001 | 預設分配: 速度控制 | UINT16 | RW | 0x1A01 |
| 1C13:02 | SubIndex 002 | 預設分配: 速度控制 | UINT16 | RW | 0x1A03 |
| 1C13:03 | SubIndex 003 | 預設分配: 速度控制 | UINT16 | RW | 0x1A11 |
| 1C13:04 | SubIndex 004 | 預設分配: 速度控制 | UINT16 | RW | 0x1A13 |
| 1C13:05 | SubIndex 005 | 預設分配: 速度控制 | UINT16 | RW | 0x1A21 |
| 1C13:06 | SubIndex 006 | 預設分配: 速度控制 | UINT16 | RW | 0x1A23 |
| 1C13:07 | SubIndex 007 | 預設分配: 速度控制 | UINT16 | RW | 0x1A31 |
| 1C13:08 | SubIndex 008 | 預設分配: 速度控制 | UINT16 | RW | 0x1A33 |
| 1C13:09 | SubIndex 009 | 預留額外的 TxPDO 分配空間 | UINT16 | RW | 0x0000 |
| 1C13:0A | SubIndex 010 | 預留額外的 TxPDO 分配空間 | UINT16 | RW | 0x0000 |
| 1C13:0B | SubIndex 011 | 預留額外的 TxPDO 分配空間 | UINT16 | RW | 0x0000 |
| 1C13:0C | SubIndex 012 | 預留額外的 TxPDO 分配空間 | UINT16 | RW | 0x0000 |
| 1C13:0D | SubIndex 013 | 預留額外的 TxPDO 分配空間 | UINT16 | RW | 0x0000 |
| 1C13:0E | SubIndex 014 | 預留額外的 TxPDO 分配空間 | UINT16 | RW | 0x0000 |
| 1C13:0F | SubIndex 015 | 預留額外的 TxPDO 分配空間 | UINT16 | RW | 0x0000 |
| 1C13:10 | SubIndex 016 | 預留額外的 TxPDO 分配空間 | UINT16 | RW | 0x0000 |
| 1C13:11 | SubIndex 017 | 預留額外的 TxPDO 分配空間 | UINT16 | RW | 0x0000 |
| 1C13:12 | SubIndex 018 | 預留額外的 TxPDO 分配空間 | UINT16 | RW | 0x0000 |
| 1C13:13 | SubIndex 019 | 預留額外的 TxPDO 分配空間 | UINT16 | RW | 0x0000 |
| 1C13:14 | SubIndex 020 | 預留額外的 TxPDO 分配空間 | UINT16 | RW | 0x0000 |
| 1C13:15 | SubIndex 021 | 預留額外的 TxPDO 分配空間 | UINT16 | RW | 0x0000 |
| 1C13:16 | SubIndex 022 | 預留額外的 TxPDO 分配空間 | UINT16 | RW | 0x0000 |
| 1C13:17 | SubIndex 023 | 預留額外的 TxPDO 分配空間 | UINT16 | RW | 0x0000 |
| 1C13:18 | SubIndex 024 | 預留額外的 TxPDO 分配空間 | UINT16 | RW | 0x0000 |
| 1C13:19 | SubIndex 025 | 預留額外的 TxPDO 分配空間 | UINT16 | RW | 0x0000 |
| 1C13:1A | SubIndex 026 | 預留額外的 TxPDO 分配空間 | UINT16 | RW | 0x0000 |
| 1C13:1B | SubIndex 027 | 預留額外的 TxPDO 分配空間 | UINT16 | RW | 0x0000 |
| 1C13:1C | SubIndex 028 | 預留額外的 TxPDO 分配空間 | UINT16 | RW | 0x0000 |
| 1C13:1D | SubIndex 029 | 預留額外的 TxPDO 分配空間 | UINT16 | RW | 0x0000 |
| 1C13:1E | SubIndex 030 | 預留額外的 TxPDO 分配空間 | UINT16 | RW | 0x0000 |
| 1C13:1F | SubIndex 031 | 預留額外的 TxPDO 分配空間 | UINT16 | RW | 0x0000 |
| 1C13:20 | SubIndex 032 | 預留額外的 TxPDO 分配空間 | UINT16 | RW | 0x0000 |

*Sub index 001 到 032 包含了關聯 TxPDO 映射對象的索引

Index 1C32 Sync Manager (SM) output parameter

| Index (hex) | 項目 | 說明 | 類型 | 標誌 | 預設 |
|-------------|---------------------------------|--|-------|----|------------|
| 1C32:0 | SM output parameter | 輸出的同步參數 | UINT8 | RO | 0x20 |
| 1C32:01 | Synchronization Type | 當前同步模式: <ul style="list-style-type: none"> • 0: 自由運行 • 1: 不包含 SM2 事件的同步 • 2: DC 同步模式 – 與 SYNC0 事件同步 • 3: DC 同步模式 – 與 SYNC1 事件同步 | UINT8 | RO | 0x0001 |
| 1C32:02 | Cycle Time | 週期時間 (單位: ns): <ul style="list-style-type: none"> • 自由運行: 區域定時器的週期時間 • 與 SM 2 事件同步: 主站週期時間 • DC 同步模式: SYNC0/SYNC1 週期時間 | UINT8 | RO | 0x00000000 |
| 1C32:04 | Synchronization Types supported | 支援的同步模式: <ul style="list-style-type: none"> • Bit 0 = 1: 支援自由運行 • Bit 1 = 1: 支援與 SM 2 事件同步 • Bit 2-3 = 01: 支援 DC 同步模式 • Bit 4-5 = 10: 輸出隨著 SYNC1 事件時間偏移 (只限於 DC 同步模式) | UINT8 | RO | 0x8007 |
| 1C32:05 | Minimum Cycle Time | 最小週期時間 (單位: ns) | | RO | 0x00000000 |
| 1C32:06 | Calc and Copy Time | SYNC0 與 SYNC1 事件間的最小時間 (單位: ns, 只限於 DC 同步模式) | | RO | 0x00000000 |
| 1C32:08 | Get Cycle Time | <ul style="list-style-type: none"> • 0: 停止量測區域週期時間 • 1: 開始量測區域週期時間 將參數設置為 1, 以使用最大測量值來更新週期時間參數(1C32:02, 1C33:02) | | RW | 0x0000 |
| 1C32:09 | Delay Time | 事件和輸出端輸出之間的時間 (單位: ns, 只限於 DC 同步模式) | | RO | 0x00000000 |
| 1C32:0A | Sync0 Cycle Time | | | RW | 0x00000000 |
| 1C32:0B | SM-Event Missed | 在 OPERATIONAL 下所錯過 SM 事件的數量 (只限於 DC 同步模式) | | RO | 0x0000 |
| 1C32:0C | Cycle Time Too Small | 未能及時完成一個週期, 或者下一個週期開始得太早 | | RO | 0x0000 |
| 1C32:20 | Sync Error | 上一個週期的同步不正確 | | RO | FALSE |

| | | | | | |
|--|--|-----------------------|--|--|--|
| | | (輸出端太晚輸出，只限於 DC 同步模式) | | | |
|--|--|-----------------------|--|--|--|

Index 1C33 Sync Manager (SM) input parameter

| Index (hex) | 項目 | 說明 | 類型 | 標誌 | 預設 |
|-------------|---------------------------------|--|-------|----|------------|
| 1C33:0 | SM input parameter | 輸入的同步參數 | UINT8 | RO | 0x20 |
| 1C33:01 | Synchronization Type | 當前同步模式: <ul style="list-style-type: none"> 自由運行 1: 與 SM3 事件同步(無輸出) 2: DC - 與 SYNC0 事件同步 3: DC -與 SYNC1 事件同步 34: 與 SM2 事件同步(無輸出) | UINT8 | RO | 0x0022 |
| 1C33:02 | Cycle Time | 週期時間(單位: ns): <ul style="list-style-type: none"> 自由運行: 區域計時器的週期時間 與 SM2 事件同步: 主站週期時間 DC 同步模式: SYNC0/SYNC1 週期時間 | UINT8 | RO | 0x00000000 |
| 1C33:04 | Synchronization Types supported | 支援同步模式: <ul style="list-style-type: none"> Bit 0 = 1: 支援自由運行模式 Bit 1 = 1: 支援與 SM2 事件同步 Bit 2-3 = 01: 支援 DC 同步模式 Bit 4-5 = 10: 輸出隨著 SYNC1 事件時間偏移 (只限於 DC 同步模式) | UINT8 | RO | 0x8007 |
| 1C33:05 | Minimum Cycle Time | 最小週期時間(單位: ns) | | RO | 0x00000000 |
| 1C33:06 | Calc and Copy Time | 主站在讀取輸入和允許輸入之間的時間 (單位: ns, 僅限於 DC 同步模式) | | RO | 0x00000000 |
| 1C33:08 | Get Cycle Time | <ul style="list-style-type: none"> 0: 停止本地週期時間的測量 1: 開始本地週期時間的測量 將參數設置為 1, 以使用最大測量值來更新周期時間參數 (1C32 : 02, 1C33 : 02) | | RW | 0x0000 |
| 1C33:09 | Delay Time | SYNC1 事件與讀取輸入之間的時間 (單位: ns, 僅限於 DC 同步模式) | | RO | 0x00000000 |
| 1C33:0A | Sync0 Cycle Time | | | RW | 0x00000000 |
| 1C33:0B | SM-Event Missed | 在 OP 狀態下所錯過 SM 事件 | | RO | 0x0000 |

| | | | | | |
|---------|----------------------|----------------------------------|--|----|--------|
| | | 的數量(只限於 DC 同步模式) | | | |
| 1C33:0C | Cycle Time Too Small | 未能及時完成一個週期，或者下一個週期開始得太早 | | RO | 0x0000 |
| 1C33:20 | Sync Error | 上一個週期的同步不正確（輸出端太晚輸出，只限於 DC 同步模式） | | RO | FALSE |

9.5 Input Data

符號 **n** 代表軸號: 0 到 3。

Index 6n00 ENC Inputs

| Index (hex) | 項目 | 說明 | 類型 | 標誌 | 預設 |
|-------------|-------------------------------------|---|---------|----|------------|
| 6n00:0 | ENC Status | 輸入的編碼器狀態 | UINT8 | RO | 0x11 |
| 6n00:03 | Set encoder done | 已設定編碼器數值 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| 6n00:04 | Set encoder z latch-clear mode done | 指示編碼器索引鎖存清除模式是否設定成功 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| 6n00:05 | Counter underflow | 計數器下溢 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| 6n00:06 | Counter overflow | 計數器過溢 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| 6n00:07 | Encoder index event | 檢測到編碼器索引事件 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| 6n00:0E | Sync error | 同步錯誤位元，僅在 DC 同步模式下使用。它指示在前一個週期中是否發生同步錯誤 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| 6n00:10 | TxPDO Toggle | 當關聯 TxPDO 的數據更新時，從站會切換 TxPDO 交替變換位元 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| 6n00:11 | Actual encoder value | 編碼器數值 | INT32 | RO | 0x00000000 |

Index 6n10 STM Inputs

| Index (hex) | 項目 | 說明 | 類型 | 標誌 | 預設 |
|-------------|--------------------------|-------------------|---------|----|-------|
| 6n10:0 | STM Inputs | 步進馬達輸入 | UINT8 | RO | 0x18 |
| 6n10:01 | Ready to enable | 驅動器處於準備啟用的階段 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| 6n10:02 | Ready | 驅動器處於準備運作的階段 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| 6n10:03 | Warning | 發生警告 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| 6n10:04 | Warning over temperature | 過熱預警 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| 6n10:05 | Warning open load | 在 A 相或 B 相檢測到開路負載 | BOOLEAN | RO | FALSE |

| | | | | | |
|---------|-------------------------|---|---------|----|------------|
| 6n10:06 | Error | 發生錯誤 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| 6n10:07 | Error over temperature | 過熱錯誤 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| 6n10:08 | Error short to ground | A 相或 B 相對地短路 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| 6n10:09 | Moving positive | 馬達以正方向運轉 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| 6n10:0A | Moving negative | 馬達以反方向運轉 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| 6n10:0B | Torque reduced | 啟動轉矩縮減 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| 6n10:0C | Digital input 1 | 數位輸入 1 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| 6n10:0D | Digital input 2 | 數位輸入 2 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| 6n10:0E | Sync error | 同步錯誤位元，僅在 DC 同步模式下使用。它指示在前一個週期中是否發生同步錯誤 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| 6n10:0F | Motor standstill | 指示馬達是否處於靜止狀態(TRUE – 靜止) | BOOLEAN | RO | FALSE |
| 6n10:10 | TxPDO Toggle | 當關聯 TxPDO 的數據更新時，從站會切換 TxPDO 交替變換位元 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| 6n10:11 | Info data 1 | 同步訊息(透過子索引 8n12:11 選擇) | INT32 | RO | 0x00000000 |
| 6n10:12 | Info data 2 | 同步訊息(透過子索引 8n12:19 選擇) | INT32 | RO | 0x00000000 |
| 6n10:13 | Left reference input | 左參考輸入訊號 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| 6n10:14 | Right reference input | 右參考輸入訊號 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| 6n10:15 | Encoder A channel input | 編碼器 A 通道訊號 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| 6n10:16 | Encoder B channel input | 編碼器 B 通道訊號 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| 6n10:17 | Encoder Z channel input | 編碼器 Z 通道訊號 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| 6n10:18 | Driver disabled | 指示驅動器是否啟用 | BOOLEAN | RO | FALSE |

Index 6n20 POS Inputs

| Index (hex) | 項目 | 說明 | 類型 | 標誌 | 預設 |
|-------------|-----------------------|--------------|---------|----|------------|
| 6n20:0 | POS Inputs | | UINT8 | RO | 0x25 |
| 6n20:01 | Busy | 執行移動命令中 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| 6n20:02 | In-Target | 馬達已到達目標位置 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| 6n20:03 | Warning | 發生警告 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| 6n20:04 | Error | 發生錯誤 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| 6n20:05 | Calibrated_xx | 馬達已校準(不支援) | BOOLEAN | RO | FALSE |
| 6n20:06 | Accelerate | 馬達處於加速階段 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| 6n20:07 | Decelerate | 馬達處於減速階段 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| 6n20:08 | Soft Emg | 軟體觸發緊急停止 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| 6n20:09 | Cmd rejected | 拒收運動命令 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| 6n20:0A | Cmd aborted | 中止運動命令 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| 6n20:11 | Actual motor position | 行駛命令產生器的當前位置 | INT32 | RO | 0x00000000 |
| 6n20:21 | Actual motor velocity | 行駛命令產生器的當前速度 | INT32 | RO | 0x00000000 |
| 6n20:22 | Actual drive time_xx | 行駛命令時間資訊(詳 | UINT32 | RO | 0x00000000 |

| | | | | | |
|---------|---------------------------|---|---------|----|-------|
| | | 見子索引 8n21:11)(未支援) | | | |
| 6n20:23 | Set position counter done | 已設定位置計數器 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| 6n20:24 | Sync error | 同步錯誤位元，僅在 DC 同步模式下使用。它指示在前一個週期中是否發生同步錯誤 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| 6n20:25 | TxPDO Toggle | 當關聯 TxPDO 的數據更新時，從站會切換 TxPDO 交替變換位元 | BOOLEAN | RO | FALSE |

Index 6n30 Latch Inputs

| Index (hex) | 項目 | 說明 | 類型 | 標誌 | 預設 |
|-------------|--------------------------------|-------------------------------------|---------|----|------------|
| 6n30:0 | Latch Inputs | | UINT8 | RO | 0x13 |
| 6n30:01 | Latch extern valid DI 1 | 已透過外部鎖存器 DI 1 儲存計數器數值 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| 6n30:02 | Latch extern valid DI 2 | 已透過外部鎖存器 DI 2 儲存計數器數值 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| 6n30:03 | Status of extern latch DI 1 | 外部鎖存輸入 DI 1 狀態 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| 6n30:04 | Status of extern latch DI 2 | 外部鎖存輸入 DI 2 狀態 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| 6n30:10 | TxPDO Toggle | 當關聯 TxPDO 的數據更新時，從站會切換 TxPDO 交替變換位元 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| 6n30:12 | Latched encoder value | 鎖存的編碼器數值 | INT32 | RO | 0x00000000 |
| 6n30:13 | Latched position counter value | 鎖存的位置計數器數值 | INT32 | RO | 0x00000000 |

9.6 Output Data

符號 **n** 代表軸號: 0 到 3。

Index 7n00 ENC Outputs

| Index (hex) | 項目 | 說明 | 類型 | 標誌 | 預設 |
|-------------|----------------------|--|---------|----|-------|
| 7n00:0 | ENC Outputs | | UINT8 | RO | 0x12 |
| 7n00:02 | Set encoder | 使編碼器計數器賦值 • 將此位元從 FALSE 設定成 TRUE，則編碼器數值(7n00:11) 將被設定 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| 7n00:03 | Set position counter | 使位置計數器賦值 | BOOLEAN | RO | FALSE |

| | | | | | |
|---------|--------------------------------|---|---------|----|------------|
| | | <ul style="list-style-type: none"> 將此位元從 FALSE 設定成 TRUE，則位置數值(7n00:12)將被設定 | | | |
| 7n00:04 | Set encoder z latch-clear mode | <p>若發生索引(z)事件，設置編碼器的鎖存與清除模式</p> <ul style="list-style-type: none"> 將此位元從 FALSE 設定成 TRUE，則編碼器 z 鎖存清除模式(7n00:16)將被設定 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| 7n00:06 | Encoder z latch-clear mode | 索引(z)事件的編碼器鎖存清除模式 | BIT8 | RO | 0x00 |
| 7n00:11 | Set encoder value | 透過"Set encoder"做設定的編碼器數值 | INT32 | RO | 0x00000000 |
| 7n00:12 | Set position counter value | 透過"Set position counter"做設定的位置計數器數值 | INT32 | RO | 0x00000000 |

Index 7n10 STM Outputs

| Index (hex) | 項目 | 說明 | 類型 | 標誌 | 預設 |
|-------------|-----------------|---|---------|----|------------|
| 7n10:0 | STM Outputs | 步進馬達輸出 | UINT8 | RO | 0x21 |
| 7n10:01 | Enable | <p>啟動輸出階段</p> <ul style="list-style-type: none"> Enable = TRUE 輸出 "Maximal current" (0x8n10:01) Enable = FALSE 輸出到 "Power on motor current" (0x8n10:08) | BOOLEAN | RO | FALSE |
| 7n10:02 | Reset | <p>所有可能發生的錯誤都可藉由設定此位元(上升緣)來做重置</p> <ul style="list-style-type: none"> 將此位元從 FALSE 設定成 TRUE，則在運動執行期間發生的錯誤(例如: 過熱)將會被清除 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| 7n10:03 | Reduce torque | 啟動縮減轉矩(線圈電流)(子索引 8n10:02) | BOOLEAN | RO | FALSE |
| 7n10:0c | Digital output1 | 數位輸出 1 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| 7n10:11 | Position | <p>設定位置:</p> <p>"Position control"模式下的絕對目標位置(詳見章節 6.4)</p> | INT32 | RO | 0x00000000 |

| | | | | | |
|---------|----------|---|-------|----|------------|
| 7n10:21 | Velocity | 設定速度: "Velocity control"模式 下的絕對目標速度(詳 見章節 7) | INT32 | RO | 0x00000000 |
|---------|----------|---|-------|----|------------|

Index 7n20 POS Outputs

| Index (hex) | 項目 | 說明 | 類型 | 標誌 | 預設 |
|-------------|-----------------|---|---------|----|------------|
| 7n20:0 | POS Outputs | | UINT8 | RO | 0x24 |
| 7n20:01 | Execute | 開始移動命令(上升緣)或提前中止移動命令(下降緣) | BOOLEAN | RO | FALSE |
| 7n20:02 | Emergency stop | 以緊急減速方式(上升緣)提前中止移動命令 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| 7n20:11 | Target position | 目標位置規範(單位:步)。 • 根據"Start type" (0x7n20:22), 此位置可以是相對、絕對、或者是累加的 | INT32 | RO | 0x00007FFF |
| 7n20:21 | Velocity | 最大設置速度規範(單位:每秒步數) | INT32 | RO | 0x00000000 |
| 7n20:22 | Start type | start type 規範(詳見表格 9: Start type 定義) | UINT16 | RO | 0x0000 |
| 7n20:23 | Acceleration | 加速度(單位: ms) • 加速時間定義為馬達從"Velocity min" (0x8n20:01)加速到"Velocity max" (0x8n20:02)所需的時間 | UINT16 | RO | 0x0000 |
| 7n20:24 | Deceleration | 減速時間(單位: ms) • 減速時間定義為從"Velocity max" (0x8n20:02)減速到"Velocity min" (0x8n20:01)所需的時間 | UINT16 | RO | 0x0000 |

Index 7n30 Latch Outputs

| Index (hex) | 項目 | 說明 | 類型 | 標誌 | 預設 |
|-------------|-------------------------------|----------------|---------|----|-------|
| 7n30:0 | Latch Outputs | | UINT8 | RO | 0x04 |
| 7n30:01 | Enable latch active edge DI 1 | DI 1 觸發準位: 上升緣 | BOOLEAN | RO | FALSE |

| | | | | | |
|---------|------------------------------------|----------------|---------|----|-------|
| 7n30:02 | Enable latch active edge DI 2 | DI 2 觸發準位: 上升緣 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| 7n30:03 | Enable latch inactive edge DI 1 | DI 1 觸發準位: 下降緣 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| 7n30:04 | Enable latch inactive edge DI 2 | DI 2 觸發準位: 下降緣 | BOOLEAN | RO | FALSE |

9.7 Configuration Data

符號 **n** 代表軸號: 0 到 3。

Index 8n00 ENC Settings

| Index (hex) | 項目 | 說明 | 類型 | 標誌 | 預設 |
|-------------|-----------------------|--------------|---------|----|-------|
| 8n00:0 | ENC Settings | 編碼器設定 | UINT8 | RO | 0x0E |
| 8n00:0E | Reversion of rotation | 啟動編碼器的反向旋轉設定 | BOOLEAN | RW | FALSE |

Index 8n10 STM Motor Settings

| Index (hex) | 項目 | 說明 | 類型 | 標誌 | 預設 |
|-------------|----------------------|---|--------|----|--------------|
| 8n10:0 | STM Motor Settings | 步進馬達設定 | UINT8 | RO | 0x12 |
| 8n10:01 | Maximum run current | 用於驅動的馬達線圈電流峰值 (單位: mA), 預設值為 750, 最大值為 1500 | UINT16 | RW | 0x02EE (750) |
| 8n10:02 | Reduced run current | 經過縮減, 用於驅動的馬達線圈電流峰值 (單位: mA), 預設值為 375, 最大值為 1500。 當 "Reduced torque" (0x7n10:03) 設置為 true 時, 啟用此設定值 | UINT16 | RW | 0x0177 (375) |
| 8n10:03 | Maximum hold current | 馬達靜止電流 (單位: mA), 預設值為 750, 最大值為 1500 | UINT16 | RW | 0x02EE (750) |
| 8n10:04 | Reduced hold current | 縮減的馬達靜止電流 (單位: mA), 預設值為 750, 最大值為 1500。 當 "Reduced torque" (0x7n10:03) 設置為 true 時, 啟用此設定 | UINT16 | RW | 0x0177 (375) |

| | | | | | |
|---------|------------------------|--|------------|----|-------------------|
| | | 值 | | | |
| 8n10:06 | Motor fullsteps | 馬達每轉的全步數 (未支援) | UINT16 | RW | 0x0000 |
| 8n10:07 | Micro Steps | 每全步的微步數 • 支援設定值: 256, 128, 64, 32, 16, 8, 4, 2, 1 | DT0801EN16 | RW | 0x0008 ("256") |
| 8n10:08 | Power on motor current | 上電後馬達線圈的直 接輸出電流 (單位 : mA) | UINT16 | RW | 0x0177 (375) |
| 8n10:09 | Max Start Velocity | 馬達的最大可起動速 度 | UINT16 | RW | 0x0064 (100) |
| 8n10:12 | Safe motor current | 設定安全馬達線圈電 流(在狀態從 OP 改變 至其他狀態時應用) | UINT16 | RW | 0x0177 (375) |

Index 8n12 STM Features

| Index (hex) | 項目 | 說明 | 類型 | 標誌 | 預設 |
|-------------|------------------------|---|------------|----|----------------------------------|
| 8n12:0 | STM Features | 步進馬達特性 | UINT8 | RO | 0x42 |
| 8n12:01 | Operation mode | 操作模式, • 0: 自動 • 2: 速度控制 • 3: 位置控制 | DT0802EN04 | RW | 0x00 ("Automatic") |
| 8n12:09 | Invert motor polarity | 啟動馬達旋轉方向的 反向設定 | BOOLEAN | RW | FALSE |
| 8n12:11 | Select info data 1 | 選擇"Info data 1": • 3: 馬達線圈電流 A • 4: 馬達線圈電流 B • 7: 馬達速度 • 8: 編碼器位置 • 9: 位置計數器 | DT0803EN08 | RW | 0x03 ("Motor coil current A") |
| 8n12:19 | Select info data 2 | 選擇"Info data 2": • 3: 馬達線圈電流 A • 4: 馬達線圈電流 B • 7: 馬達速度 • 8: 編碼器位置 • 9: 位置計數器 | DT0803EN08 | RW | 0x04 ("Motor coil current B") |
| 8n12:2A | Power on DO 1 | 設定 DO 1 的輸出(開 機後直接應用) | BOOLEAN | RW | FALSE |
| 8n12:2B | Safety DO 1 | 設定 DO 1 的安全輸 出(在狀態從 OP 改變 至其他狀態時應用) | BOOLEAN | RW | FALSE |
| 8n12:30 | Invert digital input 1 | 數位輸入 1 反向 | BOOLEAN | RW | FALSE |
| 8n12:31 | Invert digital input 2 | 數位輸入 2 反向 | BOOLEAN | RW | FALSE |
| 8n12:32 | Function for input 1 | 選擇數位輸入 1 的類 型: | DT080AEN04 | RW | 0x00 ("Normal input") |

| | | | | | |
|---------|-----------------------------|---|------------|----|------------------------------------|
| | | <ul style="list-style-type: none"> • 0: 正常輸入 • 1: 啟用硬體停止功能 | | | |
| 8n12:36 | Function for input 2 | 選擇數位輸入 2 的類型: <ul style="list-style-type: none"> • 0: 正常輸入 • 1: 啟用硬體停止功能 | DT080AEN04 | RW | 0x00 ("Normal input ") |
| 8n12:37 | Limit switch stop mode | 未支援 | DT080BEN01 | RW | 0x00 ("Limit switch hard stop") |
| 8n12:40 | Encoder index latch trigger | 編碼器索引(z)脈波的鎖存觸發設定: <ul style="list-style-type: none"> • 0: 準位觸發 • 1: 上升緣觸發 • 2: 下降緣觸發 • 3: 上升緣與下降緣觸發 | DT0811EN03 | RW | 0x00 ("Level trigger ") |
| 8n12:42 | Encoder index polarity | 編碼器索引(z)的啟用極性: <ul style="list-style-type: none"> • 0: 低電位啟用 • 1: 高電位啟用 | DT0813EN01 | RW | 0x01 ("High active ") |

Index 8n20 POS Settings

| Index (hex) | 項目 | 說明 | 類型 | 標誌 | 預設 |
|-------------|------------------------|--|--------|----|-----------------------|
| 8n20:0 | POS Settings | 位置設定 | UINT8 | RO | 0x07 |
| 8n20:01 | Velocity min | 最小設定速度 | UINT32 | RW | 0x00000000 |
| 8n20:02 | Velocity max | 最大設定速度 <ul style="list-style-type: none"> • 系統支援最大速度 | UINT32 | RW | 0x00002710 (10000) |
| 8n20:03 | Acceleration pos | 正向旋轉的加速時間 (單位: ms) | UINT16 | RW | 0x03E8 (1000) |
| 8n20:04 | Acceleration neg | 反向旋轉的加速時間 (單位: ms) | UINT16 | RW | 0x03E8 (1000) |
| 8n20:05 | Deceleration pos | 正向旋轉的減速時間 (單位: ms) | UINT16 | RW | 0x03E8 (1000) |
| 8n20:06 | Deceleration neg | 反向旋轉的減速時間 (單位: ms) | UINT16 | RW | 0x03E8 (1000) |
| 8n20:17 | Emergency deceleration | 緊急停減速時間(兩旋轉方向, 單位: ms) | UINT16 | RW | 0x0000 |

Index 8n21 POS Features

| Index (hex) | 項目 | 說明 | 類型 | 標誌 | 預設 |
|-------------|--------------|---|------------|----|------------------------|
| 8n21:0 | POS Features | | UINT8 | RO | 0x01 |
| 8n21:01 | Start type | 標準起始模式: <ul style="list-style-type: none"> • 0: Idle, • 1: Absolute, | DT080FEN16 | RW | 0x0002 ("Relative") |

| | | | | | |
|--|--|---|--|--|--|
| | | <ul style="list-style-type: none"> • 2: Relative, • 6: Additive, • 1001: absolute change, • 1002: relative change, • 1006: additive change | | | |
|--|--|---|--|--|--|

9.8 Information and Diagnostic Data

符號 **n** 代表軸號: 0 到 3。

Index An10 STM Diag data

| Index (hex) | 項目 | 說明 | 類型 | 標誌 | 預設 |
|-------------|-----------------------|---|------------|----|--------------------|
| An10:0 | STM Diag data | 步進馬達診斷狀態 | UINT8 | RO | 0x11 |
| An10:02 | Over temperature | 驅動器 IC 的溫度已超過 80 °C <ul style="list-style-type: none"> • 注意: 此錯誤訊息必須經用戶確認(詳見索引 0x7n10:02) | BOOLEAN | RO | FALSE |
| An10:03 | Torque overload | 未支援 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| An10:04 | Under voltage | 指示電荷幫浦欠壓，驅動器在此狀態下會停用。 <ul style="list-style-type: none"> • 注意: 此錯誤訊息必須經用戶確認(詳見索引 0x7n10:02) | BOOLEAN | RO | FALSE |
| An10:05 | Over voltage | 未支援 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| An10:06 | Short circuit A | 在 A 相檢測到 GND 短路。驅動器變為停用。 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| An10:07 | Short circuit B | 在 B 相檢測到 GND 短路。驅動器變為停用。 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| An10:08 | No control power | 未支援 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| An10:09 | Misc error | 驅動器因下列因素停止 <ul style="list-style-type: none"> - 過熱 - 短路檢測 - 欠壓"uv_cp" 注意: 此錯誤訊息必須經用戶確認(詳見索引 0x7n10:02) | BOOLEAN | RO | FALSE |
| An10:0a | Configuration | 未支援 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| An10:11 | Actual operation mode | 當前操作模式 <ul style="list-style-type: none"> • 0: Undefined • 1: Velocity direct • 2: Velocity controller • 3: Position controller | DT0809EN04 | RO | 0x00 ("undefined") |

Index An20 POS Diag data

| Index (hex) | 項目 | 說明 | 類型 | 標誌 | 預設 |
|-------------|------------------|---------------------------------|---------|----|-------|
| An20:0 | POS Diag data | 位置控制下的步進馬達診斷數據 | UINT8 | RO | 0x06 |
| An20:01 | Command rejected | 不接受動態變更目標位置 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| An20:02 | Command aborted | 因內部錯誤或緊急停止而中止命令 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| An20:03 | Target overrun | 在運動中變更目標位置可能導致位置過衝，因此可能需要更改旋轉方向 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| An20:04 | Target timeout | 未支援 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| An20:05 | Position lag | 未支援 | BOOLEAN | RO | FALSE |
| An20:06 | Emergency stop | 緊急停止 | BOOLEAN | RO | FALSE |

9.9 Configuration Parameters Storage

Index F008 Internal EEPROM

| Index (hex) | 項目 | 說明 | 類型 | 標誌 | 預設 |
|-------------|-------------------------|---|---------|----|------------|
| F008:0 | Internal EEPROM | 將 CoE 參數儲存到內部 EEPROM | UINT8 | RO | 0x05 |
| F008:01 | Code Word | 將 CoE 配置數據儲存到 EEPROM 的密碼。 密碼: 0x12345678 | UINT32 | RW | 0x00000000 |
| F008:02 | Save Counter | 儲存序列的總數 | UINT16 | RO | 0x0000 |
| F008:03 | Load factory default | 開機後立即載入出廠預設配置。 <ul style="list-style-type: none"> 透過將此參數設定為 FALSE，開機後會載入用戶設定配置數據(0x8000 到 0x8321) | BOOLEAN | RW | TRUE |
| F008:04 | Save configuration data | 儲存所有配置設定到區域非揮發性記憶體 <ul style="list-style-type: none"> 設定為 TRUE 以將配置數據(0x8000 到 0x8321)儲存到 ECAT-2094S 的記憶體 | BOOLEAN | RW | FALSE |
| F008:05 | Save error encountered | 標示數據是否成功寫入到記憶體 | BOOLEAN | RO | FALSE |