ECAT-2072A

EtherCAT 兩通道 BISS-C/SSI
絕對型編碼器輸入模組

使用手冊

(Version 1.4)





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 © 2023 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咨詢服務。

Email: service@icpdas.com, service.icpdas@gmail.com

修訂紀錄

版本	日期	說明	作者
1.0	15.10.2024	Initial version	Nick Wang
1.1	11.11.2024	修改手動設定禁用通道	Nick Wang
1.2	21.05.2025	修改 8.2、8.5 章節說明內容	Nick Wang
1.3	04.09.2025	修改 BiSS-C 相關描述	Eric Chen
1.4	22.09.2025	修改連接介面的+5V 說明	Eric Chen

Contents

1 產品概述 3
1.1 簡介 3
1.2 技術數據 3
1.3 規格 4
1.4 外型尺寸 6
2 供貨範圍 7
3 LED燈定義 8
4 旋鈕定義 10
5 接線 11
5.1 連接介面 11
5.2 編碼器連接 13
6 基礎通訊 14
6.1 EtherCAT佈線 14
6.2 EtherCAT狀態機 14
6.3 同步模式 16
6.3.1 自由運行模式 16
6.3.2 DC同步模式 18
7 專案整合 21
7.1 ESI 檔案 21
7.1.1 匯入ESI 檔案 21
7.2 設備安裝與配置 21
7.2.1 掃描EtherCAT裝置 22
7.2.2 編碼器主站配置 23
7.2.3 EtherCAT從站進程數據設定 26
8 參數說明 27
8.1 傳輸模式 27
8.2 位置位元數 28
8.3 傳輸脈波頻率 28
8.4 資料編碼模式 29
8.5 CRC生成多項式 29
8.6 CRC位元反向 29
8.7 量測資料延遲時間 29
8.8 擷取資料延遲時間 30
8.9 編碼器狀態 30
9 CoE介面 31
9.1 概述 31
9.2 儲存設置數據到記憶體 32
10 物件描述與參數化 36
10.1 標準物件 36

10.2 TxPDO Mapping Objects 37
10.3 Sync Manager Objects 37
10.4 Input Data 39
10.5 Configuration Data 40
10.6 Information and Diagnostic Data 41
10.7 Configuration Parameters Storage 41
10.8 Station alias Configuration 42

1 產品概述



1.1 簡介

EtherCAT 從站 ECAT-2072A 是一款絕對型編碼器輸入模組，ECAT-2072A 提供兩個通道，各個通道都是相互獨立的。 支援 SSI (Serial Synchronous Interface) & BiSS-C (BiSS Continuous Mode, unidirectional)兩種串列傳輸介面，且支援最高傳輸頻率 10MHz，最高傳輸位元 48bit，且在 BiSS-C 的模式下會自動補償因線長而產生的延遲，線長最高支援到 70 公尺。

1.2 技術數據

特徵:

- EtherCAT 從站
- 兩通道絕對型編碼器主站
- 傳輸介面: SSI、 BiSS-C(單向)
- 最高傳輸頻率:10MHz
- 傳輸資料格式:二進制(binary code)、格雷碼(gray code)
- 最高傳輸資料位元數:48 bit (BiSS-C 包含 error、warning、CRC)
- BiSS-C 模式下會自動補償因線長而產生的延遲，線長最高支援到 70 公尺。
- BiSS-C 模式下擁有安全檢測: error、Warning、CRC
- 採用 2 個 16 位旋鈕設置別名位址(alias)

1.3 規格

- **編碼器輸入規格:**
  - 並列式 I/O 模組:
    2 通道絕對型編碼器
  - 傳輸介面:
    - SSI mode
    - BiSS-C mode (unidirectional)
  - 最大傳輸頻率:
    - 10M pulse/sec
  - 輸入輸出準位:
    - 輸入訊號 : difference signal(RS422)
    - 輸出訊號 : difference signal(RS422)
    - 電壓規格 : -6~+6V (Maximum voltage)
- **EtherCAT 規格:**
  - 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
  - 支援自由運行與 DC 同步運行模式
  - 週期時間:最低可達 0.1 毫秒(ms)。
- **標示 EtherCAT 與編碼器狀態的 LED 指示燈**

項目	規格
編碼器	
編碼器輸入數目	2 個編碼器通道
採樣類型	各通道同時
解析度	max. 48 bit position
最大傳輸脈波頻率	10MHz
輸入準位:	• 5V (預設)
光電隔離	2500 V_{DC}
LED 指示燈	
LED 診斷燈號	電源, EtherCAT 狀態, 各編碼器輸入的信號狀態
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}
功率消耗	最大 4.5W
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]	110mm x 90mm x 33mm (不包含連接器)
機匣材料	Metal
環境	
運作溫度	-25℃ ~ 75℃
保存溫度	-30℃ ~ 80℃
相對溼度	10 ~ 90%, 不結露

表 1: 技術數據

1.4 外型尺寸

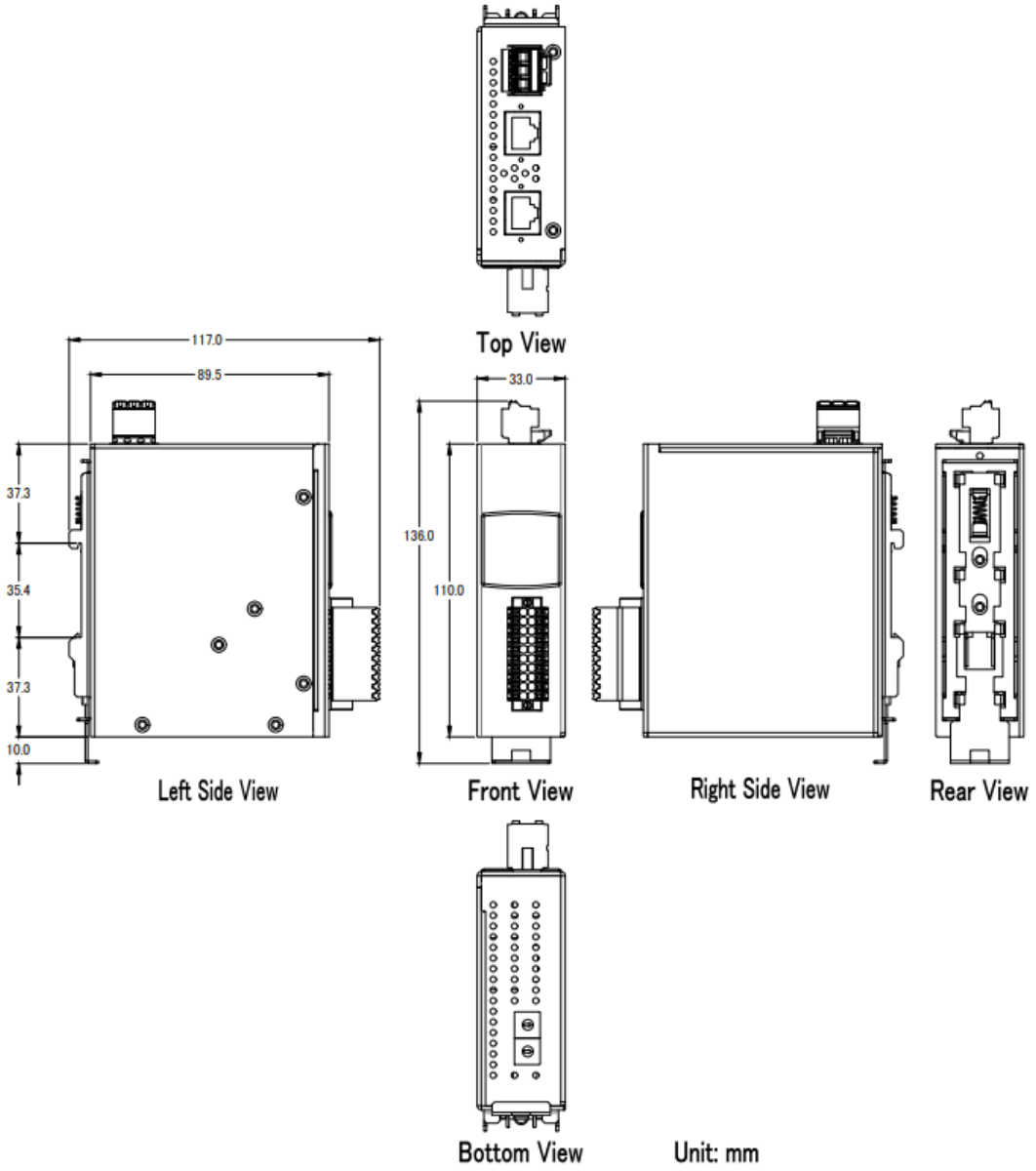


圖 1: ECAT-2072A 外型尺寸

2 供貨範圍

產品包裝內應包括下列配件:

- ECAT-2072A x 1
- 20 腳位插入式連接器 x 1
- 3 腳位插入式連接器（用於供電）x 1
- 快速使用手冊 x 1



圖 2: ECAT-2072A 模組與快速使用手冊

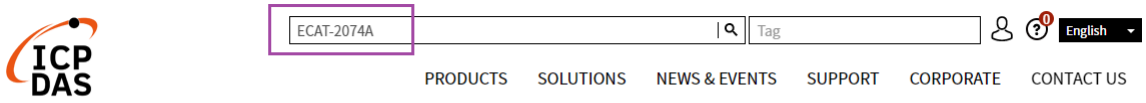
注意:

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。

關於 ECAT-2072A 的更多訊息，請訪問產品網站。 在 ICPDAS 主要網站的搜索功能中輸入產品名稱，以訪問產品網站：

步驟 1: 前往 ICPDAS 主要網站
http://www.icpdas.com

步驟 2: 在搜索編輯器中輸入"ECAT-2072A "以訪問網站



在此網站上可下載使用手冊、快速上手手冊、EtherCAT 從站資訊檔(ESI)與 FAQ。

- 技術支援:
  service@icpdas.com

3 LED 燈定義

ECAT-2072A在外殼前面提供了幾個診斷LED燈，用以表示每個編碼器通道的信號狀態。如需禁用通道請設定物件0x80n0：08 (n - 表示通道編號)為Disable。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-2072A LEDs

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 2: EtherCAT 狀態指示燈

ECAT-2072A 診斷 LED 燈號:

控制 LED 燈	顏色	說明
*	紅色	- 電源指示燈
* * (Enable) 0 1 * * (Error) 23	綠色	- LED 0: 通道 0 啟用狀態 - LED 1: 通道 1 啟用狀態 - LED 2: 通道 0 錯誤狀態 - LED 3: 通道 1 錯誤狀態

表 3: ECAT-2072A 診斷 LED 燈

4 旋鈕定義

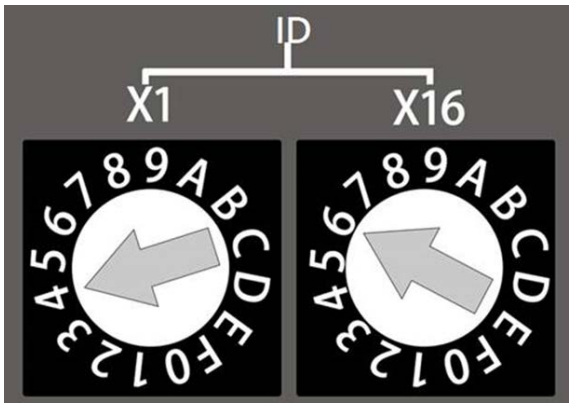


圖 4: ECAT-2072A 別名旋鈕

別名旋鈕分為兩個，X16 為高位，X1 為低位，範圍為 0x00~0xFF。

5 接線

5.1 連接介面



圖 5: ECAT-2072A 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-2072A 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 5: ECAT-2072A 電源與 EtherCAT 介面



圖 6: ECAT-2072A 包含編碼器輸入介面的前視圖

ECAT-2072A 連接介面:

Name	Signal	Signal Description	
C0-	輸入	編碼器輸入 CLK0-	編碼器通道 0
C0+	輸入	編碼器輸入 CLK0+	
D0-	輸入	編碼器輸入 Data0-	
D0+	輸入	編碼器輸入 Data0+	
C1-	輸入	編碼器輸入 CLK1-	編碼器通道 1
C1+	輸入	編碼器輸入 CLK1+	
D1-	輸入	編碼器輸入 Data1-	
D1+	輸入	編碼器輸入 Data1+	
+5V		+5VDC，僅提供測試，長期使用請另外提供外部電源給編碼器	
GND		0V	

表 6: ECAT-2072A 的連接介面

5.2 編碼器連接

ECAT-2072A 可接受 SSI 和 BISS 協定的絕對型編碼器輸入。預設情況下會設置為支援 BISS 協定。

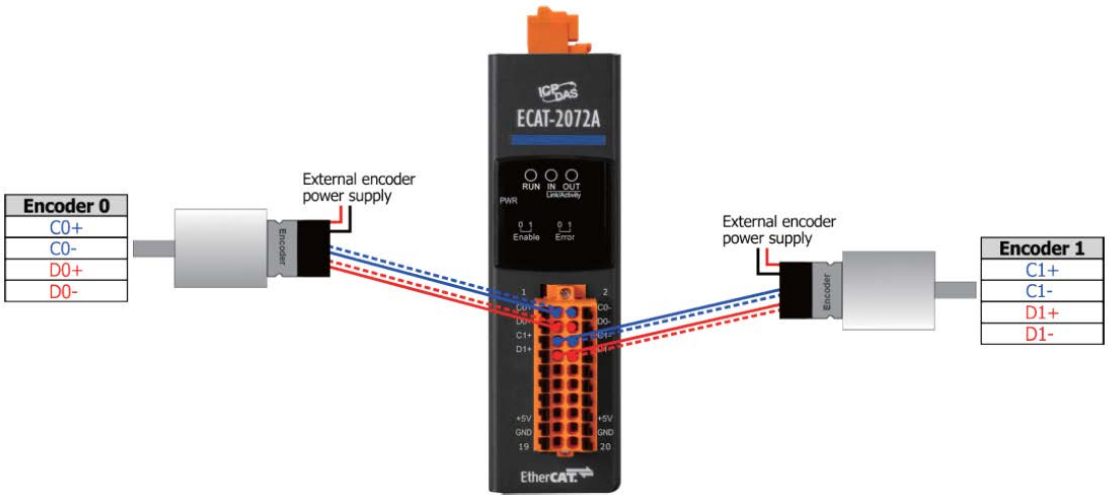


圖 7: ECAT-2072A 編碼器連接

6 基礎通訊

6.1 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/EC 8802-3）兼容。

6.2 EtherCAT 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-2072A 支援四種狀態:

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

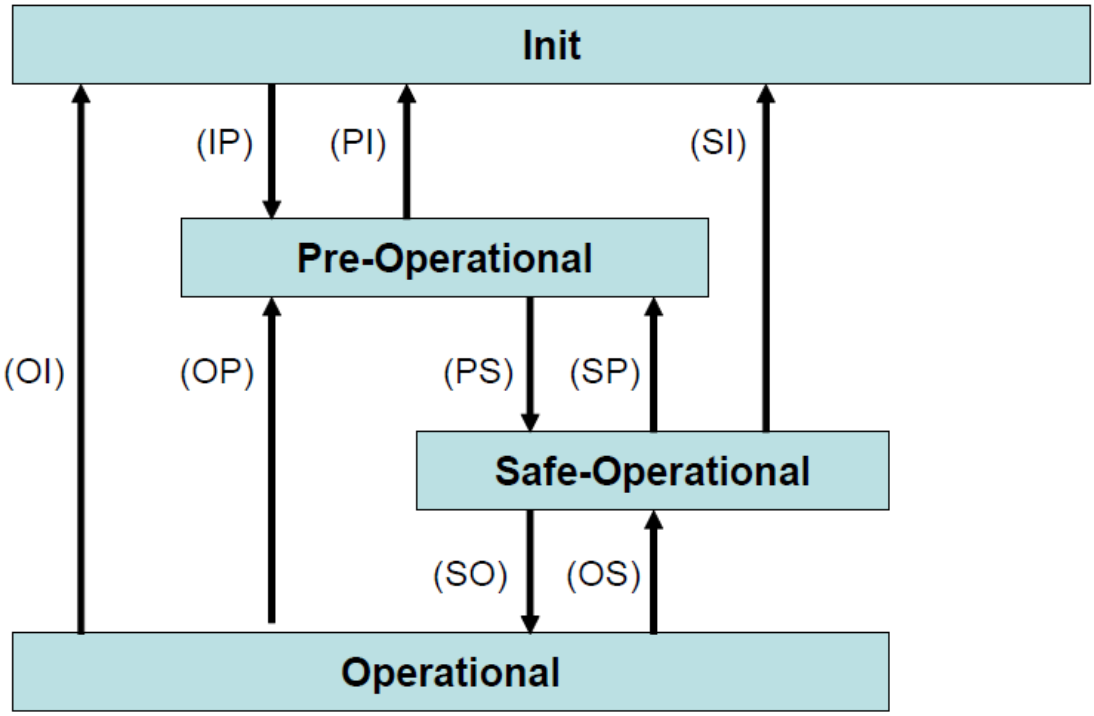


圖 9: EtherCAT 狀態機

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數據(service object data)。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-2072A 的同步管理器 2 和 3 設置給進程數據通訊
- FMMU 通道
- PDO 映射或同步管理器 PDO 分配
- 用戶可以選擇將運動控制相關的組態數據（0x8000-0x8030）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:編碼器位置等等）。

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。

Operational (Op)
此狀態下進程數據物件（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-2072A 支援兩種 OP 模式：自由運行模式和 DC 同步模式。

6.3 同步模式

ECAT-2072A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: 週期時間與間隔是固定和決定性的。主站與從站的進程數據處理都是同步的。 從站以固定和決定性的時間間隔（DC週期時間）處理數據。 從站預期主站會以固定的時間間隔交換進程數據。若主站在設定的時間間隔內沒有發送或讀取數據，則從站會產生同步錯誤。

6.3.1 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。

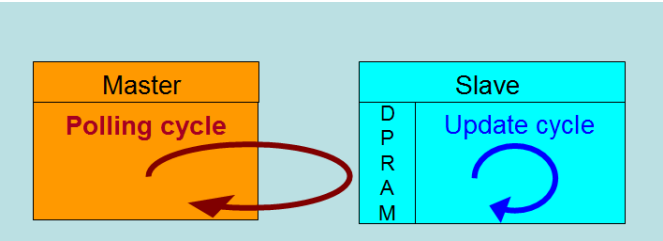


圖 10: 自由運行模式下的主站與從站週期

下圖表示從站在自由運行模式下的進程時序：

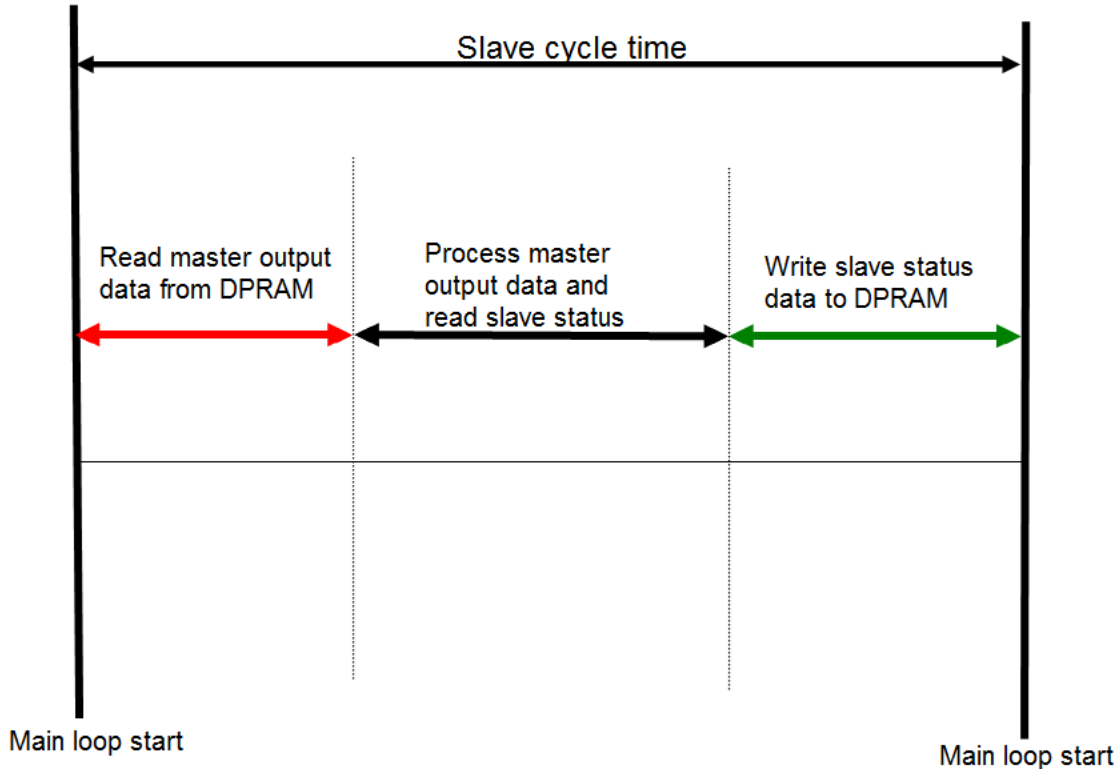


圖 11: 自由運行模式下的從站處理序列

從站韌體會在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，接著，會從 FPGA 晶片讀取編碼器輸入狀態。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。

自由運行同步參數必須在 PREOP 模式下設置：
0x1C33.1 = 0

自由運行同步參數的設置可在 TwinCAT 中透過點擊 ECAT-2072A 從站的"CoE online "標籤頁來完成。 在修改同步參數之前，請確保將從站設置為 PreOP 模式

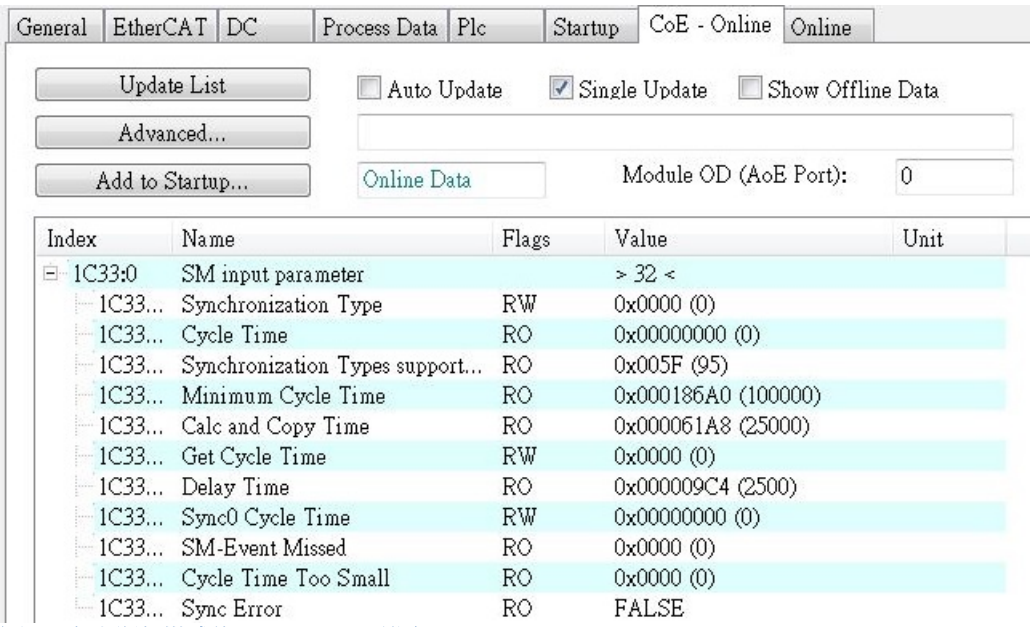


圖 12: 自由運行模式的 SyncManager 設定

6.3.2 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 網絡中不同的從站設置輸出或同步讀取輸入（例如編碼器位置）。

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，觸發從站韌體來處理從主站接收到的 PDO 數據。主站週期時間和 ESC 硬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。

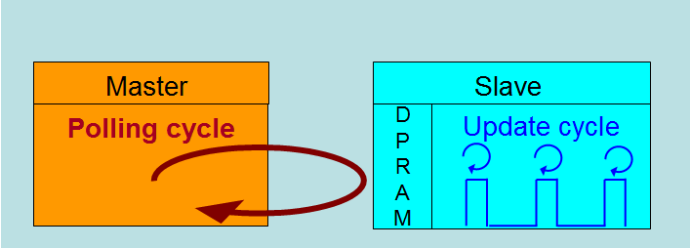


圖 13: DC 同步模式下的主站與從站週期

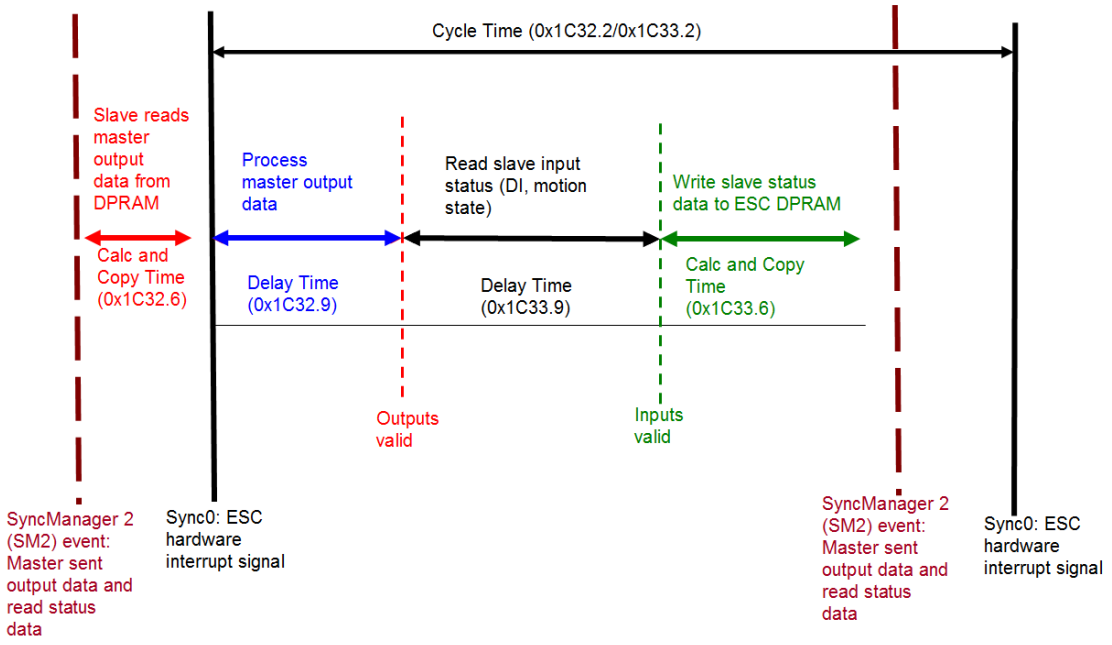


圖 14: DC 同步模式下的內部從站處理序列

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 0x1C33：20 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 15: 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	Unit
1C33:0	SM input parameter		> 32 <	
1C33...	Synchronization Type	RW	0x0002 (2)	
1C33...	Cycle Time	RO	0x00000000 (0)	
1C33...	Synchronization Types support...	RO	0x005F (95)	
1C33...	Minimum Cycle Time	RO	0x000186A0 (100000)	
1C33...	Calc and Copy Time	RO	0x000061A8 (25000)	
1C33...	Get Cycle Time	RW	0x0000 (0)	
1C33...	Delay Time	RO	0x000009C4 (2500)	
1C33...	Sync0 Cycle Time	RW	0x00000000 (0)	
1C33...	SM-Event Missed	RO	0x0000 (0)	
1C33...	Cycle Time Too Small	RO	0x0000 (0)	
1C33...	Sync Error	RO	FALSE	

圖 16: SyncManager 2 參數

- Calc and Copy Time (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 (0x1C33.9): 從接收觸發到設置輸出或鎖定輸入的延遲時間。
- Cycle Time (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。
- 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。

7 專案整合

本章將介紹將 ECAT-2072A 設備加到 TwinCAT 所控 EtherCAT 網路的整合方式。 一般來說，ECAT-2072A 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。

7.1 ESI 檔案

ESI 檔案描述 ECAT-2072A 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。

7.1.1 匯入 ESI 檔案

將 ECAT-2072A 設備的 XML 描述檔案"ECAT-2072A.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-2072A.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 8: ESI 檔案目標目錄

7.2 設備安裝與配置

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。

在進行配置之前，必須滿足以下條件:

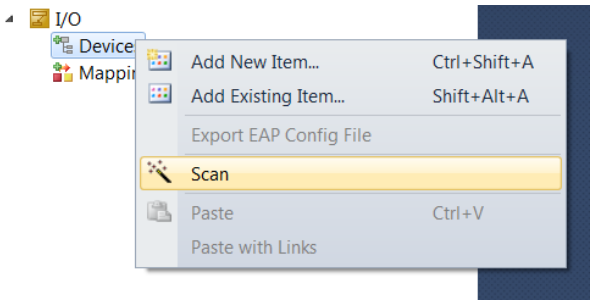
- ECAT-2072A 從站設備必須通過 EtherCAT 電纜線連接到 EtherCAT 主站。 在本手冊中是使用 TwinCAT 3.1 的版本作為 EtherCAT 主站和配置工具。
- ECAT-2072A 設備必須連接到電源並準備好進行通訊。

- 將 TwinCAT 設置為 CONFIG 模式。

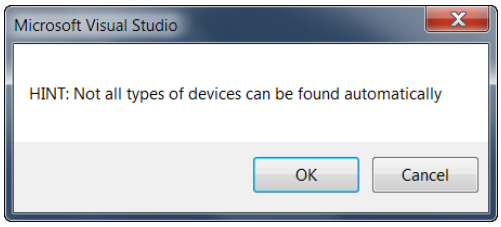
7.2.1 掃描 EtherCAT 裝置

在TwinCAT進入CONFIG模式後，可以開始搜尋在線的設備。

Step 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-2072A設備。



Step 2: 選擇”OK”。



Step 3: 選擇ECAT-2072A所連接的以太網設備（以太網晶片）。 點選 “OK” 確認選擇。

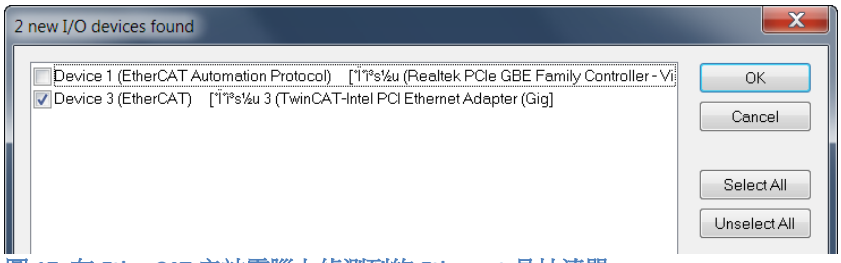
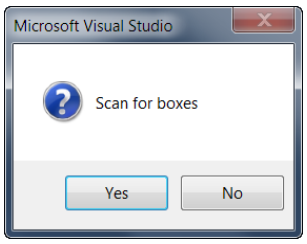
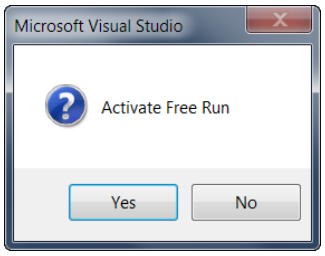


圖 17: 在 EtherCAT 主站電腦上偵測到的 Ethernet 晶片清單

Step 4: 點擊"Yes"啟動掃描程序。



Step 5: 點擊"Yes"將ECAT-2072A設定成自由運行模式。



預設情況下，所有編碼器通道都顯示在樹狀圖中：

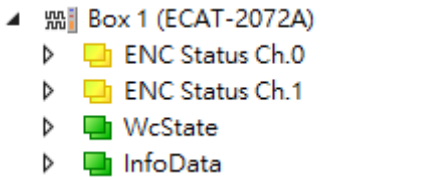


圖 18 ECAT-2072A 的預設參數選擇

7.2.2 編碼器主站配置

ECAT-2072A 設備的配置(例如: 傳輸介面模式、位置位元數等)只需要在實際開始傳輸之前進行一次。 這些參數必須透過基於 EtherCAT 協議的 CANopen（CoE）進行存取，並且會陳列在"CoE online"的標籤頁中。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。

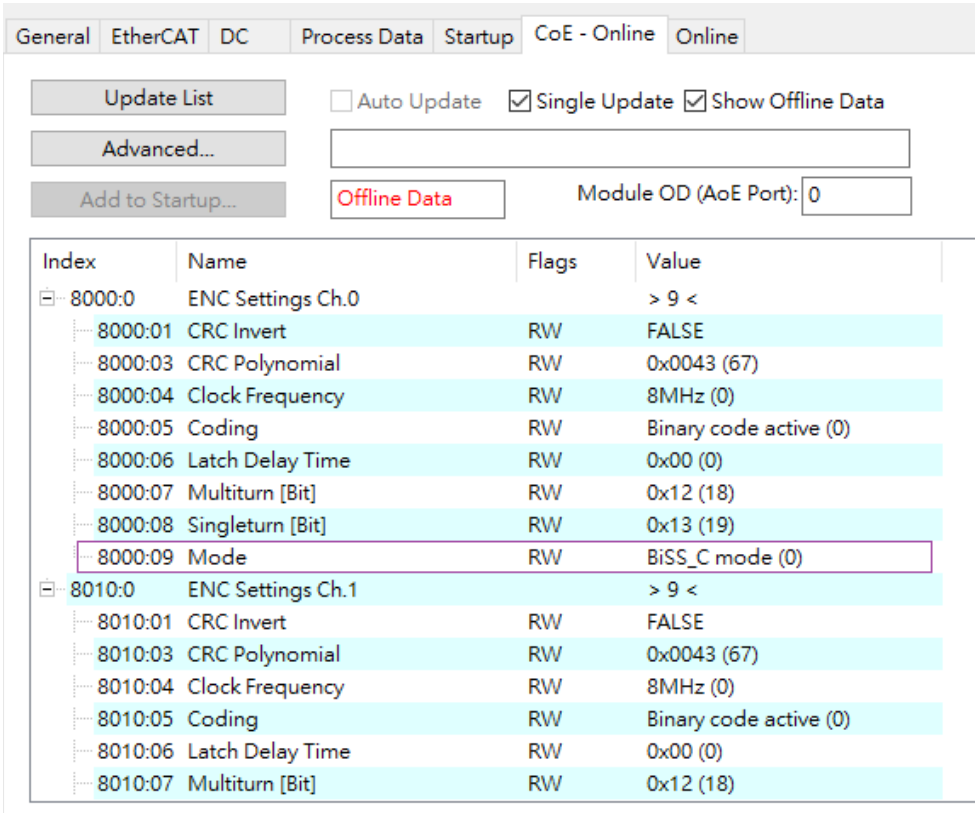
編碼器相關的 CoE 參數列出在編碼器設置對象中（索引 0x80n0，n - 表示通道編號）。

每個通道都必須完成以下配置過程：
- 傳輸介面模式設定
- Multiturn [Bit]和 Singleturn [Bit]
- 資料編碼模式
- 傳輸頻率
- CRC 多項式

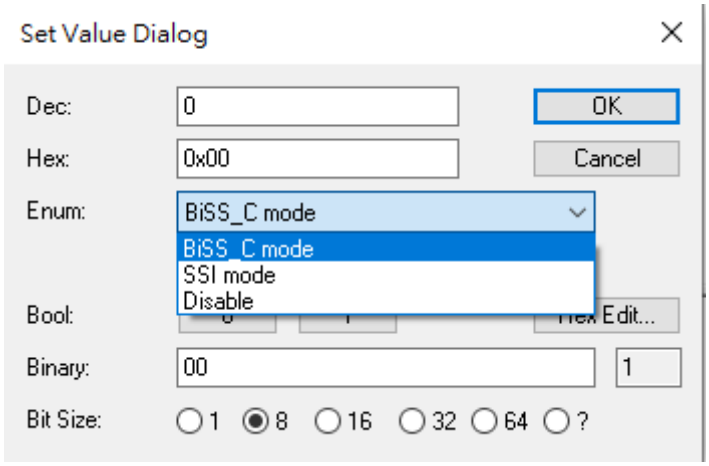
- CRC 反向設定

對每個通道做編碼器傳輸模式設定的範例:

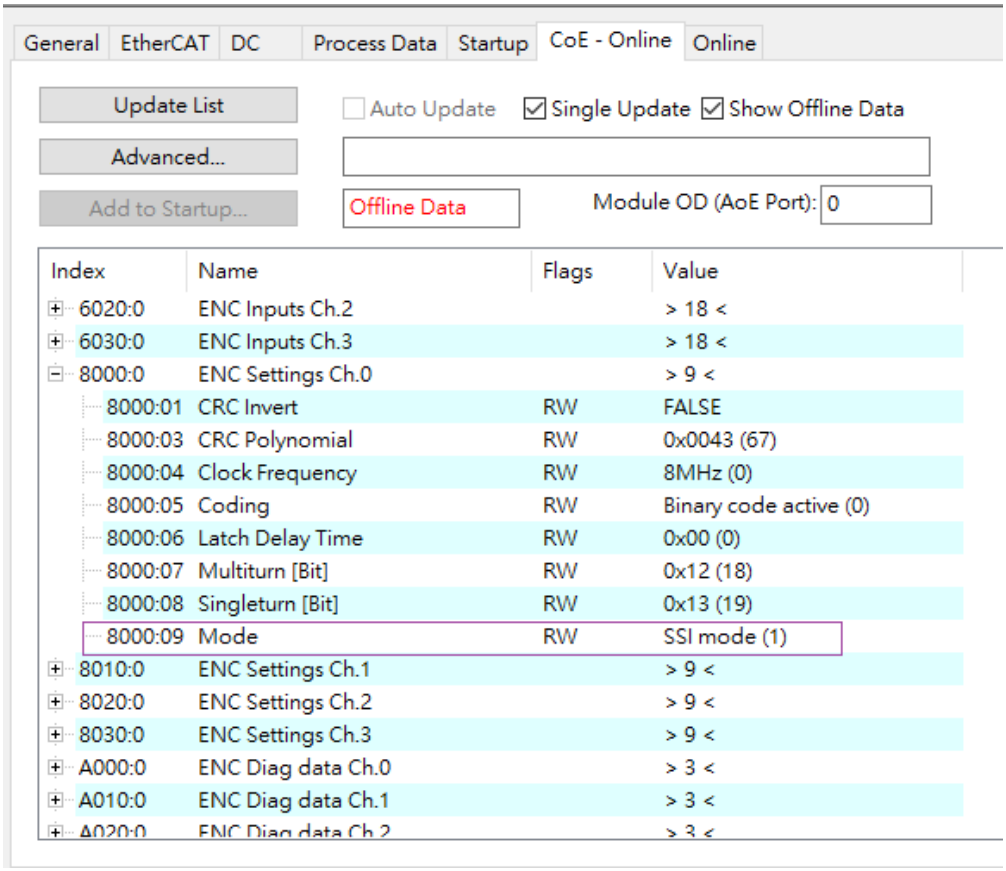
Step 1: 進入通道的"ENC Setting Ch.0"，擴展樹狀索引並雙擊索引為 8000:09的 " mode "。



Step 2: 選擇下拉列表中列出的模式之一，然後點擊"OK"。



Step 3: 一旦此設置成功發送到從站，將會顯示在 CoE 線上參數列表中。 在下圖中為通道 0 選擇了"SSI mode"。該值只需設置一次，因此不必在每個週期時間內發送。



在編碼器主站開始傳輸之前，必須先設置所有相關的傳輸配置。 參數設置完成後，編碼器主站基本已準備就緒。

如果需要，此配置可以永久保存到 ECAT-2072A 的內部非揮發性存儲器中。 設備通電後，將立即根據配置設置進行初始化。 為了保存配置數據，請依照第 8.2 章的說明進行。

7.2.3 EtherCAT 從站進程數據設定

用戶必須在每個週期中選擇必須在 EtherCAT 主站和從站之間傳送的進程數據（進程數據對象，PDO）。 進程數據存在兩部分：

- 主站讀取的數據（例如: 編碼器通道狀態）
- 正在發送給從站的數據或參數（此模組沒有這部分的參數）。

一旦用戶定義了進程數據映像的參數，主站將在每個週期內交換輸入和輸出數據

ECAT-2072A 允許用戶對每個編碼器通道選擇要傳送的進程數據。 在 TwinCAT 中，支援的進程數據對像陳列在"PDO Assignment (0x1C13)"方塊框中。

PDO 選擇程序

1. 啟用 ECAT-2072A 從站的"Process Data"標籤頁。
2. 選擇 TxPDO：點擊"Sync Manager"視窗中的"Inputs"行並在"PDO Assignment (0x1C13)" 視窗中為每個編碼器通道選擇所需的 TxPDO。進程數據包含編碼器錯誤狀態和位置資料。 此進程數據對象有選擇的必要，否則無法從編碼器通道中檢索任何狀態信息。

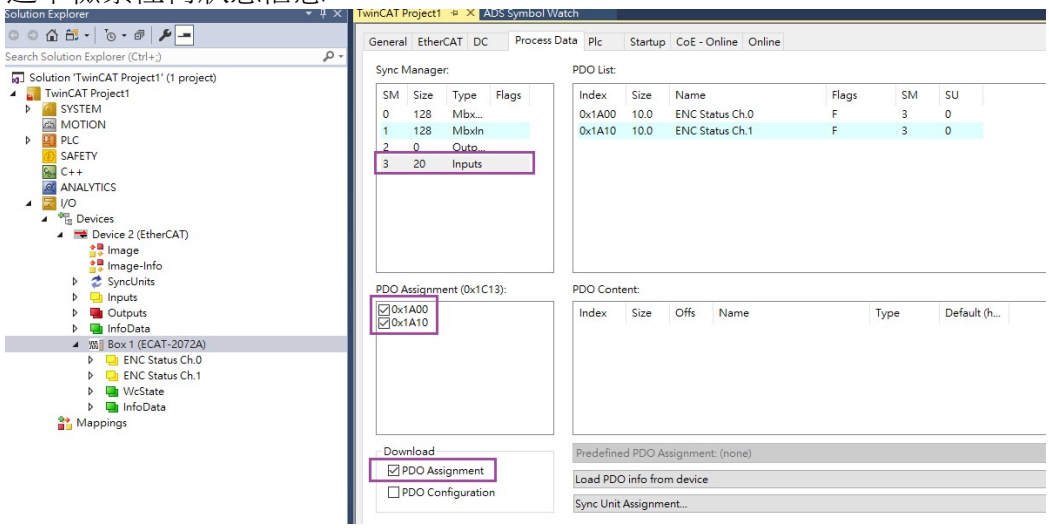


圖 19: Predefined PDO assignment 選項

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。 確保"PDO Assignment"旁邊的勾選框有啟用。

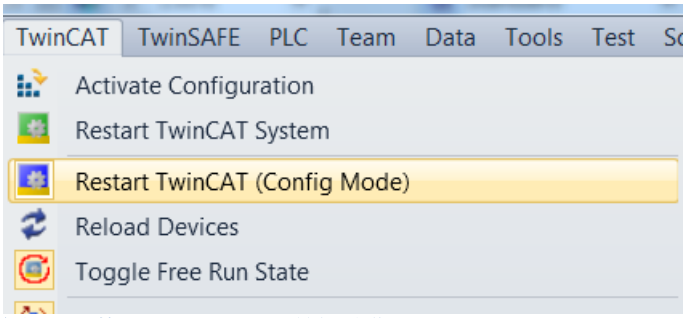


圖 20: 下載 PDO assignment 並且重啟 TwinCAT

該裝置現已準備好設置為自由運行或 DC 同步模式。

8 參數說明

8.1 傳輸模式

ECAT-2072A 編碼器主站支援兩種傳輸模式:

- SSI (Serial Synchronous Interface)
- BiSS-C (BiSS Continuous Mode, unidirectional)

編碼器主站模式必須透過 CoE 做設定。
0x80n0：08，n - 表示通道編號
如需禁用通道可以設定這個物件成 Disable。

SSI 模式: 編碼器主站會傳輸週期脈波給編碼器，編碼器會根據脈波的上升沿傳送資料，編碼器主站則在下降沿擷取資料。當傳送完畢後，編碼器主站會持高電位，編碼器則是經過一段 Timeout 後轉為高電位，此時可進行下一次的傳輸。

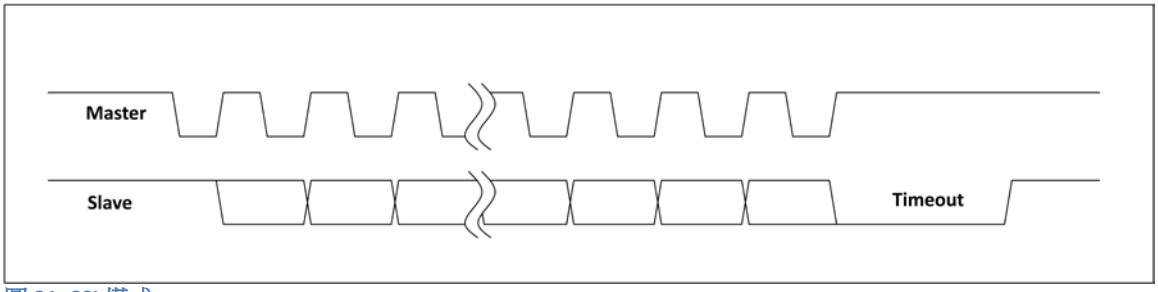


圖 21: SSI 模式

BiSS-C 模式(單向): 編碼器主站會傳輸週期脈波給編碼器，編碼器會在 MA 第二個上升沿做 Ack 的動作，此時 SLO 保持低電位直到編碼器準備好資料時則傳輸高電位

Start bit。在 Start bit 後面會緊接著一個低電位”0” bit 之後便是傳輸位置資料，位置資料傳輸完畢後便會傳輸 error bit 和 warn bit，error bit 和 warn bit 都是低電位有效(active low)。接著便是傳輸 CRC 檢查碼，當 CRC 檢查碼傳輸完畢後 MA 會保持高電位，SLO 則保持一段低電位 Timeout 後回復到高電位，此時可以進行下一次的傳輸。

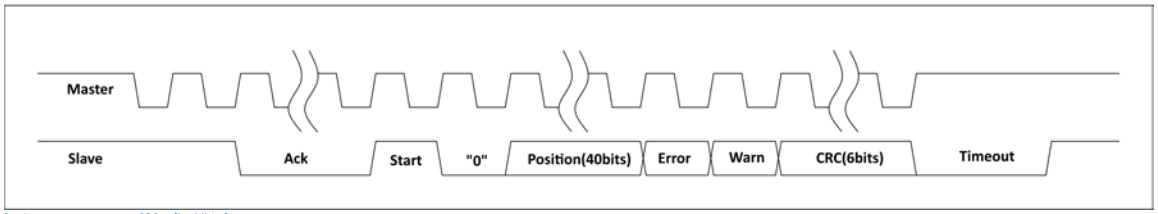


圖 22: BiSS-C 模式(單向)

8.2 位置位元數

設定多圈 Multiturn 和單圈 Singleturn 的位元數，必須通過 CoE 做設置。
Multiturn ：0x80n0：06， n - 表示通道編號。
Singleturn : 0x80n0：07， n - 表示通道編號。

依照編碼器傳輸的位置位元數(bit)來設定此參數。Multiturn 和 Singleturn 個別可以設定最大的位元數為 32bits，但兩者加起來的數量有所限制，SSI 不得超過 48bits，BiSS-C 則因設定的 CRC 生成多項式而改變，算式為 46 減去 CRC bits，例如:設定是 CRC-6 則最大位元數為 46-6=40。
如果編碼器只有 Singleturn 則把 Multiturn 設成 0 即可。

8.3 傳輸脈波頻率

編碼器主站會依照設定的頻率傳輸脈波，編碼器則是以同樣的頻率傳輸資料。需注意編碼器支援的頻率最大值和最小值，否則可能無法獲取正確的資料。

Clock Frequency number	Clock Frequency
0	10MHz
1	5MHz
2	2.5MHz
3	1.25MHz
4	625KHz
5	312.5KHz
6	156.25KHz

表 9: 傳輸脈波頻率

傳輸脈波頻率必須透過 CoE 做設置。0x80n0：04， n - 表示通道編號。

8.4 資料編碼模式

ECAT-2072A 編碼器主站支援兩種資料編碼模式:

- Binary code (二進制)
- Gray code (格雷碼)

資料編碼模式必須透過 CoE 做設定。
0x80n0：05，n - 表示通道編號

依照編碼器的資料編碼模式來設定此參數，編碼模式分為 Binary code (二進制)和-Gray code (格雷碼)，兩者最大的不同為 Gray code(格雷碼)在移動到下一個位置時只會更改一個位元，可以減少讀取數值錯誤的情況發生。

8.5 CRC 生成多項式

在 BISS-C 的模式下編碼器會在資料最後加入 CRC 的檢查碼，而這個檢查碼就是依照 CRC 生成多項式來產生的，因此編碼器主站需要得知編碼器所使用的 CRC 生成多項式是多少才能對資料進行校驗。

CRC 生成多項式設定必須包含最高位，最高可設定 8 位也就是 CRC-7。例如常用的多項式為:x6 + x1 + x0(CRC-6)，以二進制表示為 1000011，也就是設定成 67(十六進制:0x43)。

CRC 生成多項式必須透過 CoE 做設定。0x80n0：03，n - 表示通道編號。

8.6 CRC 位元反向

在 BISS-C 的模式下編碼器會在資料最後加入 CRC 的檢查碼，有些編碼器會將計算後的檢查碼位元反向之後再傳送，此時就必須要設定此參數為 true。

CRC 位元反向必須透過 CoE 做設定。0x80n0：01，n - 表示通道編號。

8.7 量測資料延遲時間

在編碼器主站和編碼器之間傳輸的信號會因為傳輸線的長度而導致延遲，線長越長

量測到的數值越大，這個延遲的時間在低傳輸頻率下不會影響（延遲時間比傳輸脈波週期短得多），但在高傳輸頻率下就有需要設置延遲補償才能得到正確的數值。

此數值是 ECAT-2072A 所量測到的資料延遲時間。0x80n0：09，n - 表示通道編號。

8.8 擷取資料延遲時間

在 BiSS-C 的模式下 ECAT-2072A 具有自動補償資料延遲的機制，模組會依照量測到的延遲時間和目前所設置的頻率經過計算之後所設定的，此數值為模組自動設定，用戶不用另外設定。

Latch Delay Time。0x80n0：0A，n - 表示通道編號。

8.9 編碼器狀態

本節將描述 TxPDO 中列出的所有變數：0x1An0 (n - 表示通道編號)。 這些變數基本顯示了通道的狀態，和每個編碼器通道讀取到的位置。

參數	物件	說明
BiSS Warning bit (nWarning)	0x60n0:01	在 BiSS-C 模式下編碼器傳輸給編碼器主站的 Warning bit，此訊號為 active low。
BiSS Error bit (nError)	0x60n0:03	在 BiSS-C 模式下編碼器傳輸給編碼器主站的 Error bit，此訊號為 active low。
Ready	0x60n0:04	顯示資料是否已經準備完成。
CRC Error	0x60n0:05	顯示 CRC 校驗成果是否有誤。
Input cycle counter	0x60n0:09	顯示是否有成功傳輸新的資料，成功讀取資料則次數加 1。
Multiturn Position	0x60n0:0F	顯示編碼器主站讀取到的 Multiturn 位置。
Singleturn Position	0x60n0:10	顯示編碼器主站讀取到的 Singleturn 位置。

表 10: 編碼器狀態變數

9 CoE 介面

9.1 概述

CoE 介面（CANopen over EtherCAT）用於 EtherCAT 設備的參數管理。 CoE 界面顯示了操作和診斷 ECAT-2072A 設備所需的所有物件和參數。 有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。 編碼器配置參數需要在實際運動控制開始之前做好設置。 這些參數的設定由編碼器類型和系統的設置來決定。

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、進程數據設定和配置參數等。

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。0x1A00: TxPDO mapping
- 0x8000: 儲存編碼器主站所需的所有設置數據。
- 0x6000: 輸入PDO（從EtherCAT主站角度來看的”輸入”）。圖 23顯示了可用於ECAT-2072A設備的一些CoE物件，其範圍從 0x1000 到 0xF009。 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。

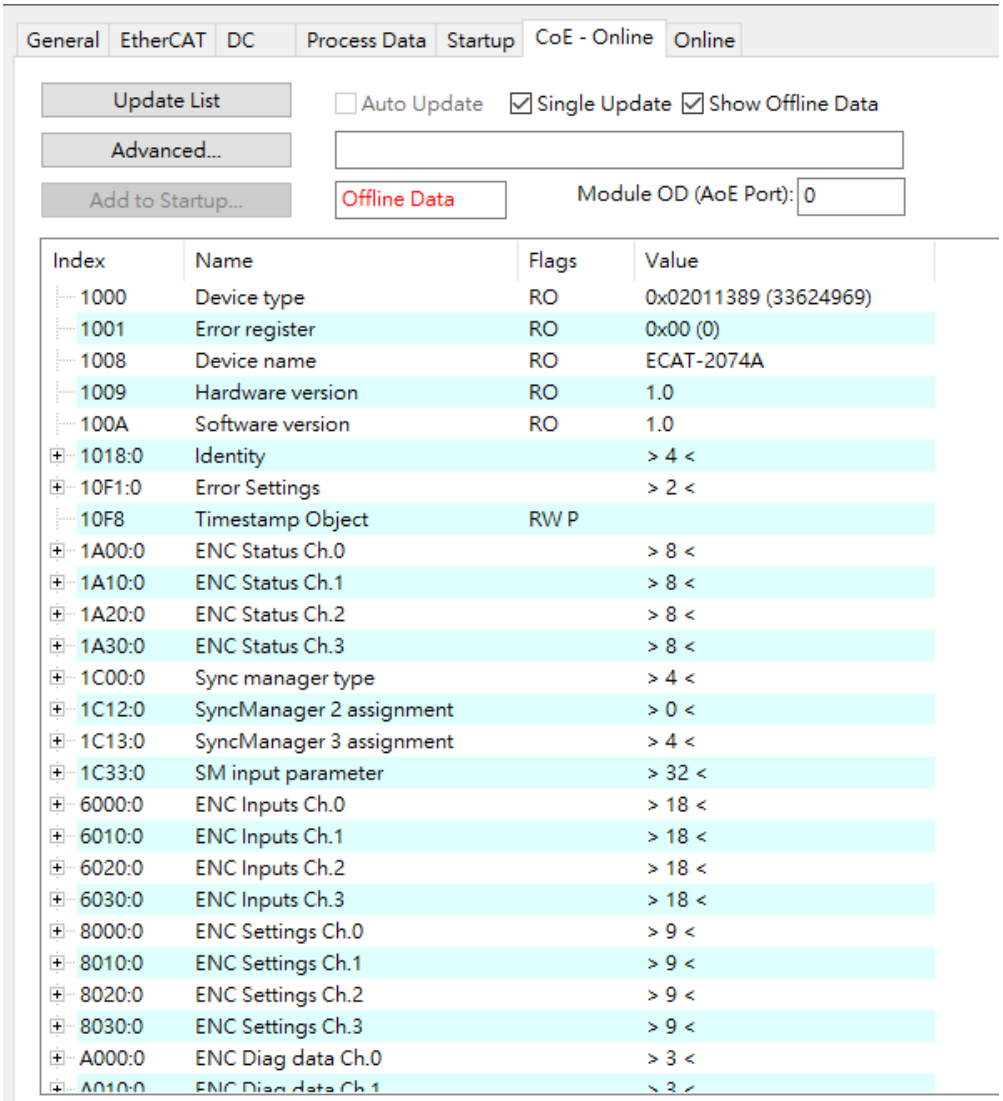


圖 23: "CoE - Online " 標籤頁

9.2 儲存設置數據到記憶體

本節將討論將編碼器參數儲存到ECAT-2072A的 非揮發性 記憶體 設備的程序。

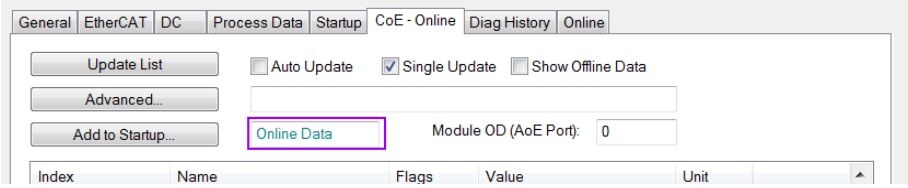
CoE 物件範圍 0x80n0 (n - 表示通道編號) 所有配置 ECAT-2072A 所需的參數。
TwinCAT 允許用戶透過系統管理器或經由 ADS（TcEtherCAT.lib library）從 TwinCAT PLC 設定配置參數。

如果從站的CoE參數被線上修改，ECAT-2072A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

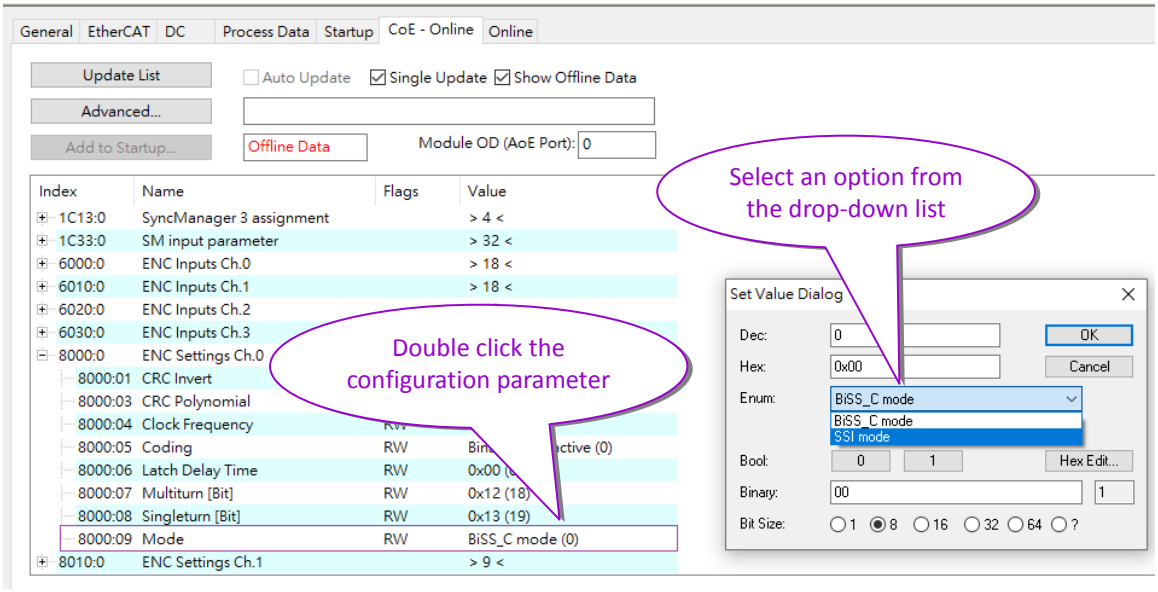
存儲到ECAT-2072A的 非揮發性 記憶體 的功能，重新啟動後該設定將立即可用。

將配置數據存儲到ECAT-2072A區域記憶體的程序：

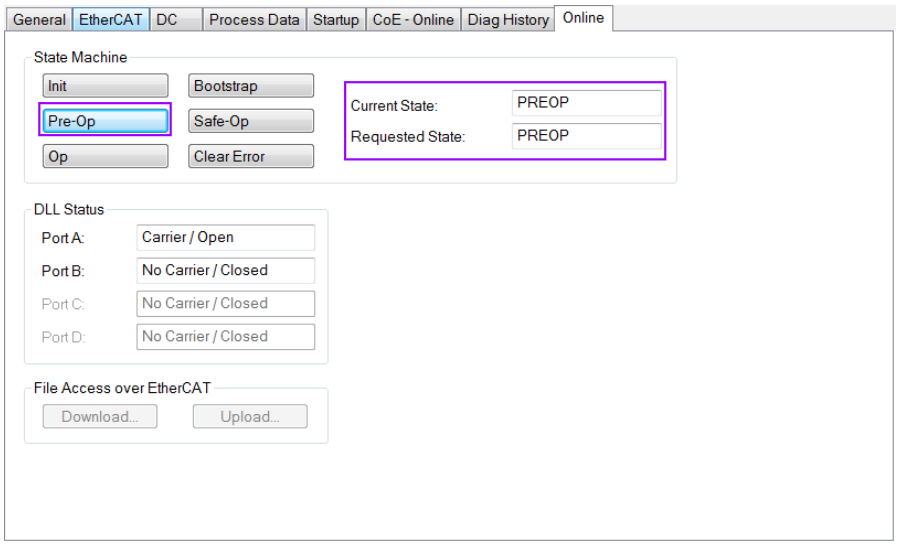
Step 1: 確保 TwinCAT 系統管理器有連接到 ECAT-2072A，且"CoE-Online"標籤頁顯示從站處於在線的狀態。



Step 2: 輸入正確的參數值來執行所有必要的配置。 透過雙擊配置參數並從顯示的下拉式選單中選擇一個選項來完成設置。 下圖為編碼器通道 0 的傳輸模式進行設置的程序



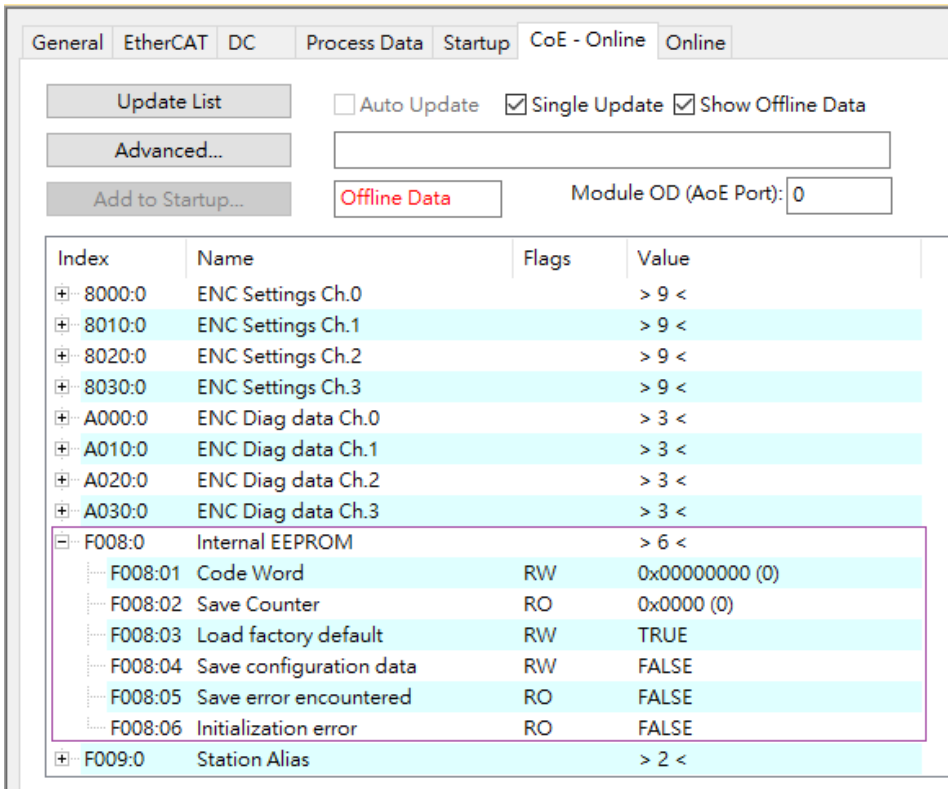
Step 3: 完成所有配置後，將從站設置為 Pre-Op 模式。 當處於 Pre-Op 模式時，只能將數據存儲到區域設備。 在"Online"標籤頁上，單擊"Pre-OP"按鈕將從站設置到 Pre-OP 模式。



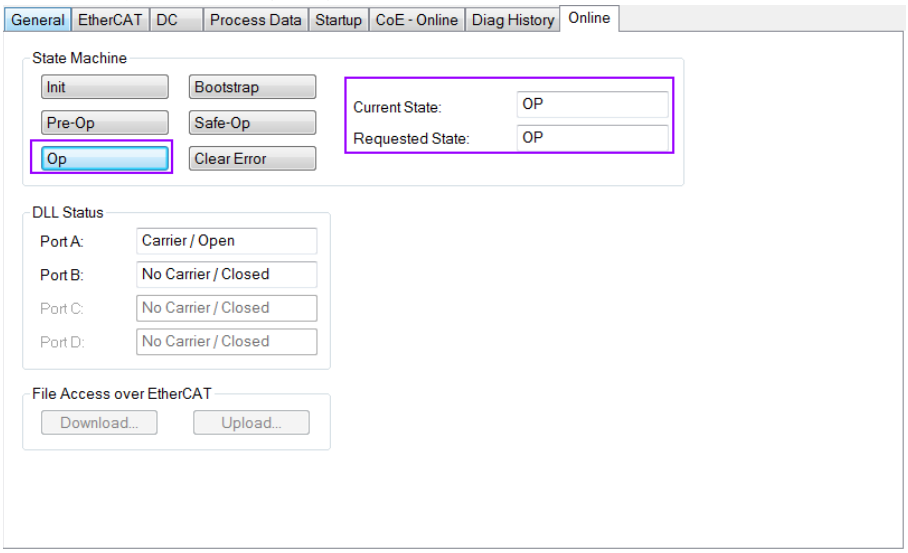
Step 4: 物件 0xF008 的參數處理儲存程序。

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次數。

   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）。



Step 5: 將 ECAT-2072A 設置回 OP 模式。



10 物件描述與參數化

10.1 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-2072A

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	1.0 (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 從站的產品號碼	UINT32	RO	0x00207241 (2072A)
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。			

10.2 TxPDO Mapping Objects

Index 0x1An0 ENC StatusCh.n (TxPDO-Map)

Index (hex)	項目	說明	類型	標誌	預設
1An0:0	ENC Status	編碼器狀態	UINT8	RO	0x0B
1An0:01	Status__BiSS Warning bit (nWarning)	BiSS Warning 位元資料 (1 Bit)	UINT32	RO	0x60n00101
1An0:02	Status__BiSS Error bit (nError)	BiSS Error 位元資料 (1 Bit)	UINT32	RO	0x00000201
1An0:03	Status__Ready	資料是否準備讀取 (1 Bit)	UINT32	RO	0x60n00301
1An0:04	Status__CRC Error	CRC 校驗錯誤 (1 Bit)	UINT32	RO	0x60n00401
1An0:05	Status__Gap1	字節填充 (4 Bit)	UINT32	RO	0x00000004
1An0:06	Status__Input cycle counter	位置資料計數器，當有正確讀取資料時此數增加 1 (8 Bit)	UINT32	RO	0x60n00908
1An0:07	Status__Multiturn Position	編碼器的多圈位置資料 (32 Bit)	UINT32	RO	0x60n01120
1An0:08	Status__Singleturn Position	編碼器的單圈位置資料 (32 Bit)	UINT32	RO	0x60n01220

"n"代表通道編號

10.3 Sync Manager Objects

Index 0x1C00 Sync manager type

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

Index 0x1C13 TxPDO assign

Index (hex)	項目	說明	類型	標誌	預設
1C13:0	TxPDO assign	SyncManager 3 配置: PDO Assign Inputs	UINT8	RO	0x20
1C13:01	SubIndex 001	預設配置: ENC Status Channel 0	UINT16	RW	0x1A00
1C13:02	SubIndex 002	預設配置: ENC Status Channel 1	UINT16	RW	0x1A10
1C13:03	SubIndex 003	預設配置: ENC Status Channel 2	UINT16	RW	0x1A20
1C13:04	SubIndex 003	預設配置: ENC Status Channel 3	UINT16	RW	0x1A30

Index 0x1C33 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: • 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): • 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: • 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	• 0: 停止本地週期時間的量測 • 1: 開始本地週期時間的量測 將參數設置為 1，以便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事件的數量(只限於DC同步模式)		RO	0x0000
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

10.4 Input Data

Index 0x60n0 ENC Inputs Ch.n

Index (hex)	項目	說明	類型	標誌	預設
60n0:0	Get encoder input status	編碼器狀態輸入	UINT8	RO	0x13
60n0:01	BiSS Warning bit (nWarning)	Biss 傳輸協定的編碼器傳輸資料時所傳送的 Warning bit，此狀態是低電位有效 (active low)	BOOLEAN	RO	
60n0:02	BiSS Error bit (nError)	Biss 傳輸協定的編碼器傳輸資料時所傳送的 Error bit，此狀態是低電位有效(active low)	BOOLEAN	RO	
60n0:03	Ready	當資料準備完成時為 TRUE，否則保持為 FALSE	BOOLEAN	RO	
60n0:04	CRC Error	使用 Biss 傳輸協定所接收到的資料進行 CRC 校驗，如果成功保持為 FALSE，失敗則保持 TRUE	BOOLEAN	RO	
60n0:09	Input cycle counter	每當讀取 PDO 資料時會先檢查資料是否有	UINT8	RO	

		誤，如果正確讀取資料則此數增加 1			
60n0:11	Multiturn Position	編碼器的多圈位置資料，可以藉由物件（80n0：07）來設定傳輸的位元數	UINT32	RO	
60n0:12	Singleturn Position	編碼器的單圈位置資料，可以藉由物件（80n0：08）來設定傳輸的位元數	UINT32	RO	

"n"代表通道編號

10.5 Configuration Data

Index 0x80n0 ENC Settings Ch.n

Index (hex)	項目	說明	類型	標誌	預設
80n0:0	ENC Settings	編碼器設定	UINT8	RO	0x0B
80n0:01	CRC Invert	CRC 檢查碼位元反向	BOOLEAN	RW	0x01
80n0:03	CRC Polynomial	CRC 生成多項式	UINT16	RW	0x43
80n0:04	Clock Frequency	傳輸脈波頻率 0:10MHz 1:5MHz 2:2.5MHz 3:1.25MHz 4:625KHz 5:312.5KHz 6:156.25kHz	DT0801EN08	RW	0x00 (10MHz)
80n0:05	Coding	資料編碼模式 0:Binary code 1:Gray code	DT0802EN08	RW	0x00 (Binary code)
80n0:06	Multiturn [Bit]	編碼器的多圈位置資料的位元數，最大設置 32	UINT8	RW	0x00
80n0:07	Singleturn [Bit]	編碼器的多圈位置資料的位元數，最大設置 32	UINT8	RW	0x20
80n0:08	Mode	編碼器傳輸資料使用的傳輸協定，或禁用通道 0:BISS 1:SSI 2:Disable	DT0803EN08	RW	0x00 (BISS)
80n0:09	Measured Delay Time	量測到因線長造成的延遲時間	UINT8	RO	0x00
80n0:0A	Latch Delay Time	模組自動設定補償的資料延遲時間	UINT8	RO	0x00

"n"代表通道編號

10.6 Information and Diagnostic Data

Index 0xA0n0 STM Diag data

Index (hex)	項目	說明	類型	標誌	預設
A0n0:0	STM Diag data	編碼器診斷狀態	UINT8	RO	0x06
A0n0:1	Error	編碼器發生錯誤	BOOLEAN	RO	0x00
A0n0:2	SCD Error	DC 模式同步錯誤	BOOLEAN	RO	0x00
A0n0:3	Channel Status	通道啟用狀態 0: Disable 1: Enable	BOOLEAN	RO	0x00

"n"代表通道編號

10.7 Configuration Parameters Storage

Index 0xF008 Internal EEPROM

Index (hex)	項目	說明	類型	標誌	預設
F008:0	Internal EEPROM	將 CoE 參數存儲到內部 EEPROM	UINT8	RO	0x06
F008:01	Code Word	將 CoE 配置數據保存到 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。 • 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 0x8030)	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 • 設定為 TRUE 以將配置數據(0x8000 到 0x8030)儲存到 ECAT-2072A 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
F008:06	Initialization error	內部 EEPROM 存取失敗	BOOLEAN	RO	FALSE

10.8 Station alias Configuration

Index F009 Station Alias

Index (hex)	項目	說明	類型	標誌	預設
F009:0	Station Alias		UINT8	RO	0x02
F009:01	Rotary switch value	顯示別名旋鈕數值	UINT16	RO	0x00
F009:02	Reserve	保留	BOOLEAN	RO	0x0