



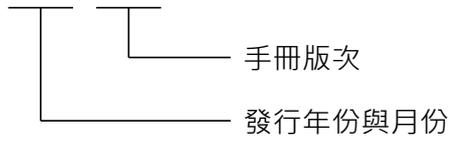
# E系列驅動器

Thunder over EtherCAT  
使用者操作手冊

# 修訂紀錄

手冊版次資訊亦標記於手冊封面右下角。

MD43UC01-2312\_V1.0



發行日期	版次	適用產品	更新內容
2023/12/15	1.0	E 系列 EtherCAT 驅動器	初版發行。

## 相關文件

透過相關文件，使用者可快速了解此手冊的定位，以及各手冊、產品之間的關聯性。詳細內容請至本公司官網→下載中心→手冊總覽閱覽 ( [https://www.hiwinmikro.tw/Downloads/ManualOverview\\_TC.htm](https://www.hiwinmikro.tw/Downloads/ManualOverview_TC.htm) )。

## 序言

藉由 Ethernet over EtherCAT 的網路協議，E 系列 EtherCAT 驅動器可以透過 EtherCAT 網路架構進行 Thunder 連線。本手冊主要目的為幫助使用者進行 Ethernet over EtherCAT 的相關設置，讓使用者除了透過 USB 連線驅動器之外，還可以選擇透過 Ethernet over EtherCAT 通訊進行 Thunder 連線以設定參數、調適馬達與執行故障排除。

## 技術用語

術語	含意
Ethernet	乙太網路，為目前應用最普遍的區域網路技術，IEEE 802.3 標準制定了其技術規範。
EtherCAT	乙太網控制自動化技術 ( Ethernet for Control Automation Technology )，是由倍福自動化 ( Beckhoff Automation ) 研發的一種由 Ethernet 為基礎的現場總線系統。
EoE	Ethernet over EtherCAT，EtherCAT 延伸的一種技術，能在 EtherCAT 網路的架構下傳輸 Ethernet 封包，同時不影響 EtherCAT 網路內的資料交握。
ESI	EtherCAT 從站資訊 ( EtherCAT Slave Information )，一個描述從站特性的檔案，其內容由 ETG.2000 定義。
EEPROM	電子抹除式可複寫唯讀記憶體 ( Electrically-Erasable Programmable Read-Only Memory )，可透過電子方式多次複寫的唯讀記憶體。
IP 位址	網際協定 ( Internet Protocol ) 中用於傳送標識或接收資料報 ( Datagram ) 的一串數字。
PreOp、SafeOp、Op	EtherCAT 狀態機中的預運行、安全運行以及運行狀態，詳細內容請參閱《E 系列驅動器 EtherCAT 通訊命令手冊》2.4 節。

# 目錄

1.	環境配置.....	1-1
1.1	軟硬體要求.....	1-2
1.2	更新 EEPROM.....	1-2
1.2.1	連接設備.....	1-3
1.2.2	開啟 EEPROM 燒錄程式.....	1-3
1.2.3	查看設備的 EEPROM.....	1-4
1.2.4	燒錄 EEPROM.....	1-5
1.3	EoE 接線設置.....	1-7
2.	連線手法.....	2-1
2.1	控制器連線設置.....	2-2
2.1.1	網路配置.....	2-2
2.1.2	EoE 設置.....	2-4
2.2	驅動器連線設置.....	2-5
2.2.1	新增路由.....	2-5
2.2.2	Thunder 連線.....	2-6
3.	注意事項.....	3-1
3.1	支援功能.....	3-2
3.2	主控權設置.....	3-3
4.	附錄.....	4-1
4.1	錯誤排查.....	4-2
4.2	EoE 設置範例 - TwinCAT 3.....	4-3

# 1. 環境配置

1.	環境配置.....	1-1
1.1	軟硬體要求.....	1-2
1.2	更新 EEPROM.....	1-2
1.2.1	連接設備.....	1-3
1.2.2	開啟 EEPROM 燒錄程式.....	1-3
1.2.3	查看設備的 EEPROM.....	1-4
1.2.4	燒錄 EEPROM.....	1-5
1.3	EoE 接線設置.....	1-7

## 1.1 軟硬體要求

執行 EoE 功能前，請先確認軟硬體規格是否支援 EoE。

### ■ E1 系列驅動器

表 1.1.1 支援 EoE 之 E1 系列驅動器規格

型號	ED1F-E□ ( EtherCAT 機種 )
韌體版本	2.10.6 以上
ESI 版本	HIWIN_MIKROSYSTEM_ED1F_20231212.xml ( 以及日期較新之版本 )
EEPROM 版本	EEPROM_ED1F (Version_2.10.6_or_above)

### ■ E2 系列驅動器

表 1.1.2 支援 EoE 之 E2 系列驅動器規格

型號	ED2F-E□ ( EtherCAT 機種 )
韌體版本	3.10.6 以上
ESI 版本	HIWIN_MIKROSYSTEM_ED2F_20231212.xml ( 以及日期較新之版本 )
EEPROM 版本	EEPROM_ED2F (Version_3.10.6_or_above)

### ■ 上位控制器

請依規格書確認該產品的軟體可支援 EoE 的終端設置。

### ■ Thunder 軟體

Thunder 安裝檔版本需為 1.10.6.0 以上。

## 1.2 更新 EEPROM

第一次使用 EoE 功能前，需手動更新 EEPROM 以支援 EoE 功能。本節說明如何利用工具更新 EEPROM。

### 1.2.1 連接設備

以串接的方式連接需更新 EEPROM 的設備 ( CN9 )，並直接連接到電腦。連接時，請確認 IN/OUT 的連接是否正確，如圖 1.2.1.1。



圖 1.2.1.1

### 1.2.2 開啟 EEPROM 燒錄程式

於 C:\Thunder\dce\toolswin\winkmi\EtherCAT Configuration Tool for HIWIN 開啟 EtherCAT Configuration Tool for HIWIN.exe。進入程式畫面後，請先選擇與電腦連接的設備的網卡，並點擊 **Scan**。待掃描完畢後，左方會列出所有掃描到的設備。

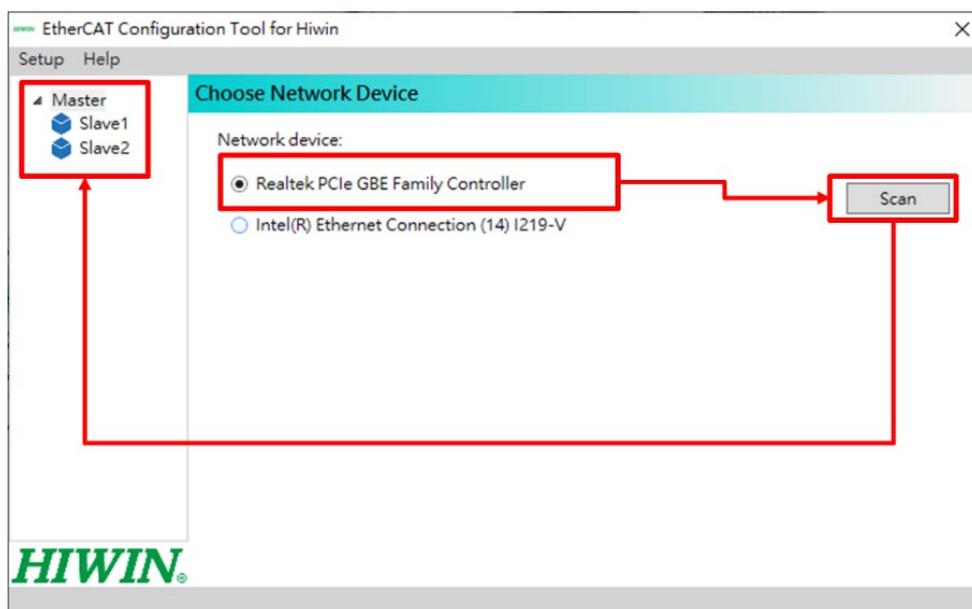


圖 1.2.2.1

## 1.2.3 查看設備的 EEPROM

滑鼠雙擊欲查看的設備，即可查看其 EEPROM 所包含的重點資訊。

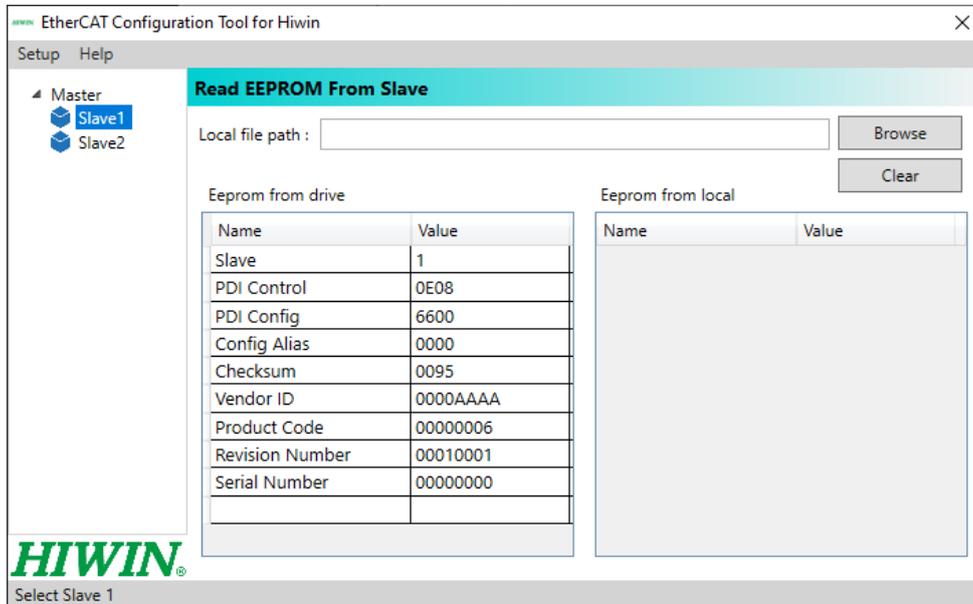


圖 1.2.3.1

請確認設備的 Product Code 與 Revision Number。Product Code 對應驅動器的機種，Revision Number 則對應支援 EoE 的版本。

表 1.2.3.1 Product Code 與 Revision Number 對應表

	Product Code	Revision Number
ED1F ( 不支援 EoE )	0x00005	0x10000
ED2F ( 不支援 EoE )	0x00006	0x10000
ED1F ( 支援 EoE )	0x00005	0x10001
ED2F ( 支援 EoE )	0x00006	0x10001

## 1.2.4 燒錄 EEPROM

本節說明如何透過 EEPROM 燒錄程式更新驅動器的 EEPROM，其操作步驟如下：

1. 於左上角的 Setup 點擊 **Write EEPROM to slave**。

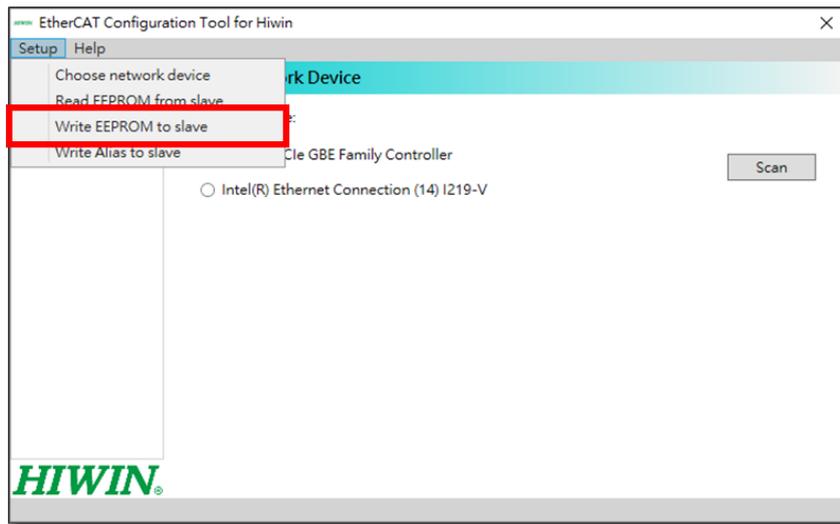


圖 1.2.4.1

2. 選擇欲燒錄的設備，並搜索欲燒錄的 EEPROM 檔案 (.bin)。EEPROM 檔案包含在 Thunder 路徑 C:\Thunder\dce\toolswin\winkmi\EtherCAT Configuration Tool for HIWIN\Bin Library 中，檔案對應內容如表 1.2.4.1。

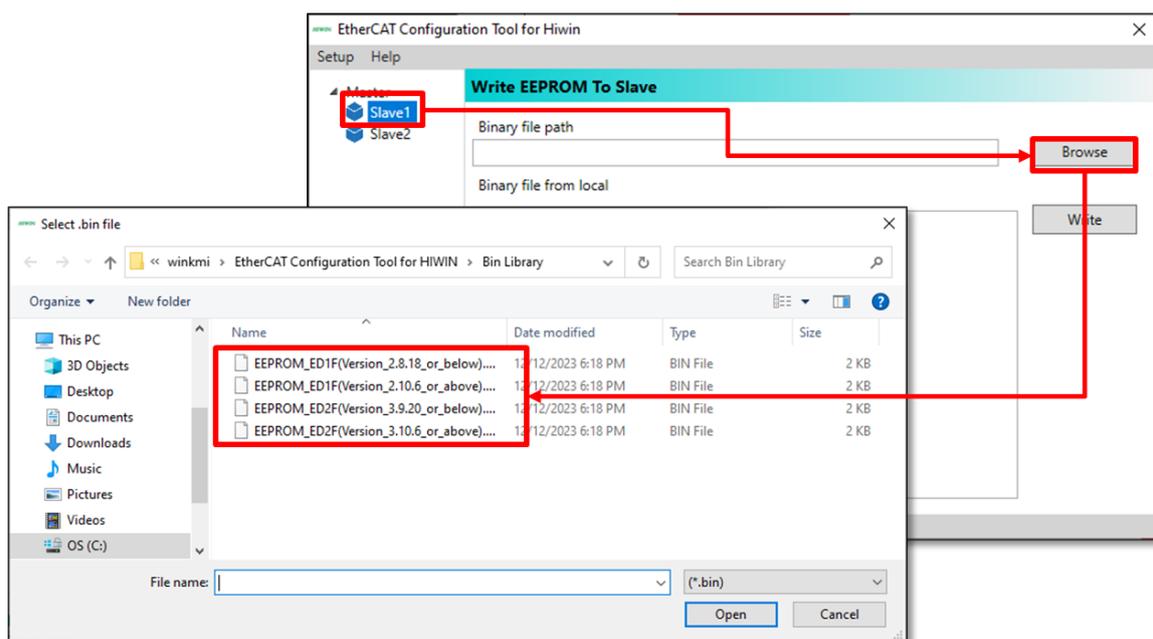


圖 1.2.4.2

表 1.2.4.1 EEPROM 檔案內容對應表

	Product Code	Revision Number	適用韌體版本
EEPROM_ED1F (Version_2.8.18_or_below)	0x00005	0x10000	所有版本皆適用 (但無法支援 EoE 功能)
EEPROM_ED2F (Version_3.9.20_or_below)	0x00006	0x10000	所有版本皆適用 (但無法支援 EoE 功能)
EEPROM_ED1F (Version_2.10.6_or_above)	0x00005	0x10001	2.10.6 以上
EEPROM_ED2F (Version_3.10.6_or_above)	0x00006	0x10001	3.10.6 以上

3. 點擊 **Write** 以燒錄 EEPROM。待下方的進度條完成並顯示 **Success**，即完成 EEPROM 的更新。

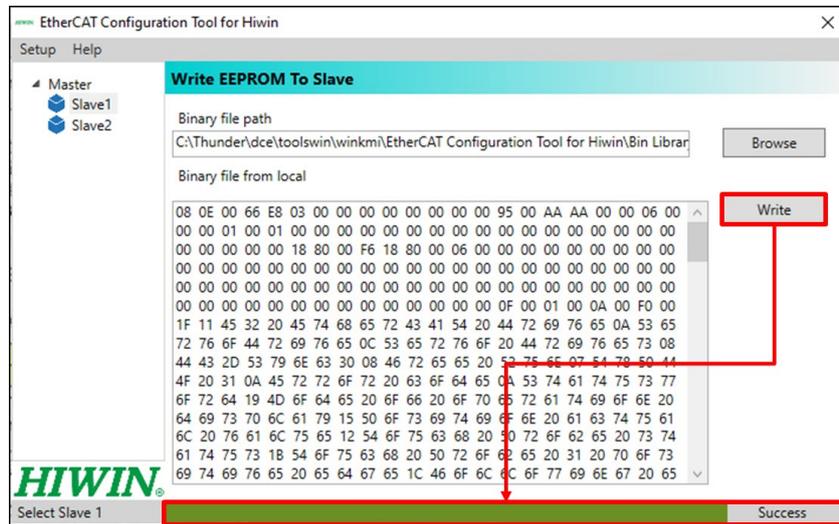


圖 1.2.4.3

- 重要提醒**
- EEPROM 燒錄程式僅支援 HIWIN 系列的燒錄，請勿對其他驅動器進行相關操作。
  - 若已更新驅動器的 EEPROM，請勿使用舊版本的韌體，否則將發生通訊錯誤。若需使用舊版本的韌體，請重新燒錄 Revision Number 為 0x10000 的對應設備（請參考表 1.2.4.1）。

## 1.3 EoE 接線設置

EoE 主要的特性是可以將控制器當作閘道器 ( Gateway )，將 Ethernet 封包轉為 EoE 封包傳輸給從站。因此只要符合網段協議，且確認 Ethernet 封包能透過 IP 協定到達終端 ( 例如執行 Ping 測試 )，即可透過 EoE 進行 Thunder 的連線。接線方式可參考如下：

### ■ 範例一：電腦 ( Thunder ) - 控制器 - 驅動器

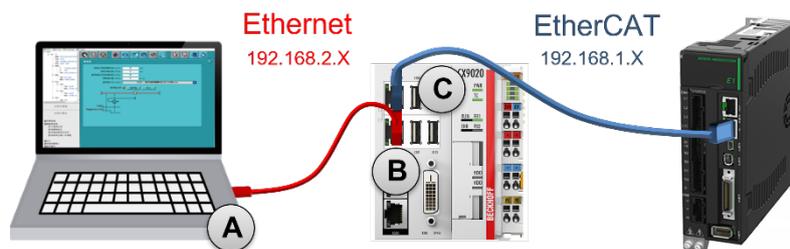


圖 1.3.1

### ■ 範例二：電腦 ( Thunder ) - Switch - 控制器 - 驅動器

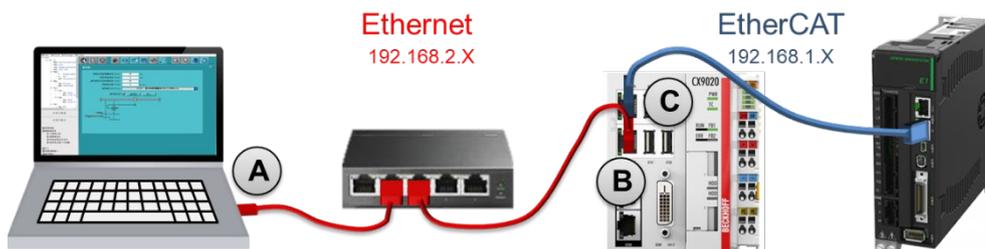


圖 1.3.2

### ■ 範例三：工業電腦 ( Thunder ) - 驅動器

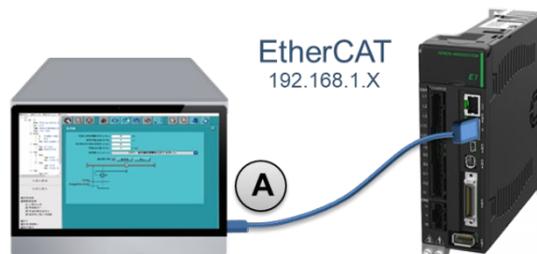


圖 1.3.3

註：

1. 首次進行 EoE 應用時，建議先以上述範例進行單機測試，熟悉後再修改網路架構進行發展。
2. 範例三中的工業電腦必需可以支援 EtherCAT 的傳輸。

( 此頁有意留白。 )

## 2. 連線手法

---

2.	連線手法.....	2-1
2.1	控制器連線設置.....	2-2
2.1.1	網路配置.....	2-2
2.1.2	EoE 設置.....	2-4
2.2	驅動器連線設置.....	2-5
2.2.1	新增路由.....	2-5
2.2.2	Thunder 連線.....	2-6

## 2.1 控制器連線設置

本節概述控制器端所需進行的設置，實際操作手法請參考該控制器的相關操作教學。

### 2.1.1 網路配置

連接電腦與控制器、設定各個網路孔 IP，以及配置網段。

以 Windows 為例，可於 **控制台**→**網路和網際網路**→**網路和共用中心** 進行設定。

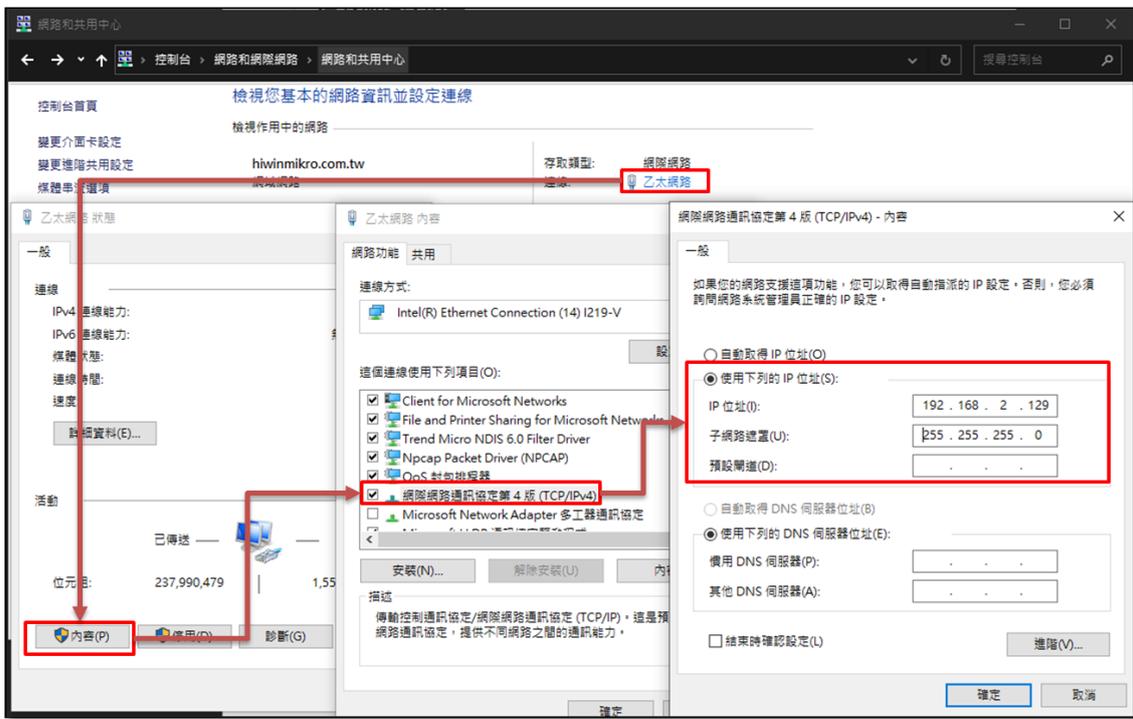


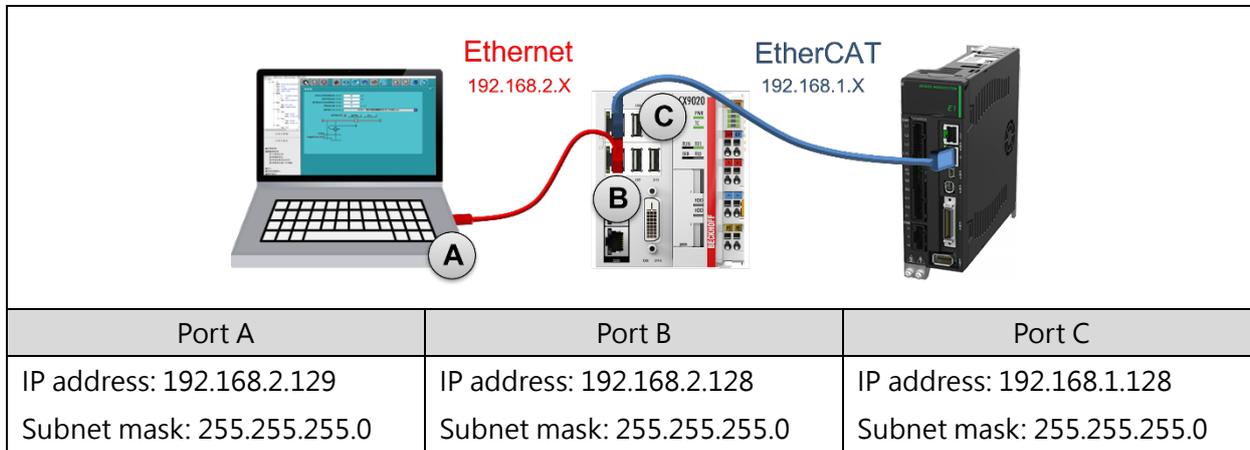
圖 2.1.1.1

註：

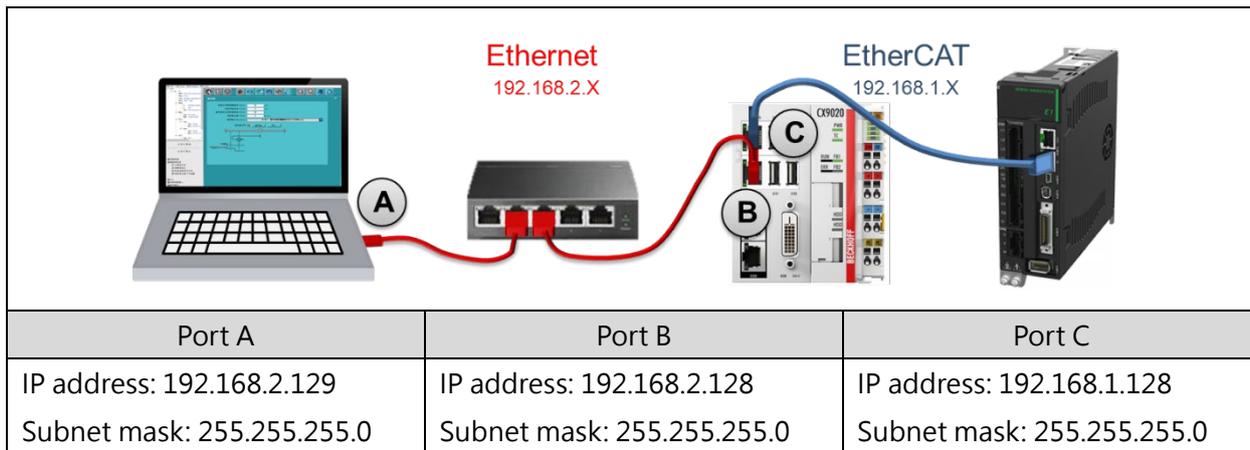
EoE 不支援 169.254.X.X 的網段 (勾選自動取得 IP 位址時會設定的 IP)，請避免設置。

以下為網孔及網段的設定範例：

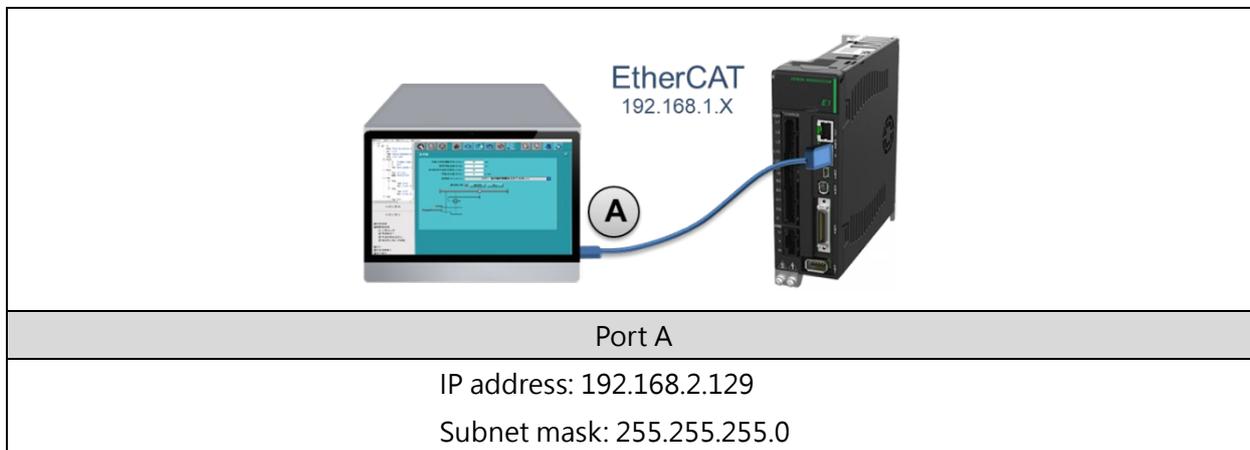
■ 範例一



■ 範例二



■ 範例三



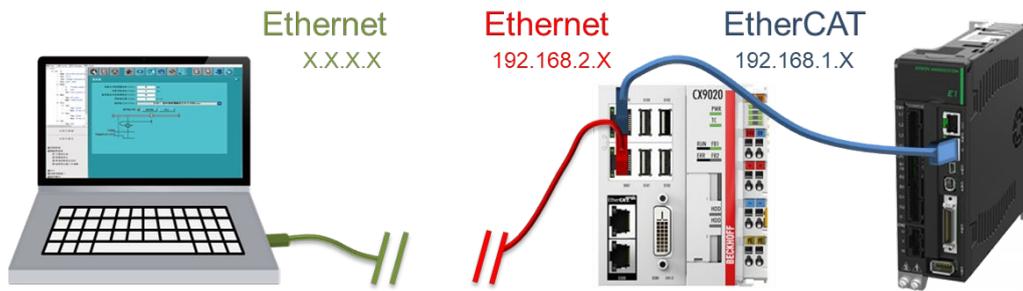


圖 2.1.1.2

### 重要提醒

由於 EoE 的資料交握是以 Ethernet 封包實現，因此若在人機端 ( Thunder ) 與控制器之間有發展網路拓撲 ( 如圖 2.1.1.2 )，請先確認人機端與控制器之間是否可以傳送、接收 Ethernet 封包，否則將無法應用 EoE 功能。例如：利用 Ping 測試發送封包給 192.168.2.128，並確認可以收到回覆。

## 2.1.2 EoE 設置

請參考控制器產品手冊或相關的教學文件完成 EtherCAT 連線以進行 EoE 設置，包含：

1. 控制器端開啟 EoE 功能。
2. 設定 EoE 的終端。  
設定 EoE 的終端時，需設定驅動器的虛擬 IP。請將驅動器的虛擬 IP 設定為 EtherCAT 網段內的位址，且不能與控制器端的 IP 重複。以 2.1.1 節的範例一、二、三為例：

**IP address: 192.168.1.1**

**Subnet mask: 255.255.255.0**

完成設置後，請先確認驅動器已進入 **PreOp**、**SafeOp** 或 **Op**，再進行下一步。若驅動器尚未進入以上狀態，請確認是否已將韌體更新為支援 EoE 的版本。

註：

TwinCAT 3 的範例請參考 4.2 節。

## 2.2 驅動器連線設置

### 2.2.1 新增路由

若採用了人機透過控制器再連接到驅動器的 EoE 接線設置，將控制器當作了閘道器，需新增路由讓網路可以順利發送 Ethernet 封包。使用者可透過**開啟命令提示字元**的方式新增路由，進行相關操作：

- 新增路由

```
ROUTE ADD <destination subnet> MASK <Destination subnet mask> <Gateway> -p
```

```
C:\Windows\System32>ROUTE ADD 192.168.1.0 MASK 255.255.255.0 192.168.2.128 -p
```

- 刪除路由

```
ROUTE DELETE <destination subnet> -p
```

```
C:\Windows\System32>ROUTE DELETE 192.168.1.0 -p
```

- 確認路由

```
ROUTE PRINT
```

```
C:\Windows\System32>ROUTE PRINT
```

**重要提醒** 網路設定實際需要的操作可能會有所不同，詳細設置請聯繫系統管理員。

## 2.2.2 Thunder 連線

1. 開啟 Thunder，驅動器類型選擇**總線型**。

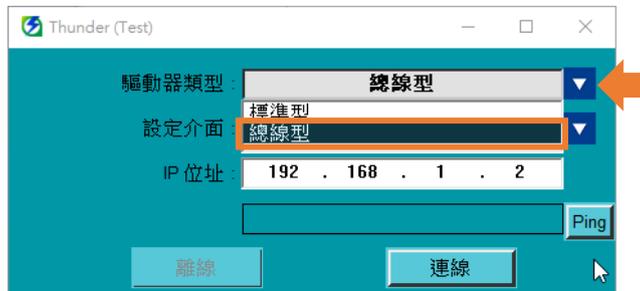


圖 2.2.2.1

2. 設定介面選擇**網路 (Ethernet over EtherCAT)**。



圖 2.2.2.2

3. 設定與控制器連接的驅動器 IP 位址 (即 2.1.2 節所設定的驅動器虛擬 IP)。

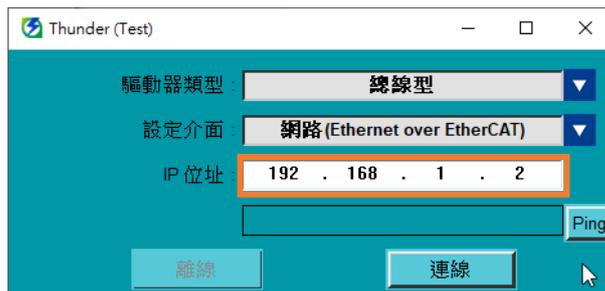


圖 2.2.2.3

4. 點擊 **Ping** 可簡單測試電腦可否透過控制器傳送封包給驅動器。



圖 2.2.2.4

5. 點擊連線。



圖 2.2.2.5

( 此頁有意留白。 )

### 3. 注意事項

---

3.	注意事項.....	3-1
3.1	支援功能.....	3-2
3.2	主控權設置.....	3-3

## 3.1 支援功能

Thunder 透過 EoE 連線所支援的功能如下表，其應用手法請參考《E 系列驅動器 Thunder 軟體操作手冊》：

表 3.1.1

支援功能		對應章節
驅動器設置	編輯參數	4.4.2 節
	儲存 / 載入參數檔	4.4.3 節
	Save to drive	4.4.4 節
	重置驅動器	4.4.5 節
	I/O 設定	4.5 節
	相位初始化設定	4.6 節
試運轉功能	試運轉	5.2 節
	歸原點	5.3 節
調適	自動調適	6.2 節
	免調適	6.3 節
	頻譜分析	6.4 節
監控	監控驅動器狀態	7.3 節
	示波器	7.5 節
	即時資料擷取	7.6 節
故障排除	即時監控	8.2 節
	警報紀錄	8.3 節
進階功能	絕對式編碼器初始化	9.3 節
	龍門控制	9.7 節

註：

EoE 不支援韌體更新、PDL、多工位燒錄、Error Map 燒錄等功能。

### 3.2 主控權設置

在進行運動控制前，請確認主控權 (Access) 的設置，主控權會決定運動命令的權限，如表 3.2.1。使用者可於 Thunder 的書籤列切換主控權，並確認當下的主控權為何。除此之外，在上位控制器端，使用者也可透過 Statusword (物件 0x6041) 的 Bit 9 (Remote) 來確認主控權的狀態。

表 3.2.1

主控權 (Access)	說明
Thunder	運動主控權為 Thunder 命令，無法執行控制器的運動命令。
控制器	運動主控權為控制器命令，無法執行 Thunder 的運動命令。 控制器的運動命令請參閱《E 系列驅動器 EtherCAT 通訊命令手冊》3.2 節。



圖 3.2.1

表 3.2.2

Statusword	值	定義
Bit 9 (Remote)	0	運動主控權為 Thunder 命令，Controlword 不可控制。
	1	運動主控權為控制器命令，Controlword 可控制。

**重要提醒** 伺服就緒的狀態下，請勿進行主控權切換。請先解激磁馬達，再進行主控權切換。

( 此頁有意留白。 )

## 4. 附錄

---

4.	附錄.....	4-1
4.1	錯誤排查.....	4-2
4.2	EoE 設置範例 - TwinCAT 3.....	4-3

## 4.1 錯誤排查

無法順利進行 EoE 連線時，可參考下方流程圖來確認是否有哪部分沒有設定完成：

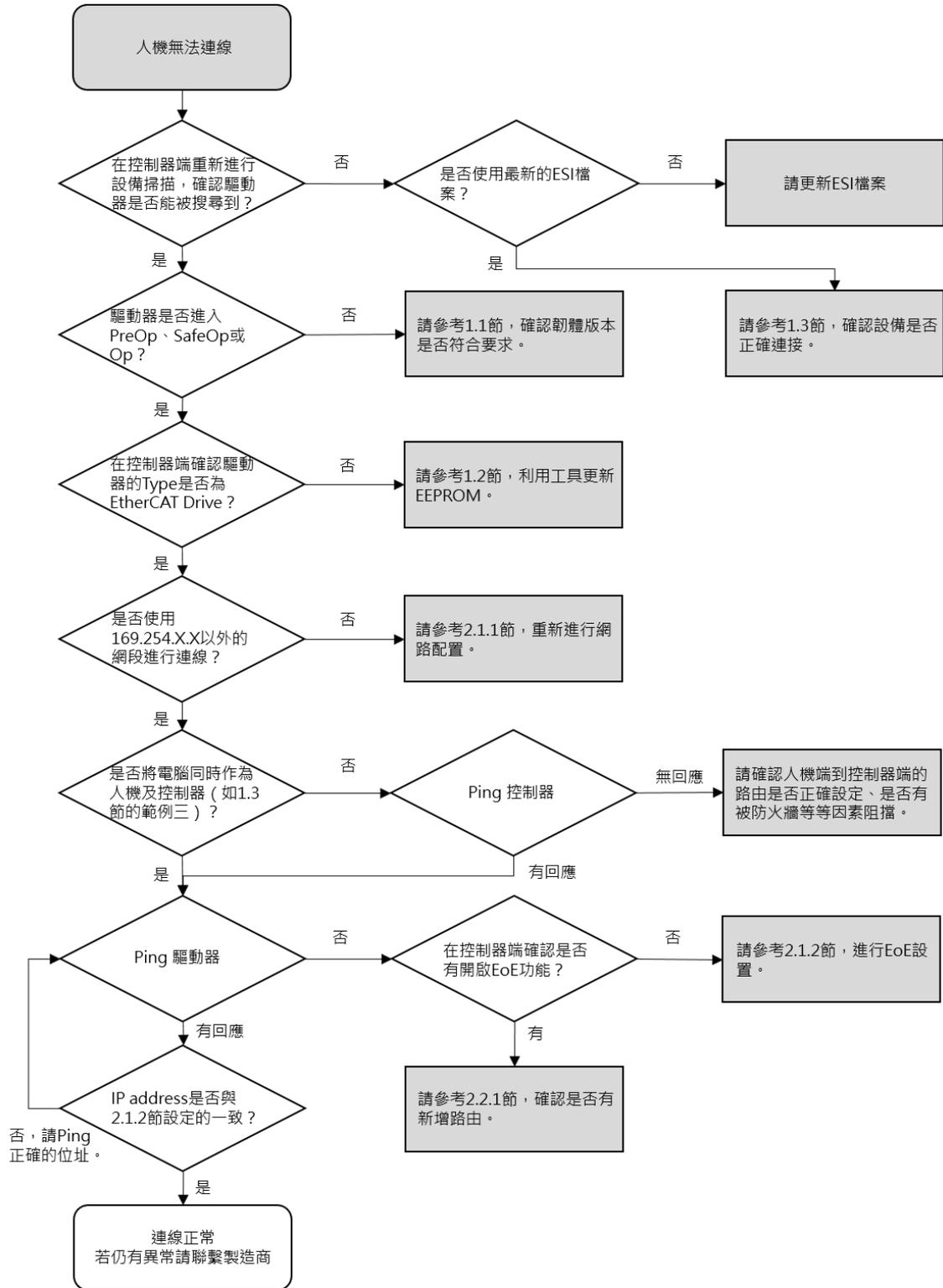


圖 4.1.1

## 4.2 EoE 設置範例 - TwinCAT 3

以下為 Beckhoff 控制器的連線設置步驟：

步驟 1：完成網路配置。

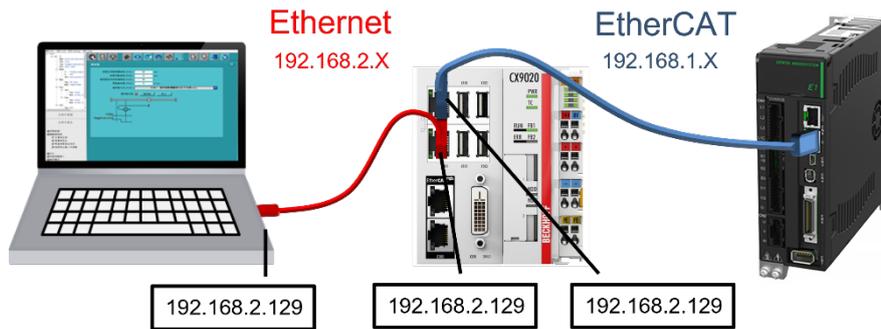


圖 4.2.1

步驟 2：完成 EtherCAT 連線並掃描到設備。

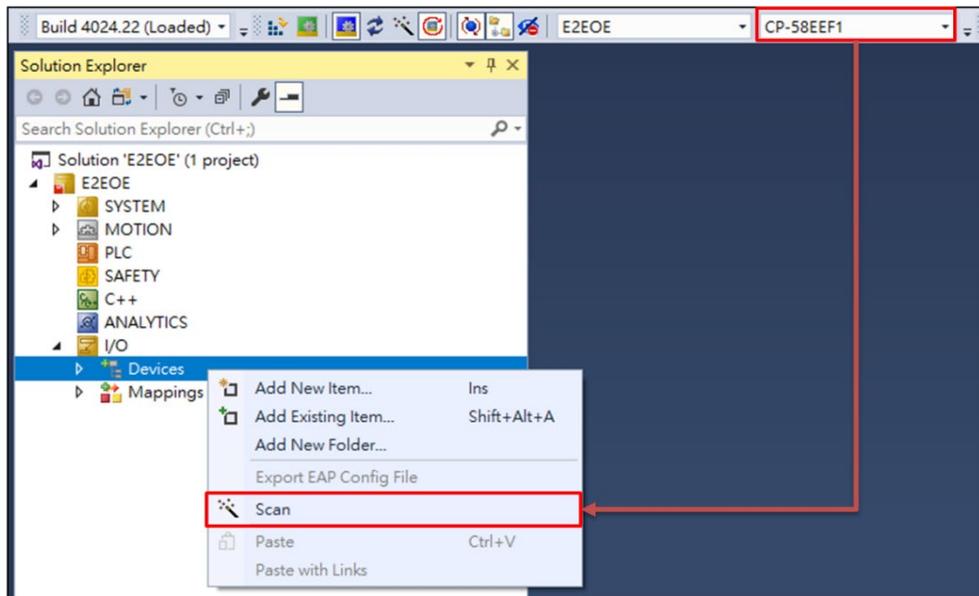


圖 4.2.2

步驟 3：確認可以 Ping 到控制器的 IP。

```
C:\Windows\System32>PING 192.168.2.128

Ping 192.168.2.128 (使用 32 位元組的資料):
回覆自 192.168.2.128: 位元組=32 時間=1ms TTL=128
回覆自 192.168.2.128: 位元組=32 時間=2ms TTL=128
回覆自 192.168.2.128: 位元組=32 時間=2ms TTL=128
回覆自 192.168.2.128: 位元組=32 時間=1ms TTL=128

192.168.2.128 的 Ping 統計資料:
    封包: 已傳送 = 4, 已收到 = 4, 已遺失 = 0 (0% 遺失),
    大約的來回時間 (毫秒):
        最小值 = 1ms, 最大值 = 2ms, 平均 = 1ms
```

圖 4.2.3

步驟 4：配置主站的 EoE 設定。

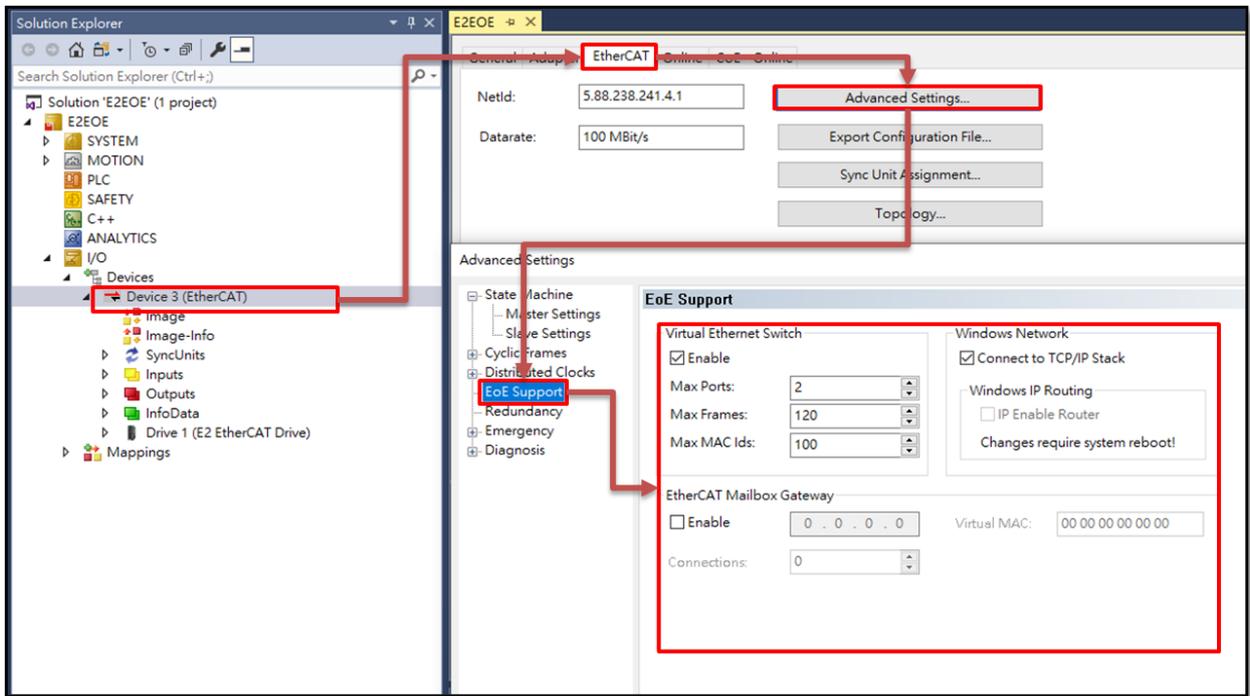


圖 4.2.4

步驟 5：配置從站的 EoE 設定。

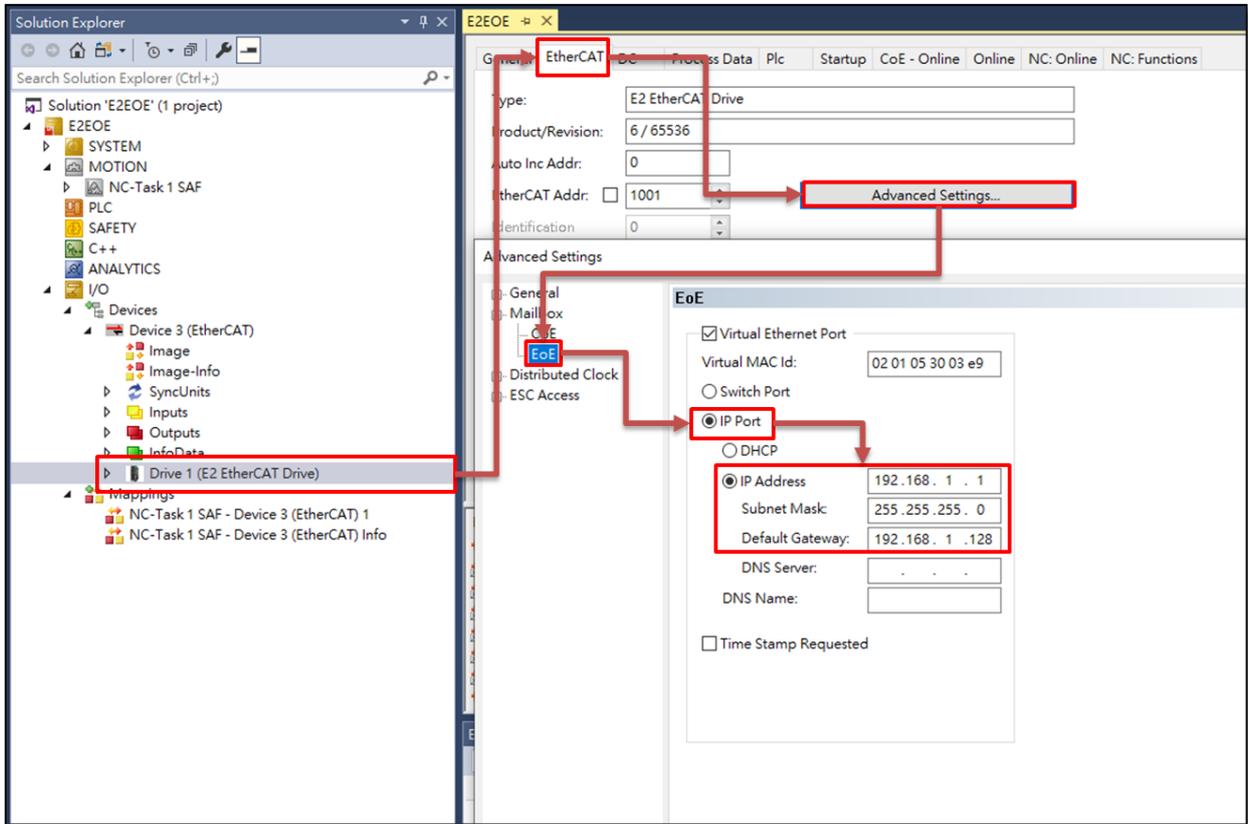


圖 4.2.5

步驟 6：啟用設定並確認 EtherCAT 已進入 PreOp、SafeOp 或 Op。

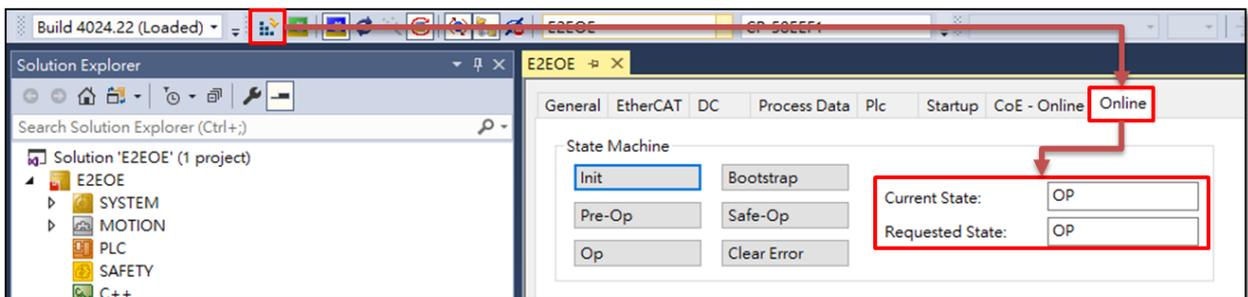


圖 4.2.6