

EC4-MP1U

EtherCAT 從屬薄型模組 帶脈波型單軸運動控制器

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 © 2025 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	作者
1	27.08.2025	Initial version	Eric Chen

內容

1	產品概述.....	6
1.1	簡介.....	6
1.2	技術數據.....	7
1.3	硬體規格.....	8
2	接線.....	9
2.1	LED燈定義	9
2.2	連接介面.....	10
2.3	數位輸入接線.....	12
2.4	數位輸出接線.....	12
2.5	脈波輸出接線.....	13
2.6	編碼器輸入接線.....	13
2.7	Cable接線	15
3	基礎通訊.....	18
3.1	EtherCAT 佈線.....	18
3.2	狀態機.....	18
3.3	同步模式.....	20
3.3.1	自由運行模式	20
3.3.2	DC同步模式.....	21
4	CoE通信區域(1000h ~ 1FFFh)	24
4.1	設備信息.....	24
4.2	PDO(Process Data Object)映射.....	26
4.2.1	PDO分配對象(1C12h ~ 1C13h)	26
4.2.2	PDO分配對象(1600h ~ 1630h、1A00~1A30h).....	27
4.3	Sync manager 2/3 synchronization(1C32h、1C33h)	29
5	驅動參數區域(2000h ~ 5FFFh)	31
6	驅動Profile區域(6000h ~ 6FFFh).....	35
6.1	對象一覽.....	35
6.2	PDS狀態機	39
6.3	Controlword(6040h).....	41
6.4	Statusword(6041h).....	43
6.5	控制模式設定.....	45
6.5.1	Supported drive modes(6502h).....	45
6.5.2	Modes of operation (6060h).....	46
6.5.3	Modes of operation display (6061h).....	47
6.5.4	控制模式切換注意事項	48
6.6	位置控制模式.....	49

6.6.1	軟體限位功能(Software position limit:607Dh)	49
6.6.2	Profile位置控制模式(Profile Position Mode/ pp mode).....	50
6.6.3	週期同步位置控制模式(Cyclic Synchronous Position Mode/ csp mode).....	54
6.6.4	原點復歸模式(Homing Mode/ hm mode).....	56
6.7	速度控制模式.....	72
6.7.1	Profile速度控制模式(Profile Velocity Mode/ pv mode)	72
6.7.2	週期同步速度控制模式(Cyclic Synchronous Velocity Mode/ csv mode).....	74
7	警報一覽.....	76

1 產品概述

1.1 簡介

EC4-MP1U 是一款基於纖薄型設計的脈波型運動控制器，此設備旨在以脈波輸出控制脈波型驅動器。配置必須由 EtherCAT 主站和應用程序完成。

EC4-MP1U 整合了增量編碼器介面，它使用 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。

它為每個馬達提供三個數位輸入通道。其中包含正負方向極限開關與一個原點開關，正負方向極限開關可以在觸發時自動停止馬達，三個數位輸入皆可以用於尋找原點。

模組上的26-pin高密度D-Sub接頭可以很容易地與各種不同型式之伺服驅動器或步進馬達驅動器連接。為了讓客戶更容易使用，並更進一步減少配線的問題，泓格科技還提供了專用的轉接線，可以直接轉接到多種廠牌的伺服驅動器上，這使得此產品能更適合被應用在高度整合的機器自動化應用之中。

1.2 技術數據

特徵:

- 飛速傳輸: EtherCAT
- 最大步進脈波頻率為 4 MHz
- 差動編碼器介面(A, B, Z)
- 三個數位輸入通道：正負方向極限開關輸入，原點開關輸入
- 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
- 編碼器數位輸入濾波器
- EtherCAT:
 - 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
 - 支援 CoE 與 FoE
 - 支援控制模式: CSP、CSV、Hm 與 PP、PV
 - 支援最低通信週期 0.5ms
- 適用於控制各種伺服驅動器和步進驅動器

1.3 硬體規格

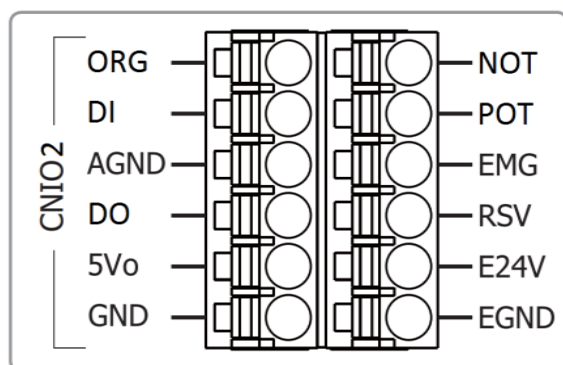
脈波輸出	
模式	Pulse /DIR、CW/CCW、A/B phase
最大步進脈波頻率	4 MHz
編碼器輸入	
模式	Pulse/Dir、CW/CCW、A/B phase
最大編碼器脈波頻率	1 MHz
Axis I/O	
伺服界面輸出	SVON、ERC、ALM_RST
機械開關輸入	NOT、POT、ORG、EMG
伺服界面輸入	ALM、RDY、INP
LED 指示燈	
LED 診斷燈號	電源, EtherCAT 狀態, 數位 IO
EtherCAT	
週期時間	0.5 ms
分散式時鐘	Yes
電源	
輸入電壓範圍	+24 V _{DC}
功率消耗	最大 4.5W
EMS 保護	
ESD (IEC 61000-4-2)	±4 KV Contact for each channel
EFT (IEC 61000-4-4)	Signal: 1 KV Class B; Power: 1 KV Class B
機構	
外殼	Plastic
尺寸 (mm)	25 × 108 × 90 (W × L × D)
安裝	DIN-Rail or Wall Mounting
環境	
運作溫度	-25°C ~ +75°C
保存溫度	-30°C ~ +80°C
相對溼度	10 ~ 90%, 不結露

2 接線

2.1 LED 燈定義

EtherCAT LED	顏色	狀態	說明
PWR	綠色		電源指示燈
RUN	綠色		這個 LED 燈指示此 EtherCAT 從屬模組的運作狀態:
		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
LMT-	綠色		負方向極限輸入
LMT+	綠色		正方向極限輸入
ORG	綠色		原點輸入
EMG	綠色		緊急停止輸入
STS	綠色		

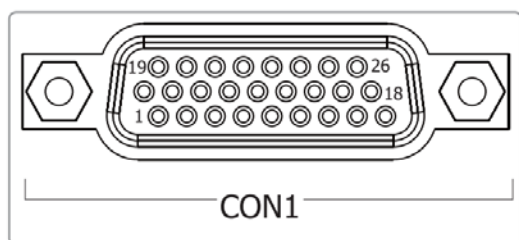
2.2 連接介面



CON2 (雙排 6 引腳的可插拔式鎖線端子): 此配接口主要是讓使用者可以配接各軸的一般機台 I/O 訊號，例如：正負極限、原點、緊急停止訊號等，透過這些配接點可以讓使用者輕易的將這些機台常用的訊號引入模組，達到控制。詳細腳位描述內容如下表：

編號	名稱	說明	I/O	名稱	說明	I/O
	CON2 (上排，左側)			CON2 (上排，右側)		
1	ORG	原點位置	輸入	NOT	負端極限	輸入
2	DI	數位輸入	輸入	POT	正端極限	輸入
3	AGND	用選擇的類比接地，無內部連結	與 CON1 連接	EMG	緊急停止	輸入
4	DO	數位輸出	輸出	RSV	保留的訊號點，無內部連結	與 CON1 連接
5	5Vo	內部電源 5V，源自外部電源 24V (*註)	輸出	E24V	外部電源 24V	輸入
6	GND	內部電源接地	輸出	EGND	外部電源接地	輸入

註：5Vo 為此模組上由 E24V 轉換出來的 5V 電源，主要是供給模組上的內部電路使用。若要將此 5V 電源連接供給外部裝置使用時，整個模組的 5Vo 輸出之電流請勿超過 200mA。



CON1 (HD D-Sub 26 pin 母頭): 連接伺服馬達之控制接點【Pulse 輸出 ($\pm P/\pm N$) ; Encoder 輸入 ($A\pm/B\pm/Z\pm$)】及伺服 I/O 信號接點【INP、ALARM、SRV_ON、ALM_RST、ERC 等】。

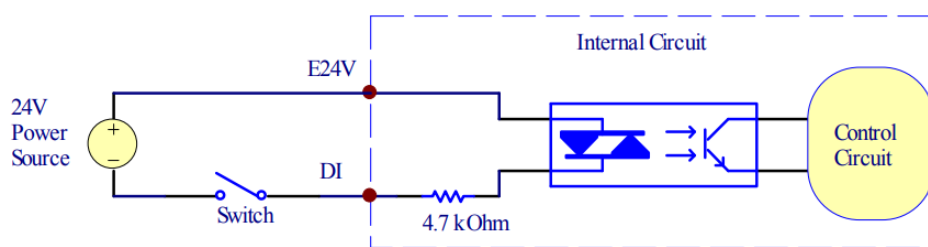
編號	名稱	說明	I/O
CON1 (下排)			
1	SRV_ON	伺服啟動	輸出
2	INP	目標位置到達	輸入
3	ERC	清除伺服脈波計數器的偏差	輸出
4	RDY	伺服備妥	輸入
5	P-	正轉脈波序列 (差動)	輸出
6	P+		輸出
7	A-	編碼器 A 相脈波	輸出
8	A+		輸出
9	N.C.	無內部連結	N.C.
10	RESET	伺服異常重置	輸出
11	ALARM	伺服異常警告	輸入
12	E24V	外部電源 24V	輸入
13	EGND	外部電源接地	輸入
14	N.C.	無內部連結	N.C.
15	AGND	用選擇的類比接地，無內部連結	與 CON2 連接
16	B-	編碼器 B 相脈波	輸入
17	B+		輸入
18	N.C.	無內部連結	N.C.
19	EMG	緊急停止	輸入
20	RSV	保留的訊號點，無內部連結	與 CON2 連接
21	EGND	外部電源接地	輸入
22	EGND	外部電源接地	輸入
23	N-	反轉脈波序列 (差動)	輸出
24	N+		輸出
25	Z-	編碼器 Z 相脈波	輸入
26	Z+		輸入

註：請勿自行連接標示為 N.C.的訊號

2.3 數位輸入接線

數位輸入訊號包含 CON1 上面的 INP、RDY、ALARM 及 CON2 上面的 NOT、POT、ORG、EMG 及 DI 訊號。這些訊號都是 24V 的 NPN 低速光偶合輸入，其內部接線如下圖：

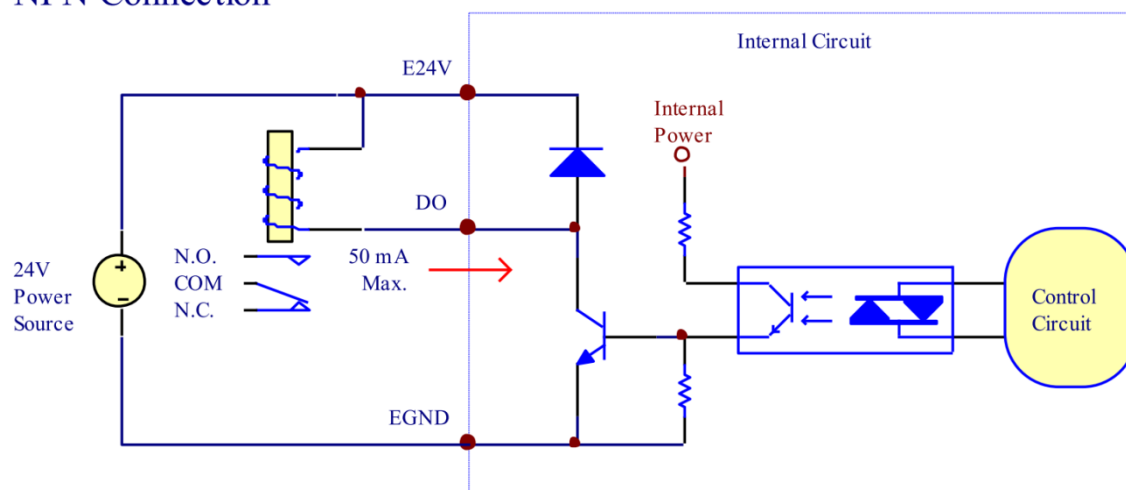
NPN Connection



2.4 數位輸出接線

數位輸出訊號包含 CON1 上面的 SRV_ON、RESET、ERC 及 CON2 上面的 DO 訊號。這些訊號都是低速光偶合的開集極輸出，最大輸出電流為 50mA 並內建飛輪二極體，其內部接線如下圖：

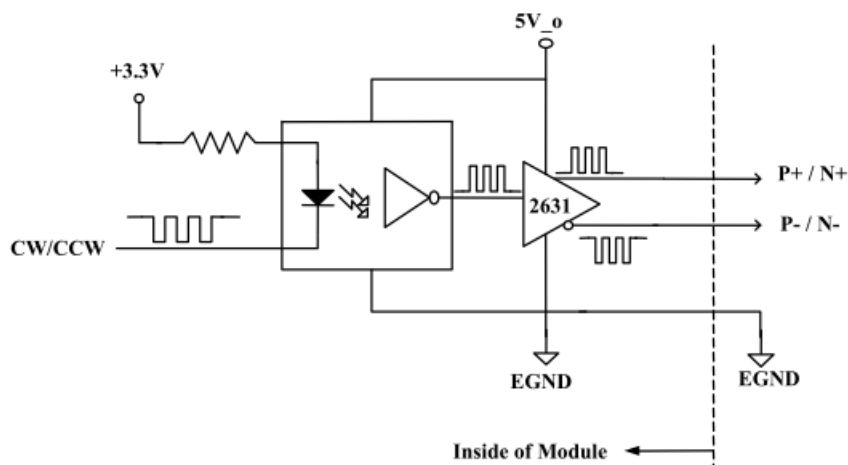
NPN Connection



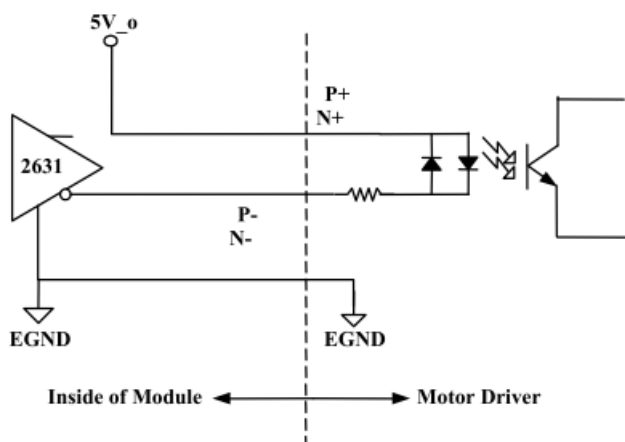
2.5 脈波輸出接線

脈波輸出接點在 CON1 的 pin #5,#6,#23,#24。此組訊號為差動式 Line Driver 輸出，最大輸出電流為 20mA。依照外接裝置之不同，可使用差動式 Line Driver 接法或開集極接法：

1. 差動式 Line Driver 接法

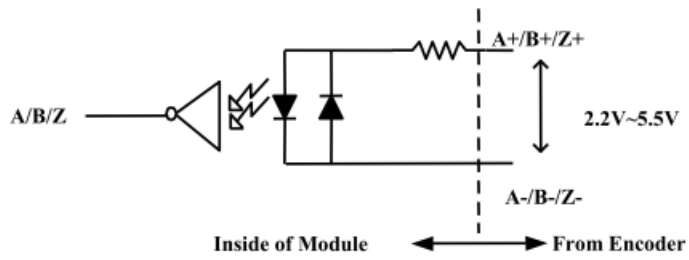


2. 開集極接法



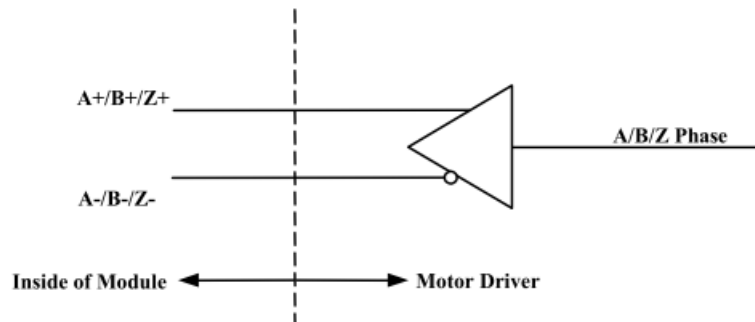
2.6 編碼器輸入接線

脈波輸入接點在 CON1 的 pin #7,#8,#16,#17,#25,#26。此組訊號為高速光偶合輸入，輸入之內部限流電阻約 550 歐姆，輸入電流建議在 1.6~8mA 之間。因此輸入之電壓建議在 2.2V 到 5.5V 之間，如下圖：

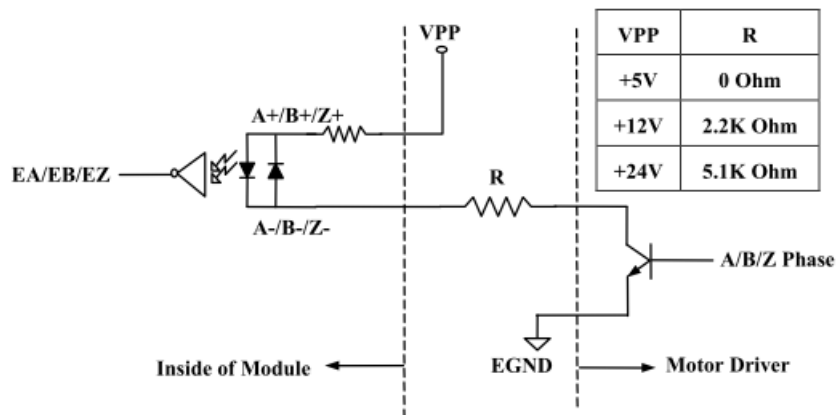


依照外接裝置之不同，可使用差動式 Line Driver 接法或開集極接法：

1. 差動輸入信號連接法：此時可直接連接



2. 開集極接法



2.7 Cable 接線

當使用本公司提供之 Cable 與各廠牌伺服馬達連接時，其 I/O 點之對應方式請見下表：

CON1			Mitsubishi MELSERVO-J3/J4		Yaskawa Sigma-II/III/V	
			CA26-MJ3-xx 50pin		CA26-YSV-xx 50pin	
Pin No.	Signal Name	Connected to	Pin No.	Signal Name	Pin No.	Signal Name
11	ALARM	Motion ASIC	48	ALM	31	ALM+
2	INPOS	Motion ASIC	24	INP	25	/COIN+
4	RDY	Motion ASIC	49	RD	29	/S-RDY+
10	RESET	Motion ASIC	19	RES	44	/ALMRST
3	ERC	Motion ASIC	41	CR / SP1	14	/CLR
1	SRV_ON	Motion ASIC	15	SON	40	/S-ON
21	EGND	EGND	43	LSP	42	P-OT
22	EGND	EGND	44	LSN	43	N-OT
19	EMG	CON2 and Motion ASIC	42	EMG	X	N.C.
12	E24V		20	DICOM	47	+ 24VIN
13	EGND		47	DOCOM	26	/COIN-
13	EGND		--	--	30	/S-RDY-
13	EGND		--	--	32	ALM-
15	AGND	CON2	3	LG	6	SG
			28	LG	10	SG
20	RSV	CON2	--	Reserved	--	Reserved
Note			--		欲使用 CLR 功能時，需將驅動器的 SG 接到 EGND	

CON1			Panasonic MINAS A4/A5		Fuji FALDIC-W, ALPHA5 Smart	
			CA26-PA4-xx 50pin		CA26-FFW-xx 50pin	
Pin No.	Signal Name	Connected to	Pin No.	Signal Name	Pin No.	Signal Name
11	ALARM	Motion ASIC	37	ALM+	17	OUT3 (ALMb)
2	INPOS	Motion ASIC	39	COIN+ / AT-SPEED+	16	OUT2 (PSET)
4	RDY	Motion ASIC	35	S-RDY+	15	OUT1 (RDY)
10	RESET	Motion ASIC	31	A-CLR	3	CONT2 (RST)
3	ERC	Motion ASIC	30	CL	5	CONT4 (CR)*
1	SRV_ON	Motion ASIC	29	SRV-ON	2	CONT1 (RUN)
21	EGND	EGND	9	CCWL	X	N.C.
22	EGND	EGND	8	CWL	X	N.C.
19	EMG	CON2 and Motion ASIC	33	INH	4	CONT3 (EMG)*
12	E24V		7	COM+	1	P24
13	EGND		38	COIN- / AT-SPEED-	14	M24
13	EGND		34	S-RDY-	--	--
13	EGND		36	ALM-	--	--
13	EGND		41	COM-	--	--
15	AGND	CON2	13	GND	26	M5
			15	GND	13	M5
			17	GND	--	--
20	RSV	CON2	--	Reserved	--	Reserved
Note			使用 A4 驅動器時，PrNo.40 需改為 1 (預設為 0)； 使用 A5 驅動器時，Pr0.05 需改為 1 (預設為 0)		請參考馬達手冊進行以下 設定： a. CONT4 設為 7 (deviation clear) b. CONT3 設為 5 (EMG)	

CON1			Delta ASDA-A2		Delta ASDA-B2	
			CA26-DAA2-xx 50pin		CA26-DAB2-xx 50pin	
Pin No.	Signal Name	Connected to	Pin No.	Signal Name	Pin No.	Signal Name
11	ALARM	Motion ASIC	28	DO5+ (ALRM)	17	DO5+ (Alarm)
2	INPOS	Motion ASIC	1	DO4+ (TPOS) / (BRKR)	16	DO4+ (TPOS) / (BRKR)
4	RDY	Motion ASIC	7	DO1+ (SRDY)	15	DO1+ (SRDY)
10	RESET	Motion ASIC	33	DI5- (ARST)	3	DI5- (ARST)
3	ERC	Motion ASIC	10	DI2- (CCLR) / (TRQLM)	5	DI2- (CCLR) / (TRQLM)
1	SRV_ON	Motion ASIC	9	DI1- (SON)	2	DI1- (SON)
21	EGND	EGND	31	DI7- (CCWL)	X	DI7- (CCWL)
22	EGND	EGND	32	DI6- (CWL)	X	DI6- (CWL)
19	EMG	CON2 and Motion ASIC	30	DI8- (EMGS)	4	DI8- (EMGS)
12	E24V		11	COM+	1	COM+
13	EGND		6	DO1-	14	DO1-
13	EGND		26	DO4-	--	COM-
13	EGND		27	DO5-	--	DO4-
13	EGND		49	COM-	--	DO5-
15	AGND	CON2	44	GND	19	GND
			19	GND		
			12	GND		
20	RSV	CON2	--	Reserved	--	Reserved
Note			P1-00 的千位數需設為 1		P1-00 的千位數需設為 1	

3 基礎通訊

3.1 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

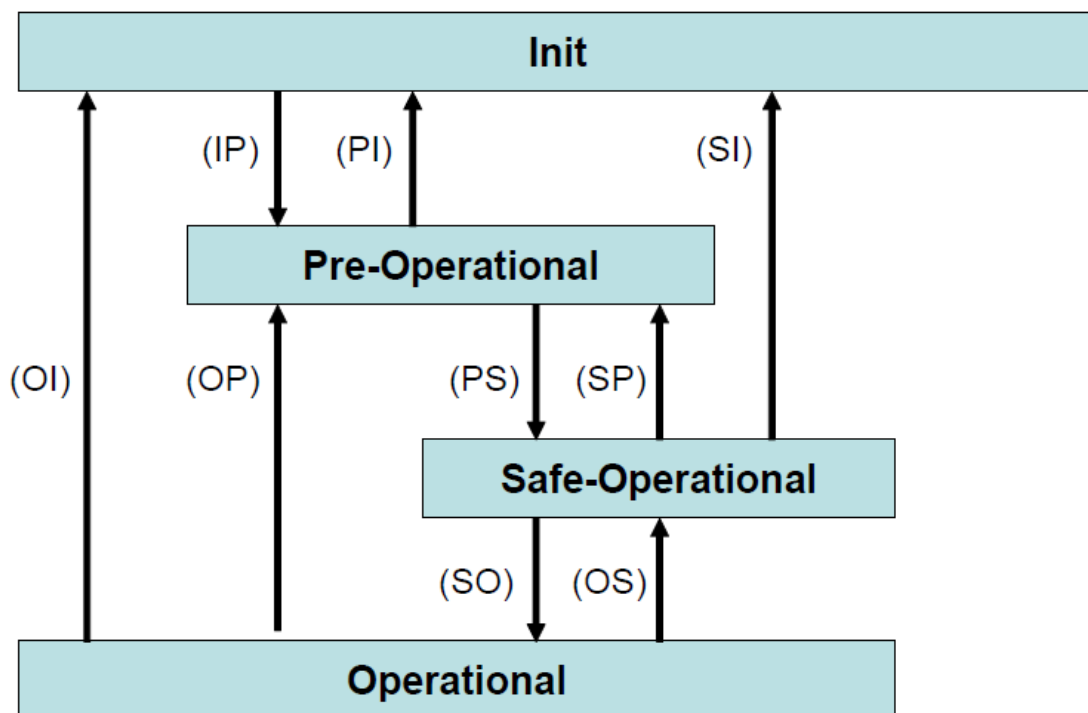
在連接 EtherCAT 設備的部分，根據 EN 50173 或 ISO/IEC 11801 標準，只有在滿足至少 CAT5 要求的 Ethernet 線（電纜線與接頭）才可使用。EtherCAT 使用 4 根電線進行信號傳輸，其腳位分配與 Ethernet 標準（ISO/IEC 8802-3）兼容。

3.2 狀態機

EtherCAT 主控制器和從屬模組的狀態是透過 EtherCAT 狀態機（ESM）進行控制。這些狀態決定哪些功能在 EtherCAT 從屬模組中是可取用或可執行的。狀態的切換通常初始於主控制器發出的請求，並在初始化成功後經從屬模組做確認。如果發生內部錯誤，則從屬模組會自動切換到順位較低的狀態。

支援四種狀態：

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



Init

EtherCAT從屬模組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。從屬模組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主控制器分配站地址，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 主控制器將執行以下配置：

- 將同步管理器通道 (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

Safe-Operational (Safe-Op)

在 Safe-Op 狀態下，郵箱和進程數據通訊都已啟用，但從屬模組保持其輸出處於安全狀態，而輸入則是週期性更新數據。從屬模組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）。

輸出處於 Safe-Op 狀態

當主控制器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，從屬模組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。將停止步進馬達，此時步進馬達無為無電流狀態。

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。主控制器週期性發送輸出數據並讀取輸入數據。支援兩種 OP 模式：自由運行模式和 DC 同步模式。

3.3 同步模式

支援兩種不同的模式：

- 自由運行: 主控制器週期時間與從屬模組週期時間相互獨立且不同步。
- DC同步: 主控制器週期時間和從屬模組週期時間是同步的。

3.3.1 自由運行模式

從屬模組根據自己的周期自主運行，不與EtherCAT週期同步。主控制器週期時間與從屬模組週期時間完全獨立，也就是每個從屬模組設備根據其當地時間讀取或寫入其自己的過程數據，而與主控制器週期時間無關。

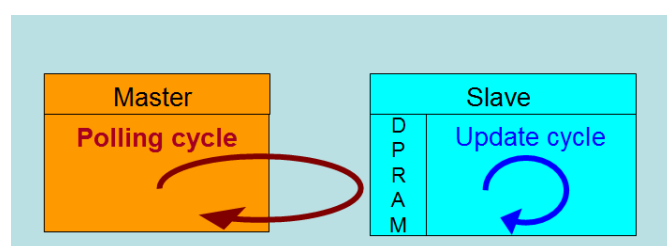


圖 1: 自由運行模式下的主控制器與從屬模組週期

下圖表示從屬模組在自由運行模式下的進程時序：

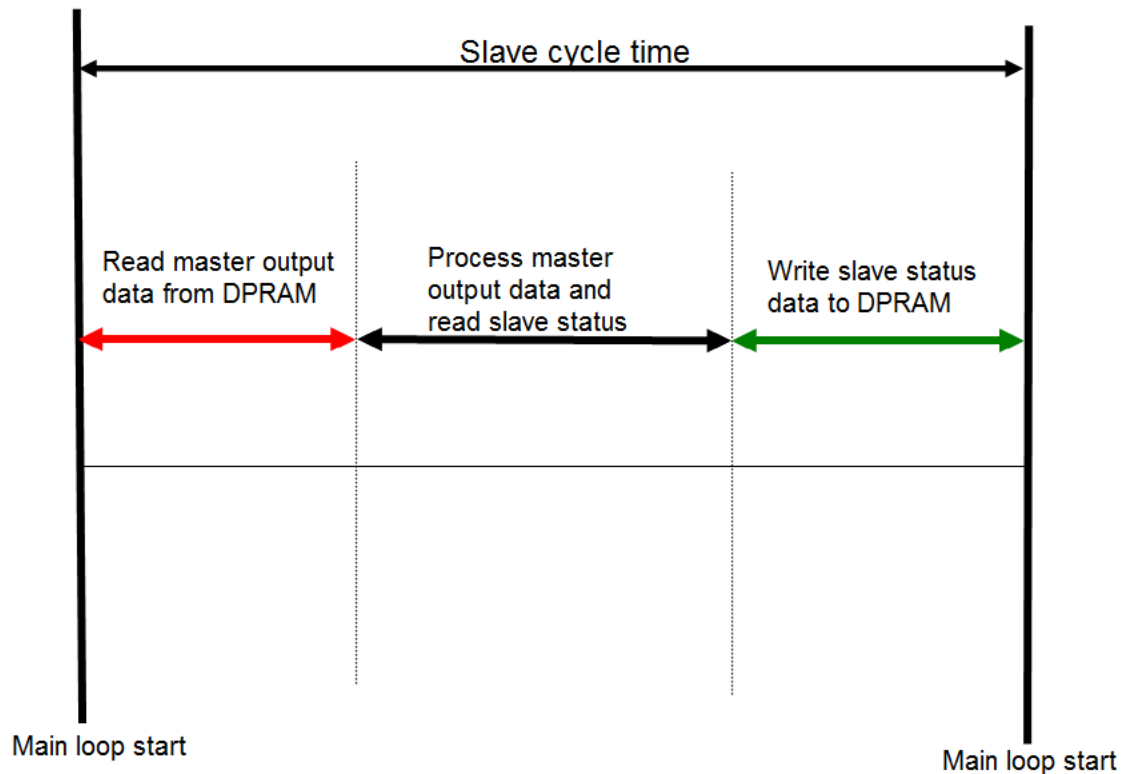


圖 2: 自由運行模式下的從屬模組處理序列

從屬模組韌體會每個週期時間內檢查 EtherCAT 從屬模組晶片（ESC）的記憶體是否從主控制器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。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，以便主控制器設備可以在下一個週期時間檢索 ESC 的 DPRAM 數據。

3.3.2 DC 同步模式

DC 同步使所有 EtherCAT 設備（主控制器和從屬模組）共享相同的 EtherCAT 系統時間。在網路中的 EtherCAT 從屬模組可以彼此同步。這使得主控制器能夠同時對 EtherCAT 網路中不同的從屬模組設置輸出（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，所有的從屬模組都與一個參考時鐘同步。通常情況下，具 DC

同步能力且離主控制器最近的第一個 EtherCAT 從屬模組會成為主控制器以及其他 DC 從屬模組的時鐘基準。

EtherCAT 從屬模組與 DC 同步系統的 SYNC0 或 SYNC1 事件同步。

EtherCAT 網路被主控制器設置為 DC 同步通訊模式後，每個從屬模組的 ESC（EtherCAT 從屬模組晶片）產生固定時間的硬體中斷，觸發從屬模組軟體處理主控制器接收到的 PDO 數據。

主控制器週期時間和 ESC 軟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屬模組同步。

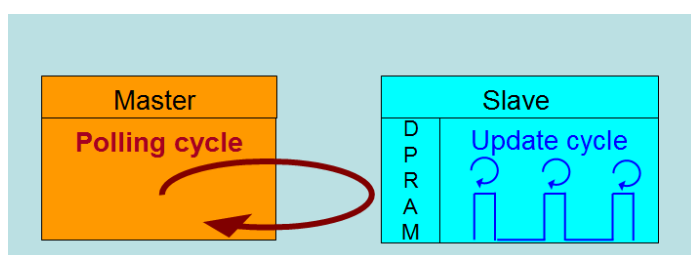


圖 3: DC 同步模式下的主控制器與從屬模組週期

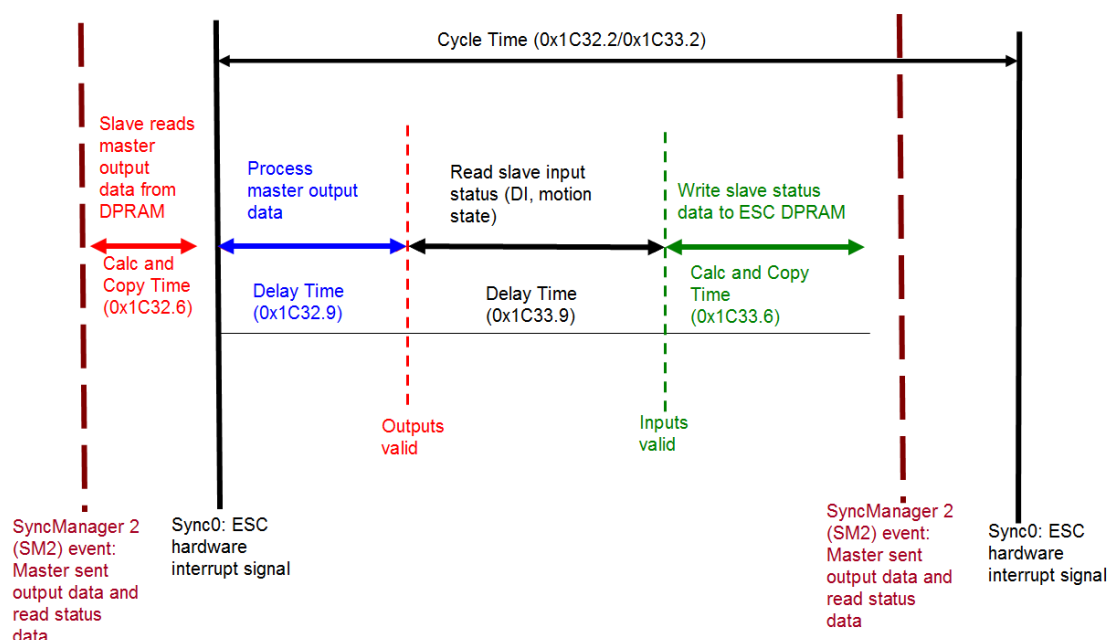


圖 4: 同步模式下的內部從屬模組處理序列

從屬模組一接收到來自主控制器的進程數據（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控制器接收到的數據，並將狀態數據寫入 ESC 記憶體。每當主控制器在 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屬模組會進入 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 5: 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 6: 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。這是所有從屬模組應用相關操作的總執行時間。

4 CoE 通信區域(1000h ~ 1FFFh)

4.1 設備信息

Index	sub-index	Name	Range	Data Type	Access	EEPROM	PDO	default
1000h	00h	Device type	0 - 4294967295	U32	ro	N	N	20192h
		EtherCAT 從屬模組的設備類型						
1001h	00h	Error register	0 - 255	U8	ro	N	N	00h
1008h	00h	Manufacturer device name		VS	ro	N	N	EC4-MP1U
		EtherCAT 從屬模組的設備名稱						
1009h		Manufacturer hardware version		VS	ro	N	N	1.0.0
		EtherCAT 從屬模組的硬體版本						
100Ah		Manufacturer software version		VS	ro	N	N	1.0.1
		EtherCAT 從屬模組的軟體版本						
1018h	--	Identify object						
	00h	Number of entries	0 - 255	U8	ro	N	N	4h
	01h	Vendor ID	0 - 4294967295	U32	ro	N	N	00494350h
	02h	Product code	0 - 4294967295	U32	ro	N	N	40F10001h
	03h	Revision number	0 - 4294967295	U32	ro	N	N	00000001h
	04h	Serial number	0 - 4294967295	U32	ro	N	N	00000000h
10F1h	00h	Error settings						
	01h	Local error reaction	0 -	U32	rw	N	N	00000001h

			4294967295					
	02h	Sync error counter limit	0 - 65535	U16	rw	N	N	0004h
		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						

4.2 PDO(Process Data Object)映射

4.2.1 PDO 分配對象(1C12h ~ 1C13h)

Index	sub-index	Name	Range	Data Type	Access	EEPROM	PDO	default
1C12h	--	Sync manager channel 2						
	00h	Number of assigned PDOs	0 -1	U8	rw	N	N	1h
	01h	PDO mapping object of assigned RxPDO 1	1600h	U16	rw	N	N	1600h
1C13h	--	Sync manager channel 3						
	00h	Number of assigned PDOs	0 -1	U8	rw	N	N	1h
	01h	PDO mapping object of assigned TxPDO 1	1A00h	U16	rw	N	N	1A00h

4.2.2 PDO 分配対象(1600h ~ 1630h、1A00~1A30h)

Index	sub-index	Name	Range	Data Type	Access	EEPROM	PDO	default
1600h	--	Receive PDO mapping 1						
	00h	Number of entries	0 - 16	U8	rw	N	N	4h
	01h	1st receive PDO mapped	0 - 4294967295	U32	rw	N	N	60400010h
	02h	2nd receive PDO mapped	0 - 4294967295	U32	rw	N	N	60600008h
	03h	3rd receive PDO mapped	0 - 4294967295	U32	rw	N	N	607A0020h
	04h	4th receive PDO mapped	0 - 4294967295	U32	rw	N	N	600FF0020h
	05h	5th receive PDO mapped	0 - 4294967295	U32	rw	N	N	00000000h
		.						
	0Fh	15th receive PDO mapped	0 - 4294967295	U32	rw	N	N	00000000h
1A00h	--	Transmit PDO mapping 1						
	00h	Number of entries	0 - 16	U8	rw	N	N	7
	01h	1st transmit PDO mapped	0 - 4294967295	U32	rw	N	N	60410010h
	02h	2nd transmit PDO mapped	0 - 4294967295	U32	rw	N	N	603F0010h
	03h	3rd transmit PDO mapped	0 - 4294967295	U32	rw	N	N	60610008h
	04h	4th transmit PDO mapped	0 - 4294967295	U32	rw	N	N	60640020h
	05h	5th transmit	0 -	U32	rw	N	N	606c0020h

		PDO mapped	4294967295					
	06h	6th transmit PDO mapped	0 - 4294967295	U32	rw	N	N	60FD0020h
	07h	7th transmit PDO mapped	0 - 4294967295	U32	rw	N	N	00000018h
	08h	8th transmit PDO mapped	0 - 4294967295	U32	rw	N	N	00000000h
		.						
		.						
		.						
	0Fh	15th transmit PDO mapped	0 - 4294967295	U32	rw	N	N	00000000h

4.3 Sync manager 2/3 synchronization(1C32h 、1C33h)

Index	sub-index	Name	Range	Data Type	Access	EEPROM	PDO	default
1C32h	--	Sync manager 2 synchronization						
	00h	Number of sub-objects	0 - 255	U8	ro	N	N	20h
	01h	Synchronization Type	0 - 65535	U16	rw	N	N	0000h
	02h	Cycle Time	0 - 4294967295	U32	ro	N	N	0000h
	04h	Synchronization Types supported	0 - 65535	U16	ro	N	N	001Fh
	05h	Minimum Cycle Time	0 - 4294967295	U32	ro	N	N	0007A120h
	06h	Calc and Copy Time	0 - 4294967295	U32	ro	N	N	00009C40h
	08h	Get Cycle Time	0 - 65535	U16	ro	N	N	0000h
	09h	Delay time	0 - 4294967295	U32	ro	N	N	00002710h
	0Ah	Sync0 Cycle Time	0 - 4294967295	U32	ro	N	N	00000000h
	0Bh	SM-Event Missed	0 - 65535	U16	ro	N	N	0000h
	0Ch	Cycle Time Too small	0 - 65535	U16	ro	N	N	0000h
	20h	Sync Error	0 - 1	BOOL	ro	N	N	FALSE

Index	sub-index	Name	Range	Data Type	Access	EEPROM	PDO	default
1C33h	--	Sync manager 3 synchronization						
	00h	Number of sub-objects	0 - 255	U8	ro	N	N	20h
	01h	Synchronization Type	0 - 65535	U16	rw	N	N	0000h

02h	Cycle Time	0 - 4294967295	U32	ro	N	N	0000h
04h	Synchronization Types supported	0 - 65535	U16	ro	N	N	001Fh
05h	Minimum Cycle Time	0 - 4294967295	U32	ro	N	N	0007A120h
06h	Calc and Copy Time	0 - 4294967295	U32	ro	N	N	00009C40h
08h	Get Cycle Time	0 - 65535	U16	ro	N	N	0000h
09h	Delay time	0 - 4294967295	U32	ro	N	N	00002710h
0Ah	Sync0 Cycle Time	0 - 4294967295	U32	ro	N	N	00000000h
0Bh	SM-Event Missed	0 - 65535	U16	ro	N	N	0000h
0Ch	Cycle Time Too small	0 - 65535	U16	ro	N	N	0000h
20h	Sync Error	0 - 1	BOOL	ro	N	N	FALSE

5 驅動參數區域(2000h ~ 5FFFh)

Index	sub-index	Name	Range	Data Type	Access	EEPROM	PDO	default
2000h	--	EMG Change Polarity 變更 EMG 訊號準位	0 - 1	U16	rw	Y	N	0001h
2001h	--	ORG Change Polarity 變更 ORG 訊號準位	0 - 1	U16	rw	Y	N	0001h
2002h	--	NOT Change Polarity 變更 NOT 訊號準位	0 - 1	U16	rw	Y	N	0001h
2003h	--	POT Change Polarity 變更 POT 訊號準位	0 - 1	U16	rw	Y	N	0001h
2004h	--	EZ Change Polarity 變更 EZ 訊號準位	0 - 1	U16	rw	Y	N	0001h
2005h	--	ALM Change Polarity 變更 ALM 訊號準位	0 - 1	U16	rw	Y	N	0001h
2006h	--	INP Change Polarity 變更 INP 訊號準位	0 - 1	U16	rw	Y	N	0001h
2007h	--	RDY Change Polarity 變更 RDY 訊號準位	0 - 1	U16	rw	Y	N	0001h

2008h	--	SVON Change Polarity 變更 SVON 訊號 準位	0 - 1	U16	rw	Y	N	0001h
2009h	--	DI0 Change Polarity 變更 DI0 訊號 準位	0 - 1	U16	rw	Y	N	0001h
200Ah	--	D00 Change Polarity 變更 D00 訊號 準位	0 - 1	U16	rw	Y	N	0001h
200Dh	--	ERC PulseWidth ERC 脈波寬度	0 - 65535	U16	rw	Y	N	0000h
若 ERC 脈波寬度大於 0，則會在執行原點復歸完成時輸出指定寬度的 ERC 訊號								
3003h	--	Encoder PPR 編碼器一圈的 解析度	0 - 4294967295	U32	rw	Y	N	00000000h
3004h	--	Encoder Mode 編碼器模式	0 - 127	U16	rw	Y	N	0004h

	<table><tr><td>Bit</td><td>7</td><td>6</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>Function</td><td>-</td><td>EZ_INV</td><td>EB_INV / Dir / CCW</td><td>EA_INV / Pulse / CW</td><td>-</td><td colspan="3">PULSE_MODE</td></tr></table> PULSE_MODE (R/W): 0: OUT/DIR 模式 1: CW/CCW 模式 2: 1 x AB phase 模式，最小脈波寬度為 80ns 3: 2 x AB phase 模式，最小脈波寬度為 80ns 4: 4 x AB phase 模式，最小脈波寬度為 160ns EA_INV: 寫入"1"以反轉 A 信號(預設值: 0) EB_INV: 寫入"1"以反轉 B 信號(預設值: 0) EZ_INV: 寫入"1"以反轉 C 信號(預設值: 0)								Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	Function	-	EZ_INV	EB_INV / Dir / CCW	EA_INV / Pulse / CW	-	PULSE_MODE		
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0																		
Function	-	EZ_INV	EB_INV / Dir / CCW	EA_INV / Pulse / CW	-	PULSE_MODE																				
3006h	--	Motor PPR 馬達一圈的解 析度	200 - 51200	U16	rw	Y	N	C800h																		
200(全步). 400. 800. 1600. 3200. 6400. 12800. 25600. 51200																										
300Ch	--	Motor Interface 脈波介面	0 - 31	U16	rw	Y	N	00000000h																		
<table><tr><td>Bit</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>Function</td><td>P_INV</td><td>N_INV</td><td>SWPx</td><td colspan="2">FRMTx</td></tr></table> FRMTx (R/W): 脈波介面 "00": Pulse/Direction (Default) "01": CW/CCW "10": EA/EB P_INV (R/W): 寫入"1"以反轉 P+ P- 信號 (default: '0') N_INV (R/W): 寫入"1"以反轉 N+ N- 信號(default: '0') SWP (R/W): 寫入"1"以調換 P 與 N									Bit	4	3	2	1	0	Function	P_INV	N_INV	SWPx	FRMTx							
Bit	4	3	2	1	0																					
Function	P_INV	N_INV	SWPx	FRMTx																						
3010h	--	Profile Jerk Profile 加加速 度	0 - 4294967295	U32	rw	Y	N	0003E800h																		

3011h	--	Motor Direction 馬達方向	0 - 1	U16	rw	Y	N	00h
4002h	00h	Moving Average CSP 位置命令移動平均濾波器，在插補模式下有效，單位:ms	0 - 10	U8	rw	N	N	5h
4003h	00h	Motion Mode 0: 插補模式 1: 高速模式(適用於高速、短距離的命令，命令執行時間需低於 500ms)	0 - 1	U8	rw	N	N	0h
5000h	--	Store parameters						
	00h	Number of entries		U8	rw	N	N	3
	01h	Save all Parameters	0 - 4294967295	U32	rw	N	N	00000000h
	02h	Load Factory	0 - 1	U32	rw	Y	N	00000001h
	03h	Save counter	0 - 4294967295	U32	ro	Y	N	00000000h
若要將啟用 EEPROM，請將 Load Factory 設為 0，並將 Save all Parameters 由 0 設為 1，將參數存檔，若存檔失敗，EEPROM Error(0x5001:01)為 1，請重新將 Save all Parameters 由 0 設為 1，若存檔成功 Save counter + 1 若要恢復為預設值，請將 Load Factory 設為 1，並將 Save all Parameters 由 0 設為 1，將參數存檔，若存檔失敗，EEPROM Error 為 1 若存檔成功 Save counter + 1 重新上電後所有參數將恢復為預設值								
5001h	--	Store Status						
	00h	Number of entries		U8	rw	N	N	2
	01h	EEPROM Error	0 - 1	U32	ro	N	N	00000000h
	02h	Load EEPROM	0 - 1	U32	rw	Y	N	00000000h
若上電後 EEPROM Error 為 1，代表讀取 EEPROM 失敗，請將 Load EEPROM 由 0 設為 1，若成功，EEPROM Error 為 0，若 EEPROM Error 還是為 1，代表上次存檔時發生問題，但未處理，請重新存檔								

6 驅動 Profile 區域(6000h ~ 6FFFh)

6.1 對象一覽

Index	sub-index	Name	Range	Data Type	Access	EEPROM	PDO	default
603Fh	00h	ErrorCode	0 - 65535	U16	ro	N	Y	0000h
6040h	00h	Controlword	0 - 65535	U16	rw	N	Y	0000h
6041h	00h	Statusword	0 - 65535	U16	ro	N	Y	0000h
605Ah	00h	Quick Stop Option Code	1 - 3 5 - 7	U16	rw	Y	N	0002h
605Bh	00h	Shutdown Option Code	1	U16	rw	Y	N	0001h
605Ch	00h	Disable Operation Option Code	1	U16	rw	Y	N	0001h
605Dh	00h	Halt Option Code	1 - 3	U16	rw	Y	N	0002h
605Eh	00h	Fault Reaction Option Code	1 - 2	U16	rw	Y	N	0002h
6060h	00h	Modes Of Operation	-128 - 127	I8	rw	N	Y	09h
6061h	00h	Modes Of Operation Display	-128 - 127	I8	ro	N	Y	00h
6062h	00h	Position Demand Value	-2147483648 - 2147483647	I32	ro	N	N	00000000h
6063h	00h	Position actual internal value	-2147483648 - 2147483647	I32	ro	N	N	00000000h
6064h	00h	Position Actual Value	-2147483648 - 2147483647	I32	ro	N	Y	00000000h
6065h	00h	Following error	0 -	U32	rw	N	Y	00000000h

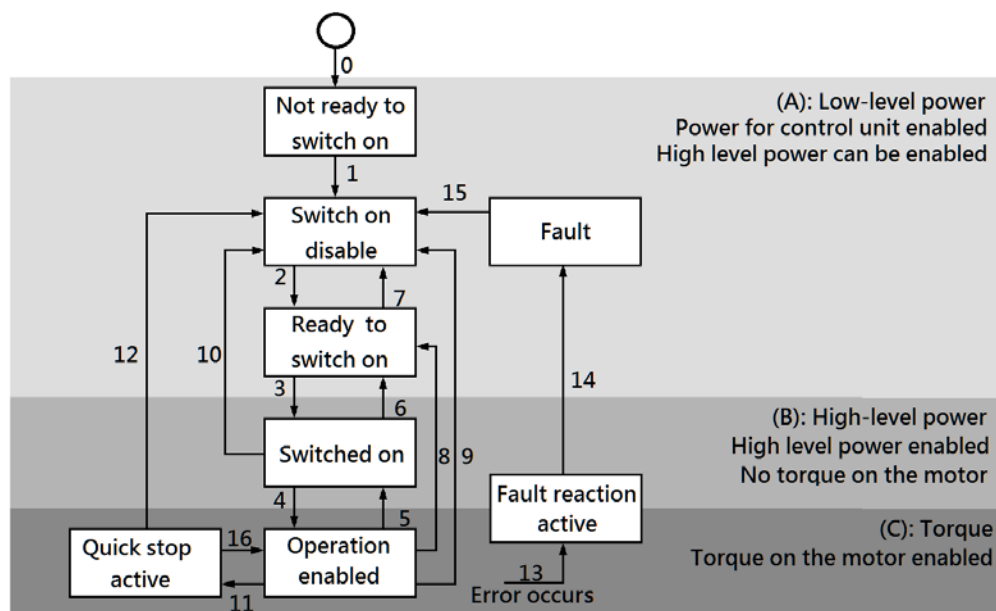
		window	4294967295					
6066h	00h	Following Error Time Out	0 - 65535	U16	rw	N	Y	00h
6067h	00h	Position Window	0 - 4294967295	U32	rw	N	Y	FFFFFFFFh
6068h	00h	Position Window Time	0 - 65535	U16	rw	N	Y	00h
606Bh	00h	Velocity Demand Value	-2147483648 - 2147483647	I32	ro	N	Y	00000000h
606Ch	00h	Velocity Actual Value	-2147483648 - 2147483647	I32	ro	N	Y	00000000h
606Dh	00h	Velocity Window	0 - 65535	U16	rw	N	Y	00h
606Eh	00h	Velocity Window Time	0 - 65535	U16	rw	N	Y	00h
607Ah	00h	Target Position	-2147483648 - 2147483647	I32	ro	N	Y	00000000h
607Ch	00h	Home Offset	-2147483648 - 2147483647	I32	rw	N	N	00000000h
607Dh		Software Position Limit					N	
	00h	Number of entries	2	U8	ro	N	N	2
	01h	Min position limit	-2147483648 - 2147483647	I32	rw	Y	N	00000000h
	02h	Max position limit	-2147483648 - 2147483647	I32	rw	Y	N	00000000h
607Fh	00h	Max. Profile Velocity	0 - 4294967295	U32	rw	Y	N	7FFFFFFFFh
6081h	00h	Profile Velocity	0 - 4294967295	U32	rw	Y	N	0000C350h

6083h	00h	Profile Acceleration	0 - 4294967295	U32	rw	Y	N	0000C350h
6084h	00h	Profile Deceleration	0 - 4294967295	U32	rw	Y	N	0000C350h
6085h	00h	Quick Stop Deceleration	0 - 4294967295	U32	rw	Y	N	0007A120h
6086h	00h	Motion profile type	0-3	I16	rw	Y	N	0000h
6098h	00h	Homing method	-128 - 127	I8	rw	Y	N	00h
6099h		Homing Speeds					N	
	00h	Number of entries	2	U16	ro	N	N	2
	01h	Speed during search for switch	0 - 4294967295	U32	rw	Y	N	0000C350h
	02h	Speed during search for zero	0 - 4294967295	U32	rw	Y	N	000007D0h
609Ah	00h	Homing acceleration	0 - 4294967295	U32	rw	Y	N	0000C350h
60B0h	00h	Position Offset	-2147483648 - 2147483647	I32	rw	N	Y	00000000h
60B1h	00h	Velocity Offset	-2147483648 - 2147483647	I32	rw	N	Y	00000000h
60C5h	00h	Max Acceleration	0 - 4294967295	U32	rw	Y	N	7FFFFFFFh
60C6h	00h	Max Deceleration	0 - 4294967295	U32	rw	Y	N	7FFFFFFFh
60F4h	00h	Following Error	-2147483648 - 2147483647	I32	ro	N	Y	00000000h
60FDh	00h	Digital Inputs	0 - 4294967295	U32	ro	N	Y	00000000h
60FEh		Digital Outputs					N	
	00h	Number of entries	2	U8	ro	N	N	2
	01h	Physical Outputs	0 -	U32	rw	Y	N	00000000h

			4294967295																																																																													
02h	Bit Mask		0 - 4294967295	U32	rw	Y	N	00000000h																																																																								
<table border="1"> <tr> <td>Bit</td><td>231</td><td>30</td><td>29</td><td>28</td><td>27</td><td>26</td><td>25</td><td>24</td></tr> <tr> <td>Function</td><td colspan="8">(Not Supported)</td></tr> <tr> <td>Bit</td><td>23</td><td>22</td><td>21</td><td>20</td><td>19</td><td>18</td><td>17</td><td>16</td></tr> <tr> <td>Function</td><td colspan="8">(Not Supported)</td></tr> <tr> <td>Bit</td><td>15</td><td>14</td><td>13</td><td>12</td><td>11</td><td>10</td><td>9</td><td>8</td></tr> <tr> <td>Function</td><td colspan="8">(Not Supported)</td></tr> <tr> <td>Bit</td><td>7</td><td>6</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr> <td>Function</td><td colspan="4">(Not Supported)</td><td>ALM RST</td><td>ERC</td><td>--</td><td>--</td></tr> </table> Physical Outputs:控制 DO 訊號輸出。 Bit Mask:控制使否啟用 DO 訊號輸出(0:不啟用，1:啟用)； 當設置不控制啟用 ALMRST 輸出時，ALMRST 則由程式內部自動控制。									Bit	231	30	29	28	27	26	25	24	Function	(Not Supported)								Bit	23	22	21	20	19	18	17	16	Function	(Not Supported)								Bit	15	14	13	12	11	10	9	8	Function	(Not Supported)								Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	Function	(Not Supported)				ALM RST	ERC	--	--
Bit	231	30	29	28	27	26	25	24																																																																								
Function	(Not Supported)																																																																															
Bit	23	22	21	20	19	18	17	16																																																																								
Function	(Not Supported)																																																																															
Bit	15	14	13	12	11	10	9	8																																																																								
Function	(Not Supported)																																																																															
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0																																																																								
Function	(Not Supported)				ALM RST	ERC	--	--																																																																								
60FFh	00h	Target Velocity	-2147483648 - 2147483647	I32	rw	N	Y	00000000h																																																																								
6502h	00h	Supported Drive Modes	0 - 4294967295	U32	ro	Y	N	000001A5h																																																																								

6.2 PDS 狀態機

根據使用者命令或者異常檢出等，驅動器的 PDS 狀態機轉換如下圖定義



狀態轉換	處理事件	執行動作
0	Auto skip 0	控制電源投入後自動轉移 驅動器自我診斷及初始化，若設定自動剎車，則接合剎車
1	Auto skip 1	初始化完成後自動轉移 通訊致能
2	Shutdown	接收 Shutdown 命令 -
3	Switch on	接收 Switch on 命令 -
4	Enable operation	接收 Enable operation 命令 驅動功能有效化；若設定自動剎車，則釋放剎車
5	Disable operation	接收 Disable operation 命令 驅動功能無效；若設定自動剎車，則接合剎車
6	Shutdown	接收 Shutdown 命令 -
7	Disable voltage	接收 Disable voltage 命令 接收 Quick stop 命令 -
8	Shutdown	接收 Shutdown 命令 驅動功能無效；若設定自動剎車，則接合剎車
9	Disable voltage	接收 Disable voltage 命令 驅動功能無效；若設定自動剎車，則接合剎車
10	Disable voltage	接收 Disable voltage 命令 接收 Quick stop 命令 -

11	Quick stop	接收 Quick stop 命令	開始執行 Quick stop 功能
12	Disable voltage	Quick stop 選擇代碼是 1,2,3 的設定值時，且 Quick stop 動作完成的情況 Quick stop 選擇代碼是 5,6,7 的設定值時，且 Quick stop 動作完成後，接收 Disable voltage 的情況	驅動功能無效；若設定自動剎車，則接合剎車
13	Error occurs	異常檢出	開始執行 Fault reaction 功能
14	Auto skip2	異常檢出減速處理完成後，自動轉移	驅動功能無效；若設定自動剎車，則接合剎車
15	Fault reset	異常排除後，接收 Fault reset 指令	執行 Fault 狀態的復位
16	Enable operation	Quick stop 選擇代碼是 5,6,7 的設定值時，接收 Enable operation 命令	驅動功能有效化；若設定自動剎車，則釋放剎車

6.3 Controlword(6040h)

Index	sub-index	Name	Range	Data Type	Access	EEPROM	PDO
6040h	00h	controlword 控制驅動運行狀態	0-65535	U16	rw	N	Y

Bit	15 ~ 10	9	8	7	6 ~ 4	3	2	1	0
	r	oms	h	fr	oms	eo	qs	ev	so
r = reserve oms = operation mode specific (根據控制模式而有不同定義) fr = fault reset h = halt					eo = Enable operation qs = quick stop ev = enable voltage so = switch on				

Bit7, 3 ~ 0(fault reset / Enable operation / quick stop / enable voltage / switch on):

表示 PDS 狀態機的命令

Command	bits of the controlword					PDS 狀態
	bit 7	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0	
	fault reset	enable operation	quick stop	enable voltage	switch on	
Shutdown	0	-	1	1	0	2, 6, 8
Switch on	0	0	1	1	1	3
Switch on + Enable operation	0	1	1	1	1	3+4
Enable operation	0	1	1	1	1	4, 16
Disable voltage	0	-	-	0	-	7, 9, 10, 12
Quick stop	0	-	0	1	-	7, 10, 11
Disable operation	0	0	1	1	1	5
Fault reset	rising edge	-	-	-	-	15

Note: quick stop 指令的 bit 邏輯在 0 下有效，請注意與其他 bit 邏輯不同

以下表示各控制模式(modes of Operation)下 oms bit 的定義

-: reserve

Op-mode	bit 9	bit 6	bit 5	bit 4
csp	-	-	-	-
csv	-	-	-	-
hm	-	-	-	start homing
pp		absolute/ relative	change set immediately	new set-point
pv	-	-	-	-

6.4 Statusword(6041h)

Index	sub-index	Name	Range	Data Type	Access	EEPROM	PDO	default
6041h	00h	Statusword 表示驅動器運行狀態	0-65535	U16	ro	N	Y	0

Bit	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
	r		oms		ila	oms	rm	r	w	sod	qs	ve	f	oe	so	rtso
r = reserve oms = operation mode specific (根據控制模式而有不同定義) ila = internal limit active rm = remote w = warning sod = switch on disabled qs = quick stop ve = voltage enabled f = fault oe = operation enabled so = switched on rtso = ready to switch on																

Bit 6, 5, 3 – 0 (switch on disabled/ quick stop/ fault/ operation enabled/ switched on/ ready to switch on) 根據此 Bits 可以確認 PDS 狀態

Statusword	PDS State
xxxx xxxx x0xx 0000 b	Not ready to switch on 初始化未完成
xxxx xxxx x1xx 0000 b	Switch on disabled 初始化完成
xxxx xxxx x01x 0001 b	Ready to switch on 主回路電源 Off
xxxx xxxx x01x 0011 b	Switched on 驅動功能關閉/準備
xxxx xxxx 0x1x 0111 b	Operation enabled 驅動功能開啟
xxxx xxxx x00x 0111 b	Quick stop active 即停止
xxxx xxxx x0xx 1111 b	Fault reaction active 異常(警報)處理
xxxx xxxx x0xx 1000 b	Fault 異常(警報)狀態

Bit 5(quick stop):

0 的情況下，表示 PDS 接收 quick stop 要求

quick stop 的 bit 邏輯是在 0 有效，與其他 bit 不同

Bit 7(warning):

1 的情況下，表示警告正在發生，PDS 狀態不變，電機繼續動作

Bit 13, 12, and 10(operation mode specific):

以下表示各控制模式(modes of Operation)下 oms bit 的定義

Op-mode	bit 13	bit 12	bit 10
csp	-	drive follows command value	-
csv	-	drive follows command value	-
hm	homing error	homing attained	target reached
pp	-	set-point acknowledge	target reached
pv	-	-	target reached

6.5 控制模式設定

6.5.1 Supported drive modes(6502h)

此驅動器可以根據 6502h 確認支持的 control 模式(Modes of operation)。

Index	sub-index	Name	Range	Data Type	Access	EEPROM	PDO	default
6502h	00h	Supported drive modes 表示支持的 control 模式	0-4294967295	U32	ro	N	N	01A5h

bit	Modes of operation		
0	Profile position mode (Profile 位置 control 模式)	pp	Yes
1	Velocity mode (速度 control 模式)	vl	No
2	Profile velocity mode (Profile 速度 control 模式)	pv	Yes
3	Torque profile mode (Profile 轉矩 control 模式)	tq	No
5	Homing mode (原點復位位置 control 模式)	hm	Yes
6	Interpolated position mode (插補位置 control 模式)	ip	No
7	Cyclic synchronous position mode (Cyclic 位置 control 模式)	csp	Yes
8	Cyclic synchronous velocity mode (Cyclic 速度 control 模式)	csv	Yes
9	Cyclic synchronous torque mode (Cyclic 轉矩 control 模式)	cst	No

6.5.2 Modes of operation (6060h)

控制模式通過 6060h(Modes of operation)進行。

Index	sub-index	Name	Range	Data Type	Access	EEPROM	PDO	default
6060h	00h	Modes of operation 設定控制模式	-128 - 127	I8	rw	N	Y	00h

Value	Modes of operation	
1	Profile position mode (Profile 位置控制模式)	pp
3	Profile velocity mode (Profile 速度控制模式)	pv
6	Homing mode (原點復位位置控制模式)	hm
8	Cyclic synchronous position mode (Cyclic 位置控制模式)	csp
9	Cyclic synchronous velocity mode (Cyclic 速度控制模式)	csv

- 因為 6060h(Modes of operation)是 default=0 (No mode change/no mode assigned)，PDS 狀態遷移到 Operation enabled 之前，請一定要設定使用的控制模式值。

6.5.3 Modes of operation display (6061h)

驅動器內部的控制模式根據 6061h(Modes of operation display)進行。

6060h(Modes of operation)設定後，請確認此對象數值是否與 6060h(Modes of operation)相同。

Index	sub-index	Name	Range	Data Type	Access	EEPROM	PDO	default
6061h	00h	Modes of operation 當前控制模式	-128 - 127	I8	ro	N	Y	0h

Value	Modes of operation	
1	Profile position mode (Profile 位置控制模式)	pp
3	Profile velocity mode (Profile 速度控制模式)	pv
6	Homing mode (原點復位位置控制模式)	hm
8	Cyclic synchronous position mode (Cyclic 位置控制模式)	csp
9	Cyclic synchronous velocity mode (Cyclic 速度控制模式)	csv

6.5.4 控制模式切換注意事項

- 通過變更 6060h(Modes of operation)的值，可以切換控制模式。
- 現在的伺服驅動器的控制模式請通過 6061h(Modes of operation display)確認。
- 從控制模式變更時到切換完成需要花費約 2 ms。
- 請務必在電機停止中執行控制模式的切換。
- 無法保證電機動作中(包含原點復位動作中、減速停止中)控制模式切換時的動作。

6.6 位置控制模式

6.6.1 軟體限位功能(Software position limit:607Dh)

Index	sub-index	Name	Range	Data Type	Access	EEPROM	PDO	default
607Dh		Software Position Limit						
	00h	Number of entries	2	U8	ro	N	N	2
	01h	Min position limit	-2147483648 - 2147483647	I32	rw	Y	N	00000000h
	02h	Max position limit	-2147483648 - 2147483647	I32	rw	Y	N	00000000h

以下情況為軟體限位功能無效化

607Dh-01h $\geq$ 607Dh-02h

例) 607Dh-01h = 0

607Dh-02h = 0

6.6.2 Profile 位置控制模式(Profile Position Mode/ pp mode)

在此模式下，指定目標位置、目標速度、加減速度等，驅動器會依照運動參數內部生成指令後驅動馬達進行移動。

控制器會依照物件 6086h (Motion Profile Type)來設定速度輪廓，此控制器支援以下三種類型:

- 線性輪廓(linear ramp) (6086h:00h):速度輪廓呈現梯形。
- Sin^2 輪廓 (Sin^2 ramp) (6086h:01h):速度輪廓呈現 Sin^2 曲線，加速度和減速度呈現Sin曲線。
- 加加速度輪廓(Jerk-limited ramp) (6086h:03h): 速度輪廓呈現 S 曲線，加速度和減速度呈現梯形，需設定加加速度物件(Axes Profile Jerk Profile :3010h)。

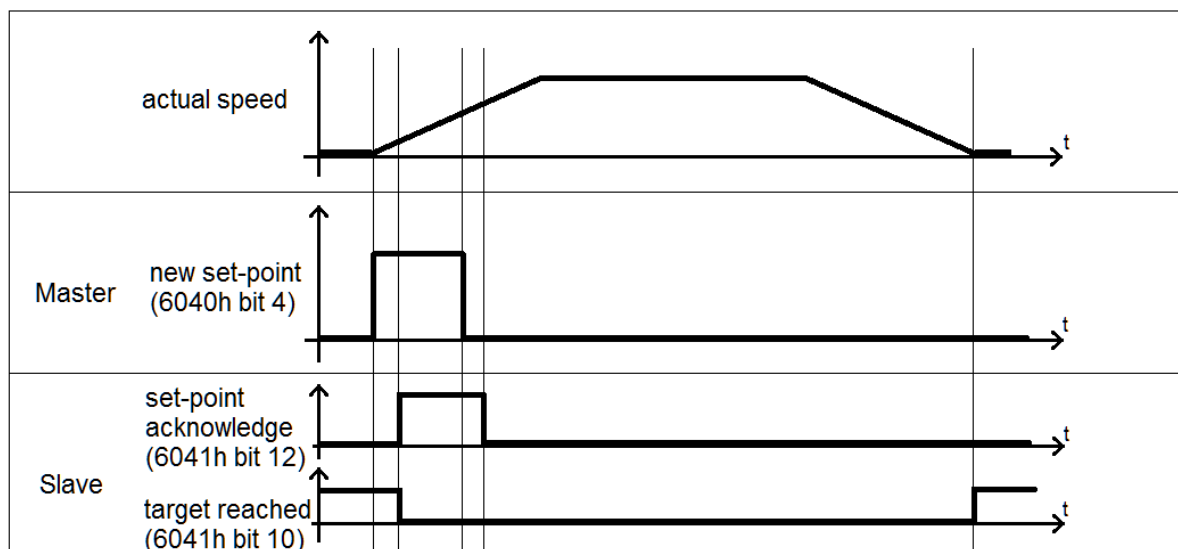
使用加加速度輪廓模式時有以下兩點限制:

- 加速度曲線和減速度曲線是對稱的，因此加速度和減速度都會以加加速度物件 (Profile acceleration: 6083h)設定的數值計算。
- 在速度不為零的情況下達新的命令或恢復 halt 時，運動模式會自動轉為線性輪廓模式，須等到馬達到達目標位置後才會恢復加加速度輪廓模式(唯一例外情況是下達與目前運動方向相反的命令，此時會保持加加速度輪廓模式)。

如果需要在下 Halt 停止命令時使用 S 曲線(6086h:1h or 3h)停止功能，須設定物件 (Halt Option Code:605D)為 1。如有啟用 S 曲線停止功能，在運動減速途中時下達 halt 命令，控制器會以原本的速度輪廓進行減速，直到速度到零停止運動。

操作步驟

1. 設定操作模式(Mode of operation:6060h)為 Profile 位置模式(pp mode) 數值 = 0x01，並確認(Mode of operations Display:6061h) = 0x01。
2. 將物件(Controlword:6040h) 由數值 0x06 → 0x07 → 0x0F，使控制系統為 Servo On 狀態。
3. 變更目標位置(Target Position: 607Ah)。
4. 變更目標速度(Profile velocity: 6081h)，此物件被(Max profile velocity: 607Fh) 的設定值所限制。
5. 變更加速度(Profile acceleration: 6083h)，此物件被 (Max acceleration: 60C5h) 的設定值所限制。
6. 變更減速度(Profile deceleration: 6084h)，此物件被(Max deceleration: 60C6h) 的設定值所限制。
7. 設定 6040h 的 bit4(new set-point)由 0 變更為 1，電機開始動作。
8. 確認 6041h 的 bit12(set-point acknowledge)由 0 到 1。
9. 確認 6041h 的 bit10(target reached)為 1，定位完成。



Control word: 6040h (pp 模式下)

Bit	15 ~ 10	9	8	7	6 ~ 4	3	2	1	0
	r	r	h	fr	oms	eo	qs	ev	so
r = reserve fr = fault reset h = halt					eo = Enable operation qs = quick stop ev = enable voltage so = switch on				

bit	Name	Value	Definition
4	new set-point	0 -> 1	開始動作
5	change set immediately	0	現在的定位動作完成後，開始下一定位動作
		1	中斷現在的定位動作，立刻開始下一定位動作
6	absolute/ relative	0	(Target position: 607A)作為絕對位置處理
		1	(Target position: 607A)作為相對位置處理

根據 bit5、bit4 的組合動作的區別如下

bit 5	bit 4	Definition
change set immediately	new set-point	
0	0 -> 1	下一定位動作是在現在的定位動作完成後執行
1	0 -> 1	下一定位動作馬上執行

Status word: 6041h (pp 模式下)

Bit	15~13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
	r	set-point acknowledge	ila	target reached	rm	r	w	sod	qs	ve	f	oe	so	rtso

r = reserve ila = internal limit active rm = remote	w = warning sod = switch on disabled qs = quick stop ve = voltage enabled f = fault oe = operation enabled so = switched on rtso = ready to switch on
---	--

bit	Name	Value	Definition
10	target reached	0	命令未完成
		1	當 halt= 0: 定位完成 當 halt= 1: 軸停止(速度為 0)
12	set-point acknowledge	0	new-setpoint 為 0，並且緩衝區是空的狀態
		1	new-setpoint 為 1，或者緩衝區不是空的狀態

6.6.3 週期同步位置控制模式(Cyclic Synchronous Position Mode/ csp mode)

在此模式下，主控制器需要在每個 EtherCAT 通訊周期時間規畫路徑並將目標位置(0x607A)發送到驅動器，驅動器會依照目標位置(0x607A)進行移動。

操作步驟

1. 讀取當前位置物件(Position Actual Value:6064h)並對寫入目標位置物件(Target position:607Ah)。
2. 設定操作模式，物件(Mode of operation:6060h)為週期同步位置模式(csp mode) 數值 = 0x08，並確認物件(Mode of operations Display:6061h) = 0x08。
3. 將物件(Controlword:6040h) 由數值 0x06 → 0x07 → 0x0F，使控制系統為 Servo On 狀態，驅動器開始依照目標位置(0x607A)進行移動。

Control word: 6040h (在 CSP 模式下)

Bit	15 ~ 10	9	8	7	6 ~ 4	3	2	1	0
	r	r	h	fr	r	eo	qs	ev	so
r = reserve fr = fault reset h = halt					eo = Enable operation qs = quick stop ev = enable voltage so = switch on				

Status word: 6041h (在 CSP 模式下)

Bit	15~13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
	r	driver follows command value	ila	r	rm	r	w	sod	qs	ve	f	oe	so	rtso
r = reserve ila = internal limit active rm = remote					w = warning sod = switch on disabled qs = quick stop ve = voltage enabled f = fault oe = operation enabled so = switched on rtso = ready to switch on									

bit	Name	Value	Definition
12	driver follows command value	0	根據位置目標不執行動作
		1	根據位置目標執行動作

6.6.4 原點復歸模式(Homing Mode/ hm mode)

指定動作速度、加速度與原點復歸模式，驅動器內部生成位置指令並執行原點復位

操作步驟

1. 設定操作模式，物件(Mode of operation: 6060h)為原點復歸模式(hm mode) 數值 = 0x06，並確認物件(Mode of operations Display: 6061h) = 0x06
2. 設定(Home offset: 607Ch)，設定原點位置，預設為 0
3. 設定(Homing method: 6098h)，設定原點復歸模式
4. 設定(Homing speeds: 6099h Sub-1)，設定搜尋開關訊號速度
5. 設定(Homing speeds: 6099h Sub-2)，設定搜尋 0 點速度
6. 設定(Homing acceleration: 609Ah)，設定加速度
7. 將物件(Controlword: 6040h) 由數值 0x06 → 0x07 → 0x0F，使控制系統為 Servo On 狀態
8. 設定物件(Controlword: 6040h)為 0x1F，開始原點復歸

Control word: 6040h (在 hm 模式下)

Bit	15 ~ 10	9	8	7	6 ~ 5	4	3	2	1	0
	r	r	h	fr	r	start homing	eo	qs	ev	so
r = reserve					eo = Enable operation					
fr = fault reset					qs = quick stop					
h = halt					ev = enable voltage					
					so = switch on					

bit	Name	Value	Definition
4	start homing	0 -> 1	開始原點復歸

Status word: 6041h (在 hm 模式下)

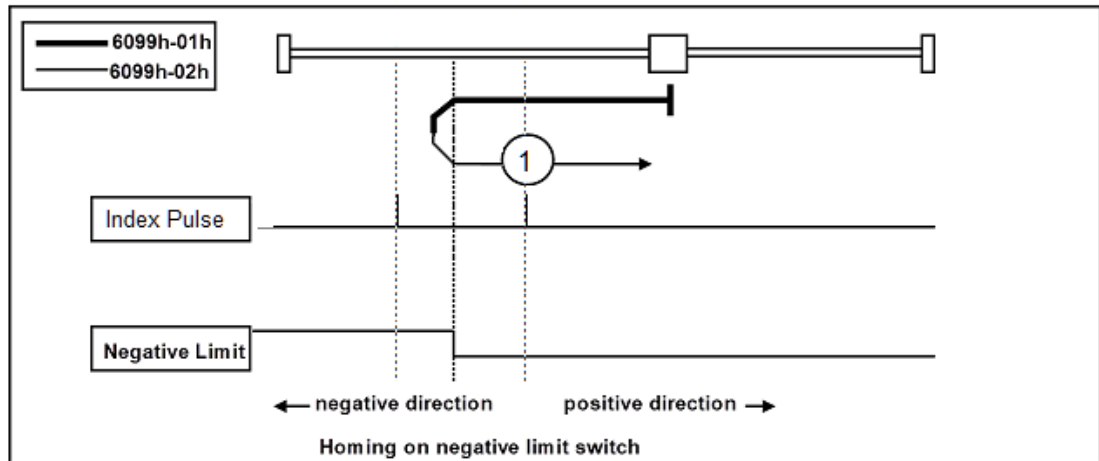
Bit	15~14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
	r	homing error	homing attained	ila	target reached	rm	r	w	sod	qs	ve	f	oe	so	rtso
r = reserve ila = internal limit active rm = remote w = warning sod = switch on disabled qs = quick stop ve = voltage enabled f = fault oe = operation enabled so = switched on rtso = ready to switch on															

bit	Name	Value	Definition
10	target reached	0	動作中
		1	停止狀態
12	homing attained	0	原點復歸動作未完成
		1	原點復歸動作完成
13	homing error	0	原點復歸動作無異常
		1	原點復歸動作發生異常

bit 13	bit 12	bit 10	Definition
0	0	0	原點復歸動作中
0	0	1	原點復歸動作中斷，或者未開始
0	1	0	原點復歸動作完成，但是未達到目標位置
0	1	1	原點復歸動作正常完成
1	0	0	檢出原點復歸異常還在動作中
1	0	1	檢出原點復歸異常，停止狀態

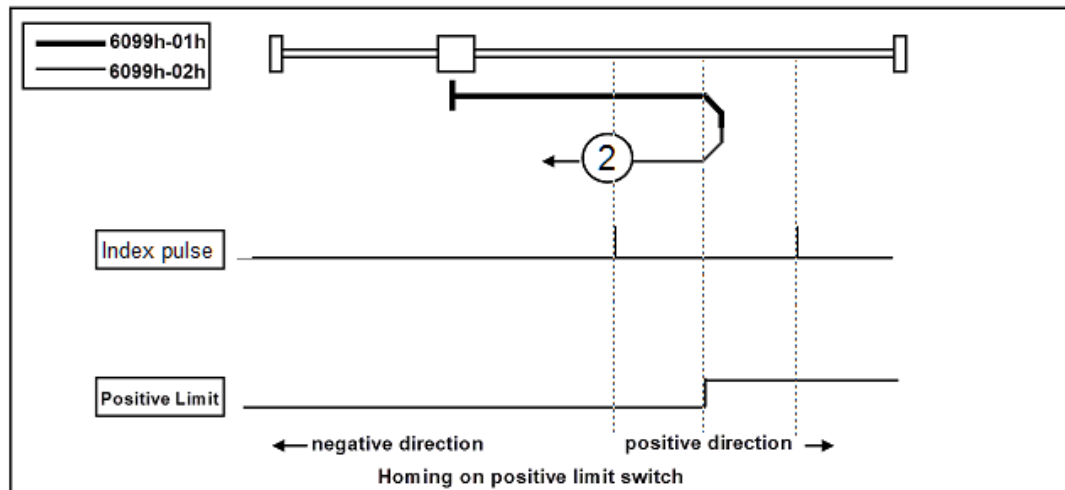
➤ Method 1

- NOT 如果在動作開始時未激活，初始動作方向為負方向。
- NOT 如果在動作開始時已經激活，初始動作方向為正方向。
- 原點檢出位置是 NOT 的狀態變化後在正方向側位置的最初的 Index pulse 檢出位置。



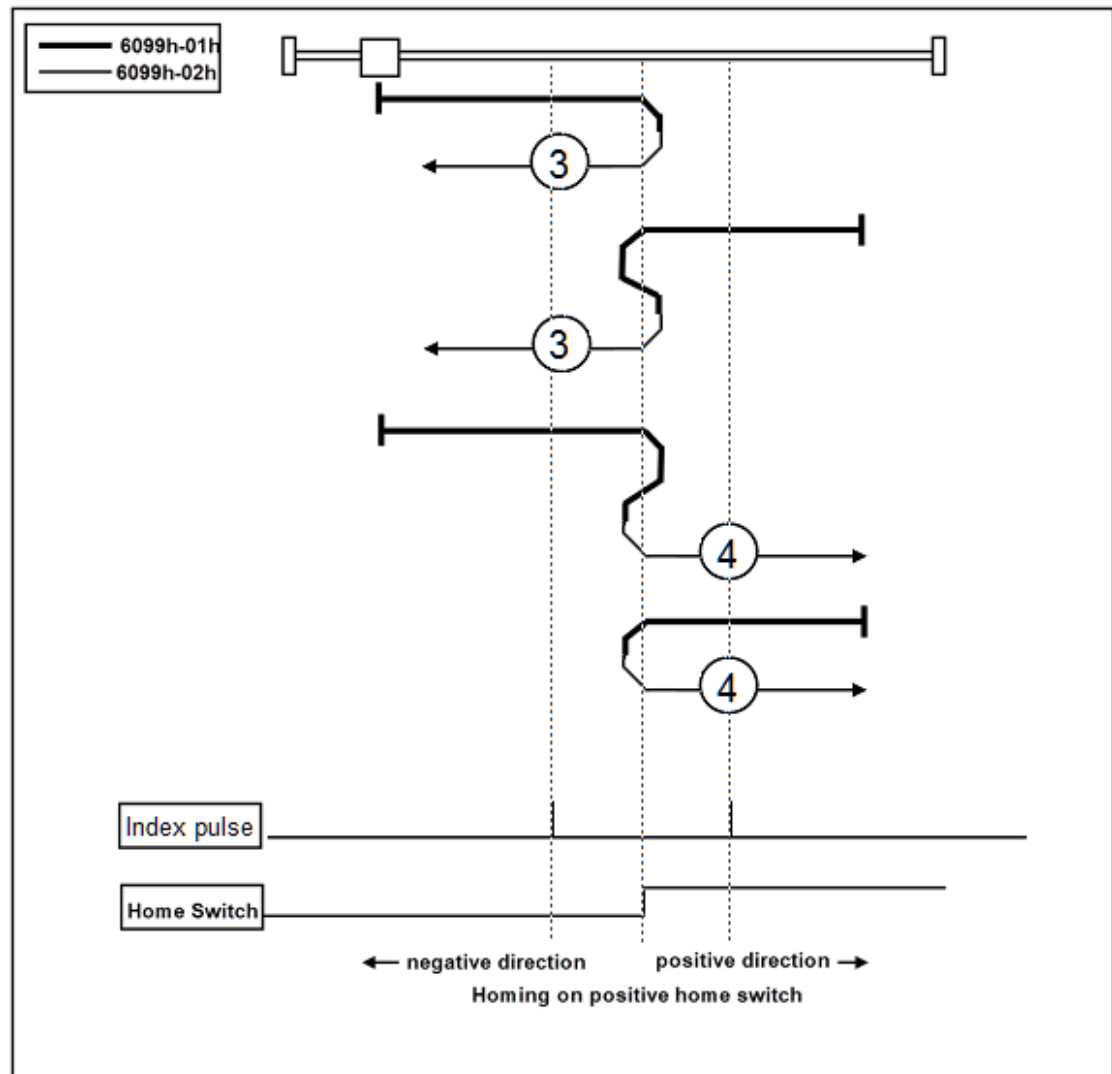
➤ Method 2

- POT 如果在動作開始時未激活，初始動作方向為正方向。
- POT 如果在動作開始時已經激活，初始動作方向為負方向。
- 原點檢出位置是 POT 的狀態變化後在負方向側位置的最初的 Index pulse 檢出位置。



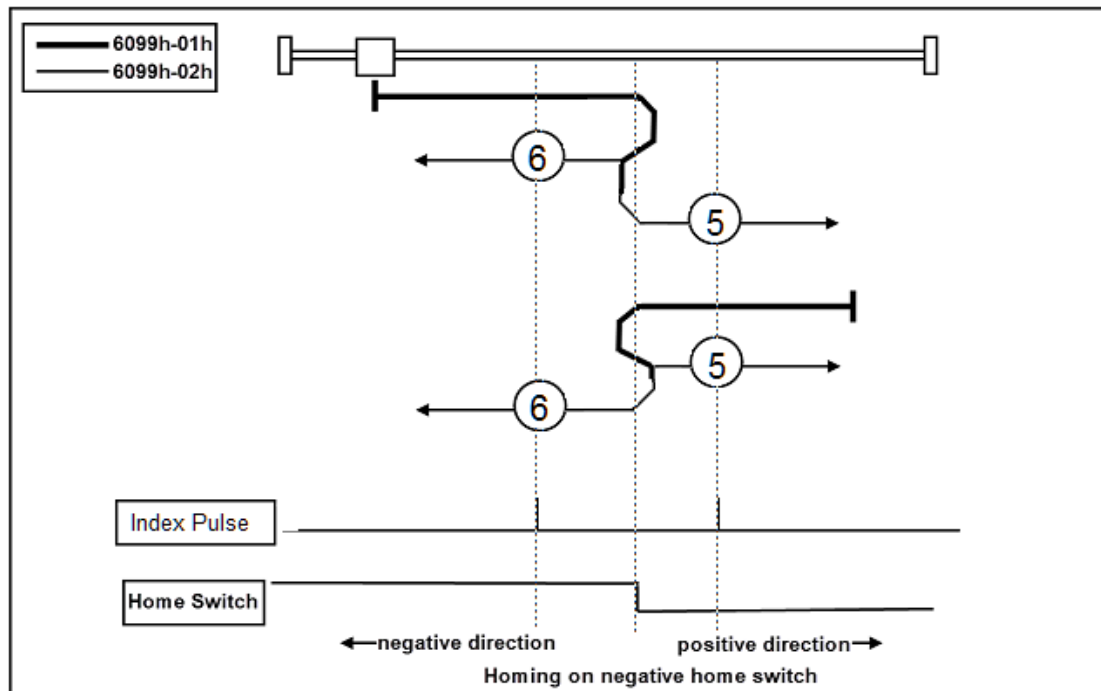
➤ Method 3、4

- Home switch 如果在動作開始時未激活，初始動作方向為正方向。
- Home switch 如果在動作開始時已經激活，初始動作方向為負方向。
- 原點檢出位置是 Home switch 的狀態變化後在正方向側或者負方向側的最初的 Index pulse 檢出位置。



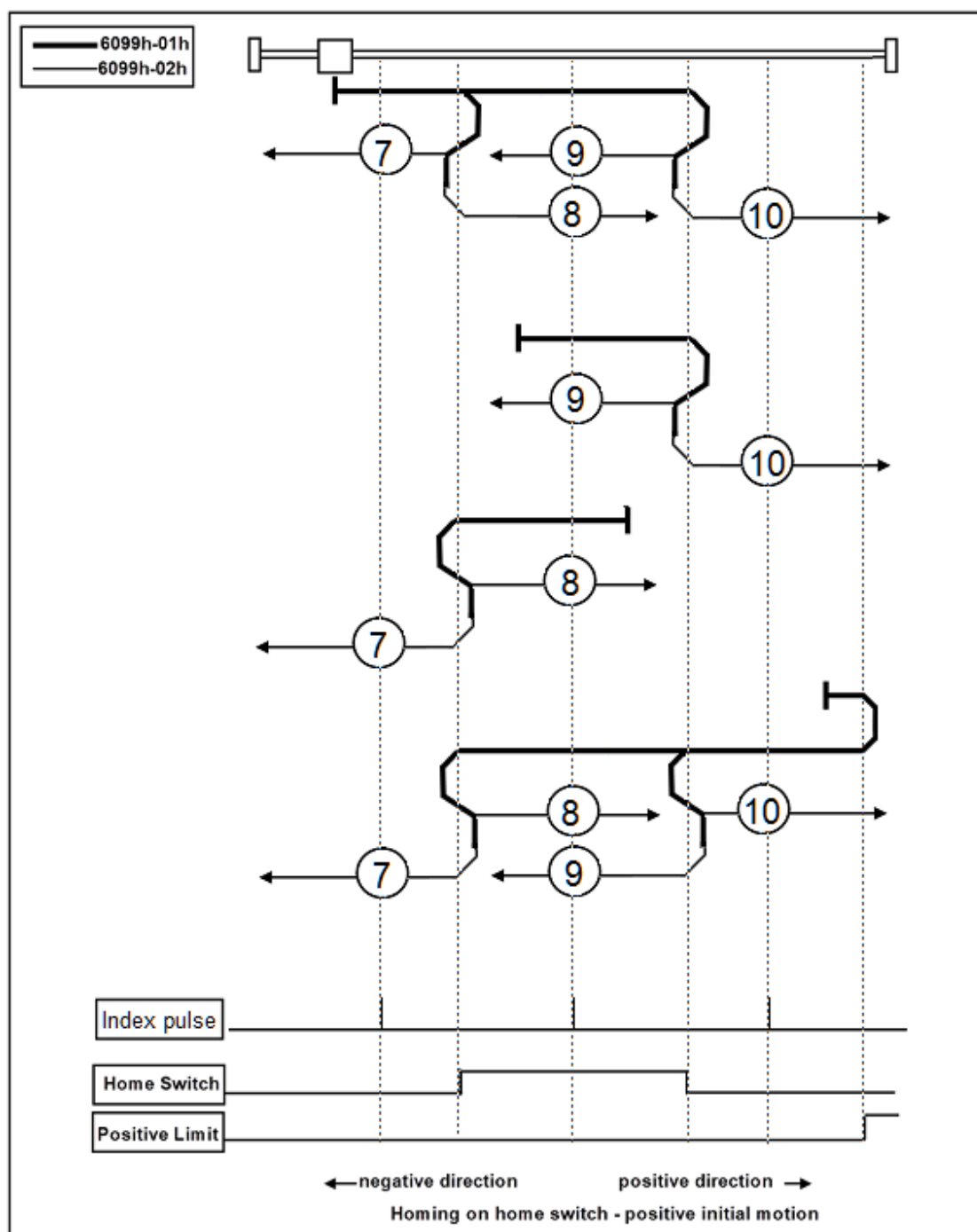
➤ Method 5、6

- Home switch 如果在動作開始時未激活，初始動作方向為負方向。
- Home switch 如果在動作開始時已經激活，初始動作方向為正方向。
- 原點檢出位置是 Home switch 的狀態變化後在正方向側或者負方向側的最初的 Index pulse 檢出位置。



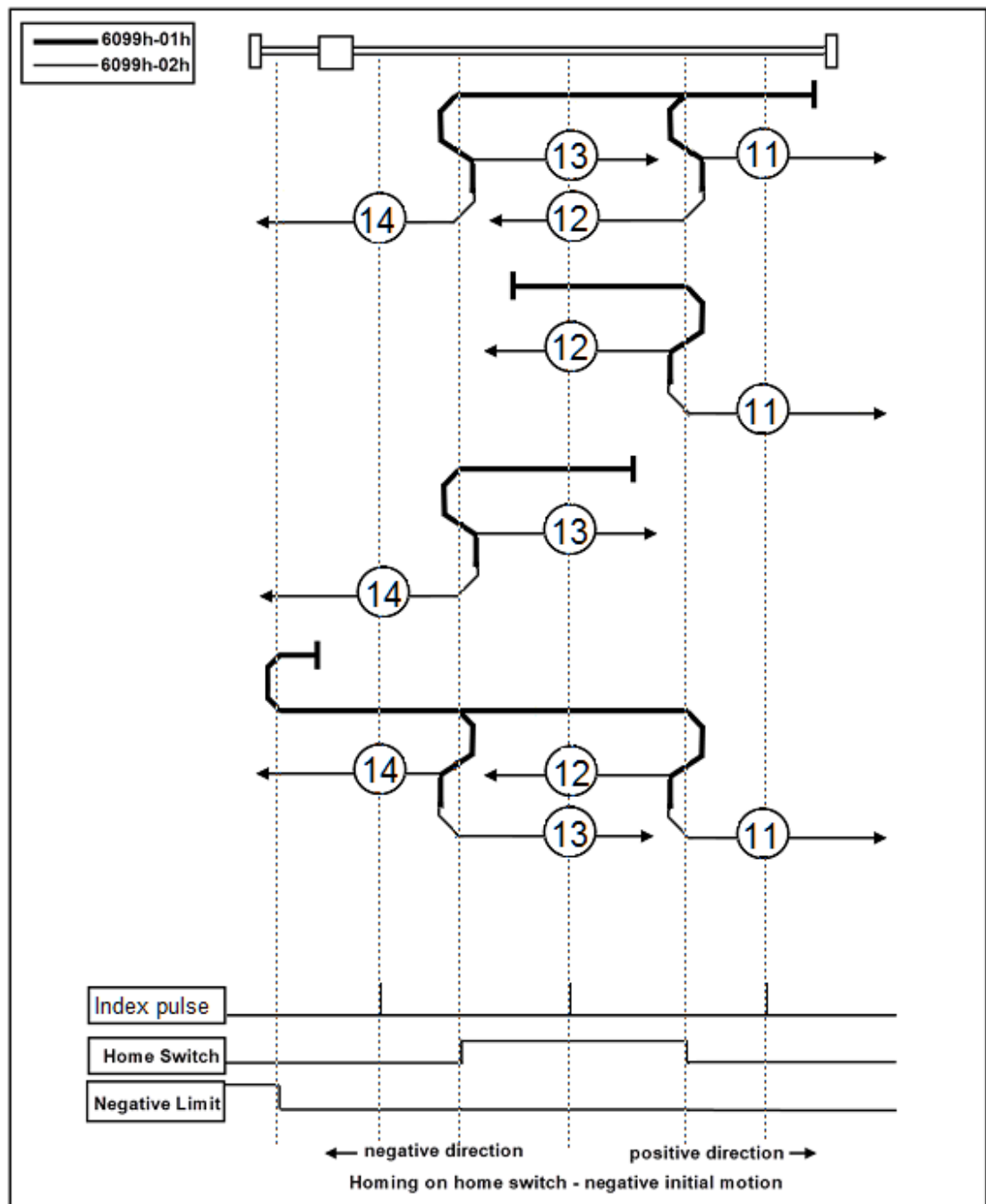
➤ Method7、8、9、10

- 方法 7, 8 的 Home switch 如果在動作開始時已經激活，初始動作方向為負方向。
- 方法 9, 10 的 Home switch 如果在動作開始時已經激活，初始動作方向為正方向。
- 原點檢出位置是 Home switch 的狀態變化後在正方向側或者負方向側的最初的 Index pulse 檢出位置。



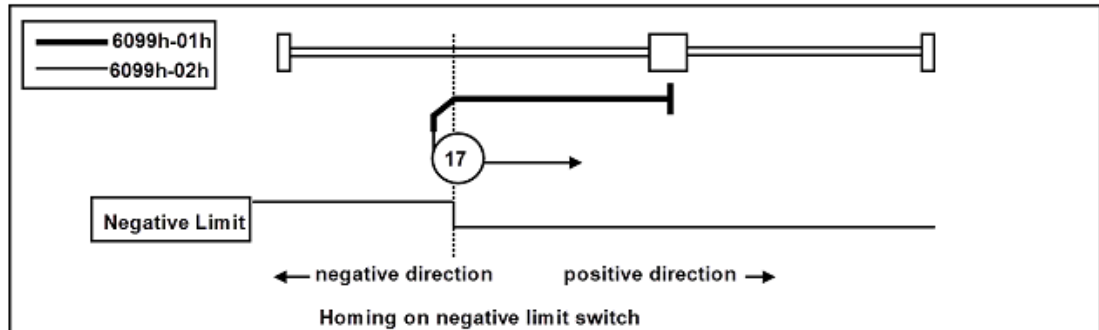
➤ Method 11、12、13、14

- 方法 13, 14 的 Home switch 如果在動作開始時已經激活，初始動作方向為負方向。
- 方法 11, 12 的 Home switch 如果在動作開始時已經激活，初始動作方向為正方向。
- 原點檢出位置是 Home switch 的狀態變化後在正方向側或者負方向側的最初的 Index pulse 檢出位置。



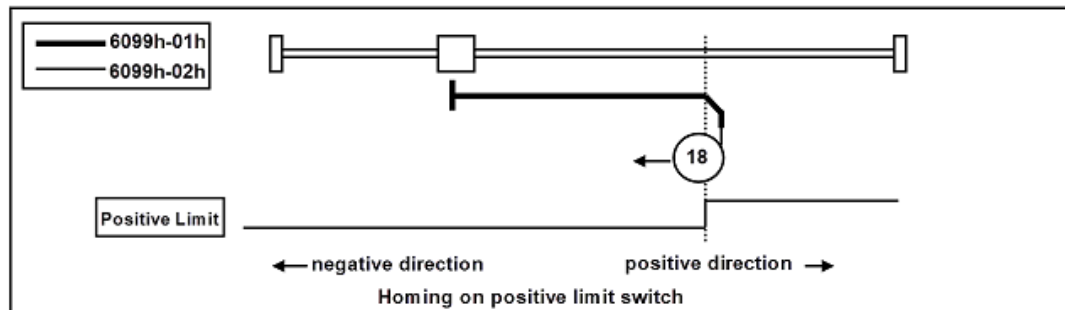
➤ Method 17

- NOT 如果在動作開始時未激活，初始動作方向為負方向。
- NOT 如果在動作開始時已經激活，初始動作方向為正方向。
- 原點檢出位置是 NOT 的狀態變化時的位置。



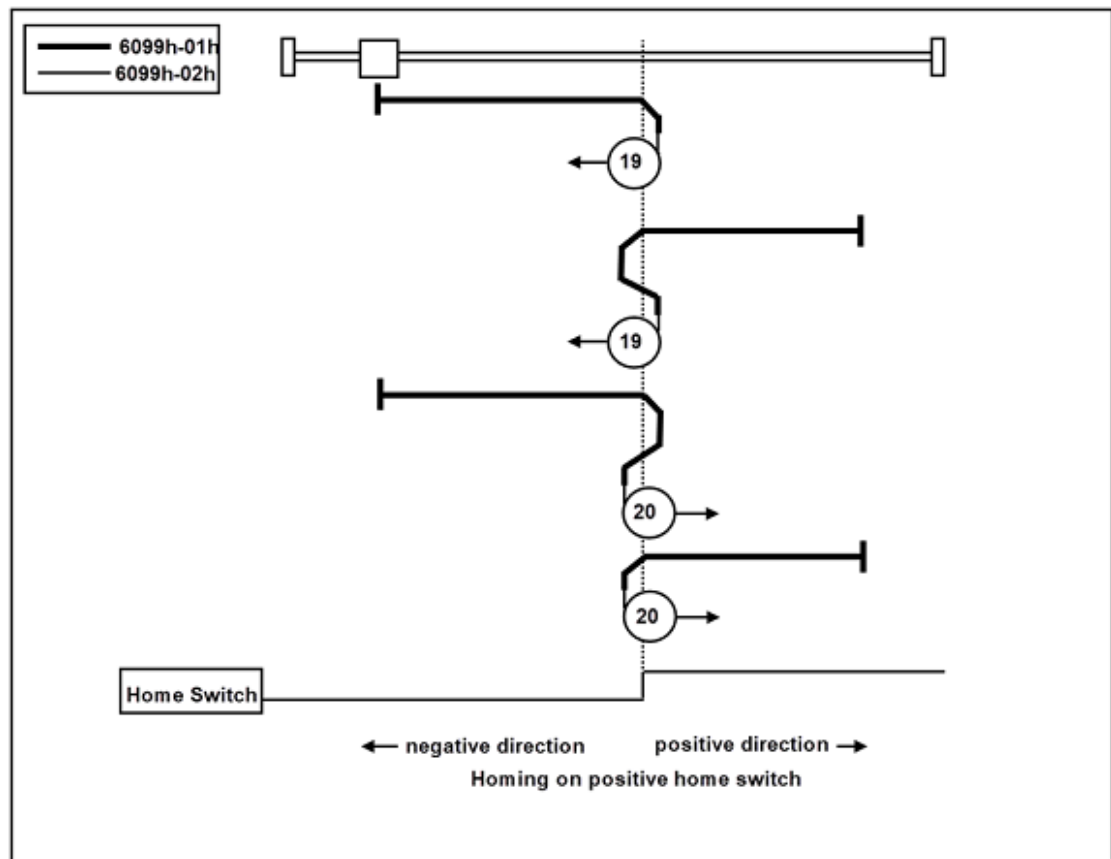
➤ Method 18

- POT 如果在動作開始時未激活，初始動作方向為正方向。
- POT 如果在動作開始時已經激活，初始動作方向為負方向。
- 原點檢出位置是 POT 的狀態變化時的位置。

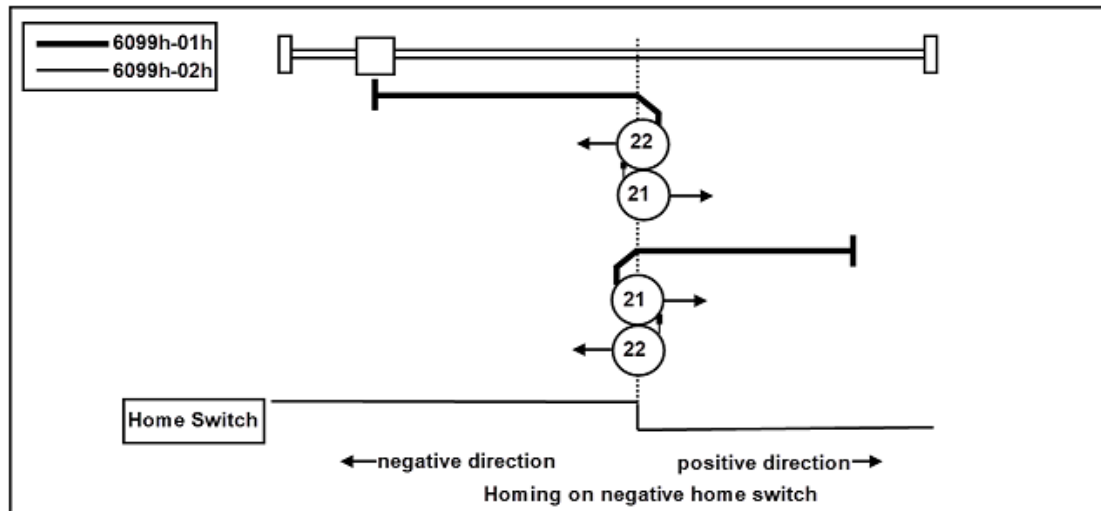


➤ Method 19、20 (找到 Home switch 的左側邊緣)

- Home switch 如果在動作開始時未激活，初始動作方向為正方向。
- Home switch 如果在動作開始時已經激活，初始動作方向為負方向。
- 原點檢出位置是 Home switch 的狀態變化時的位置。

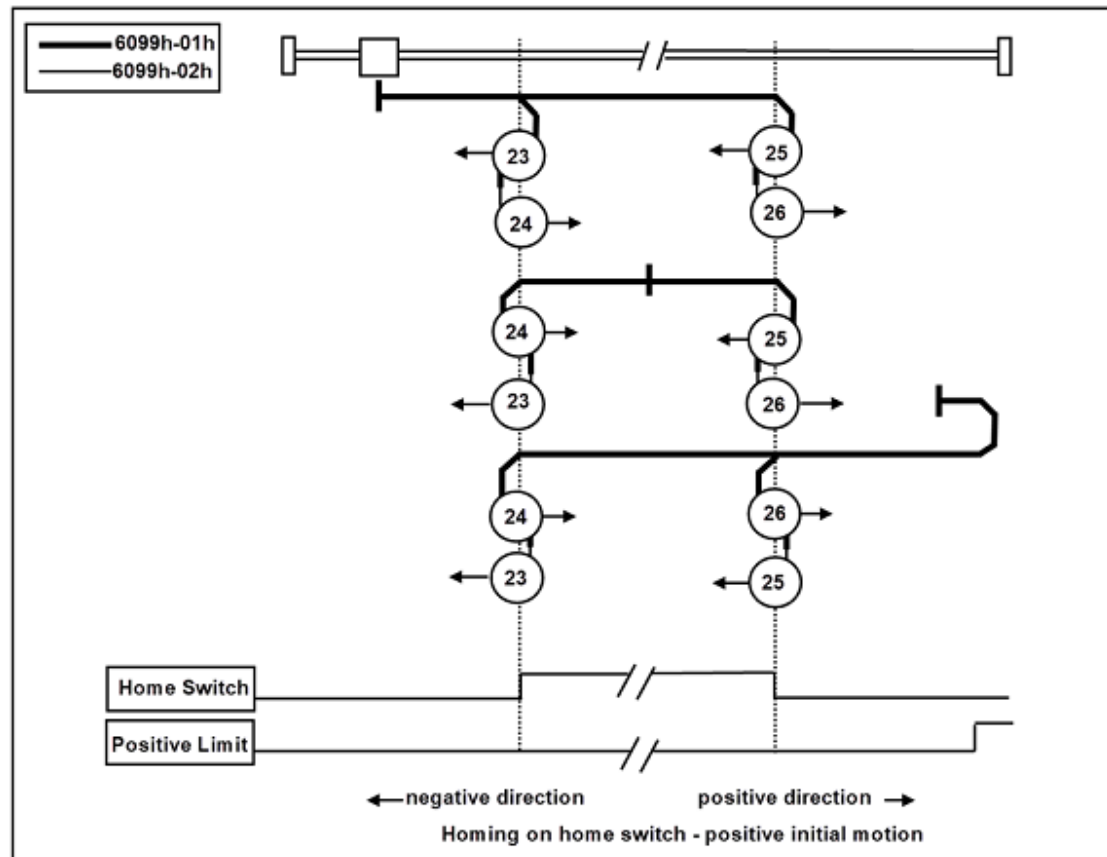


- Method 21、22 (找到 Home switch 的右側邊緣)
- Home switch 如果在動作開始時未激活，初始動作方向為負方向。
 - Home switch 如果在動作開始時已經激活，初始動作方向為正方向。
 - 原點檢出位置是 Home switch 的狀態變化時的位置。



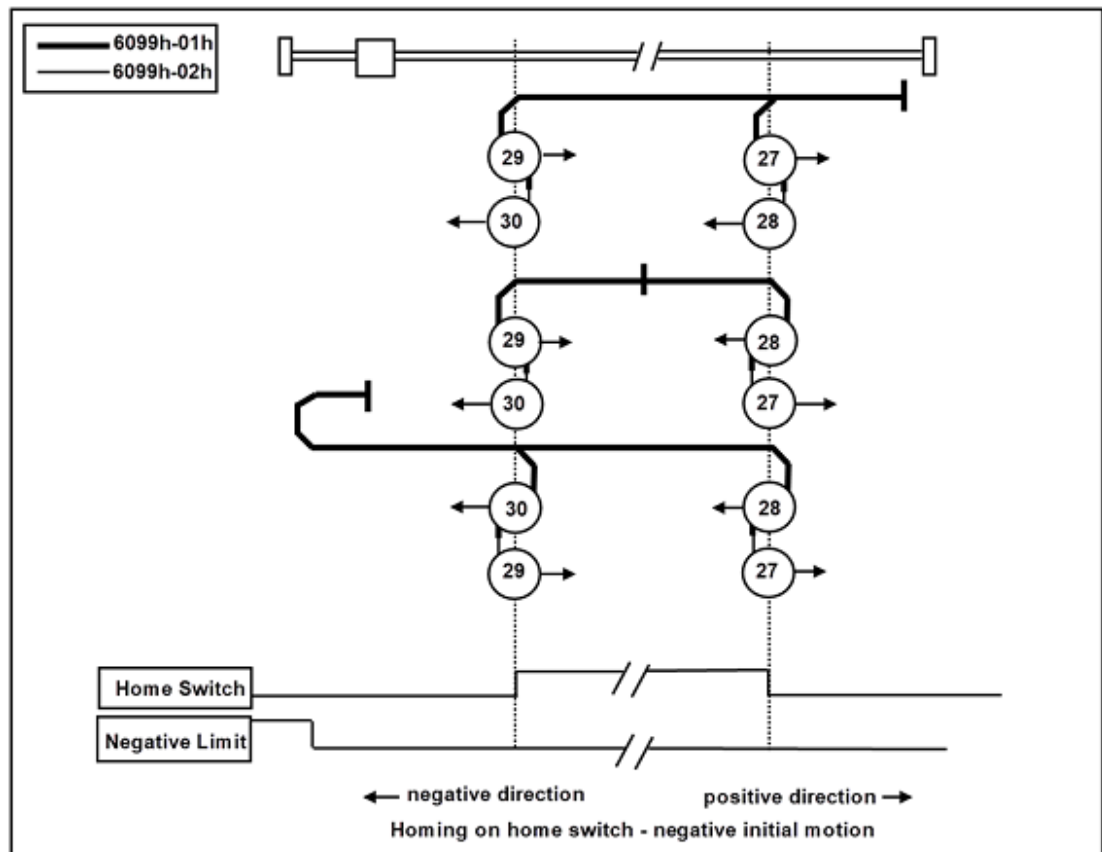
➤ Method23、24、25、26

- 方法 23, 24 的 Home switch 如果在動作開始時已經激活，初始動作方向為負方向。
- 方法 25, 26 的 Home switch 如果在動作開始時已經激活，初始動作方向為正方向。
- 原點檢出位置是 Home switch 的狀態變化時的位置。



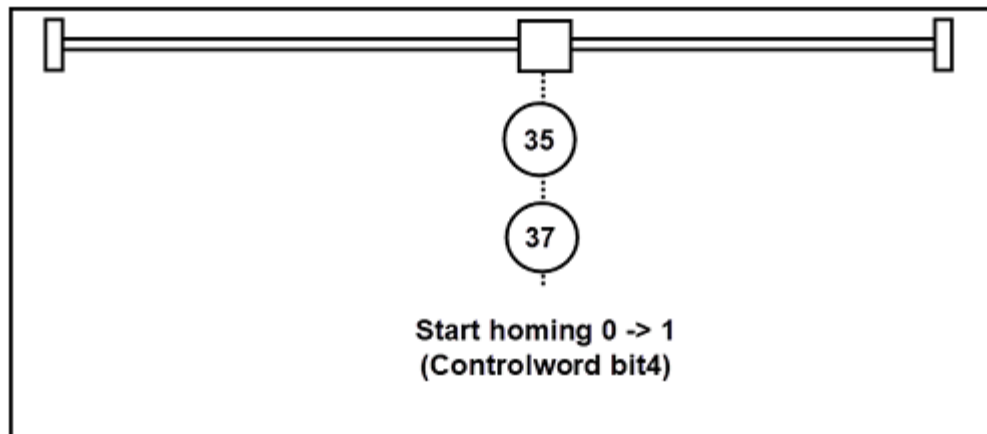
➤ Method 27、28、29、30

- 方法 29, 30 的 Home switch 如果在動作開始時已經激活，初始動作方向為負方向。
- 方法 27, 28 的 Home switch 如果在動作開始時已經激活，初始動作方向為正方向。
- 原點檢出位置是 Home switch 的狀態變化時的位置。



➤ Method35、37

- 原點檢出位置是當下的位置。



6.7 速度控制模式

6.7.1 Profile 速度控制模式(Profile Velocity Mode/ pv mode)

在此模式下，指定目標速度、加減速度等，驅動器會依照運動參數內部生成指令後驅動馬達進行移動。

驅動器會依照物件 6086h (Motion Profile Type)來設定速度輪廓，此驅動器支援以下三種類型：

- 線性輪廓(linear ramp) (6086h:00h):速度輪廓呈現梯形。
- Sin^2 輪廓 (Sin^2 ramp) (6086h:01h):速度輪廓呈現 Sin^2 曲線，加速度和減速度呈現 Sin 曲線。
- 加加速度輪廓(Jerk-limited ramp) (6086h:03h): 速度輪廓呈現 S 曲線，加速度和減速度呈現梯形，需設定加加速度物件(Axes Profile Jerk Profile :3010h)。

如果需要在下 Halt 停止命令時使用 S 曲線(6086h:1h or 3h)停止功能，須設定物件 (Halt Option Code:605D)為 1。

操作步驟

1. 設定目標速度物件(Target velocity:60FFh)為 0。
2. 設定操作模式，將物件(Mode of operation:6060h) 設定為 Profile 速度控制模式 (pv mode)，數值 = 0x03，並確認物件(Mode of operations Display:6061h) = 0x03。
3. 將物件(Controlword:6040h) 由數值 0x06 → 0x07 → 0x0F，使控制系統為 Servo On 狀態。
4. 改變目標速度(0x60FF)，驅動器會依照加速度(與加加速度)來改變運動速度為目標速度。

Control word: 6040h (在 PV 模式下)

Bit	15 ~ 10	9	8	7	6 ~ 4	3	2	1	0
	r	r	h	fr	r	eo	qs	ev	so
r = reserve fr = fault reset h = halt					eo = Enable operation qs = quick stop ev = enable voltage so = switch on				

Status word: 6041h (在 PV 模式下)

Bit	15~12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
	r	ila	r	rm	r	w	sod	qs	ve	f	oe	so	rtso
r = reserve ila = internal limit active rm = remote					w = warning sod = switch on disabled qs = quick stop ve = voltage enabled f = fault oe = operation enabled so = switched on rtso = ready to switch on								

6.7.2 週期同步速度控制模式(Cyclic Synchronous Velocity Mode/ csv mode)

在此模式下，主控制器需要在每個 EtherCAT 通訊周期時間規畫路徑並將目標速度(0x60FF)發送到驅動器，驅動器會依照目標速度(0x60FF)進行移動。

操作步驟

1. 設定目標速度物件(Target velocity:60FFh)為 0。
2. 設定操作模式，物件(Mode of operation:6060h)為週期同步速度模式(csv mode) 數值 = 0x09，並確認物件(Mode of operations Display:6061h) = 0x09。
3. 將物件(Controlword:6040h) 由數值 0x06 → 0x07 → 0x0F，使控制系統為 Servo On 狀態。
4. 改變目標速度(0x60FF)，驅動器會立即將運動速度改成目標速度。

Control word: 6040h (在 CSV 模式下)

Bit	15 ~ 10	9	8	7	6 ~ 4	3	2	1	0
	r	r	h	fr	r	eo	qs	ev	so
r = reserve fr = fault reset h = halt					eo = Enable operation qs = quick stop ev = enable voltage so = switch on				

Status word: 6041h (在 CSV 模式下)

Bit	15~13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
	r	driver follows command value	ila	r	rm	r	w	sod	qs	ve	f	oe	so	rtso
r = reserve ila = internal limit active rm = remote					w = warning sod = switch on disabled qs = quick stop ve = voltage enabled f = fault oe = operation enabled so = switched on rtso = ready to switch on									

bit	Name	Value	Definition
12	driver follows command value	0	根據位置目標不執行動作
		1	根據位置目標執行動作

7 警報一覽

警報	說明
0x7500	EtherCAT 通訊錯誤
0xFF01	ALARM (錯誤停止)
0xFF02	EMG (緊急停止)
0xFF03	運動中改變控制模式(6060h) 的錯誤
0xFF04	EEPROM 錯誤
0xFF08	STALL (馬達失速)錯誤