

工業技術研究院

EMP CNC

李桂銘

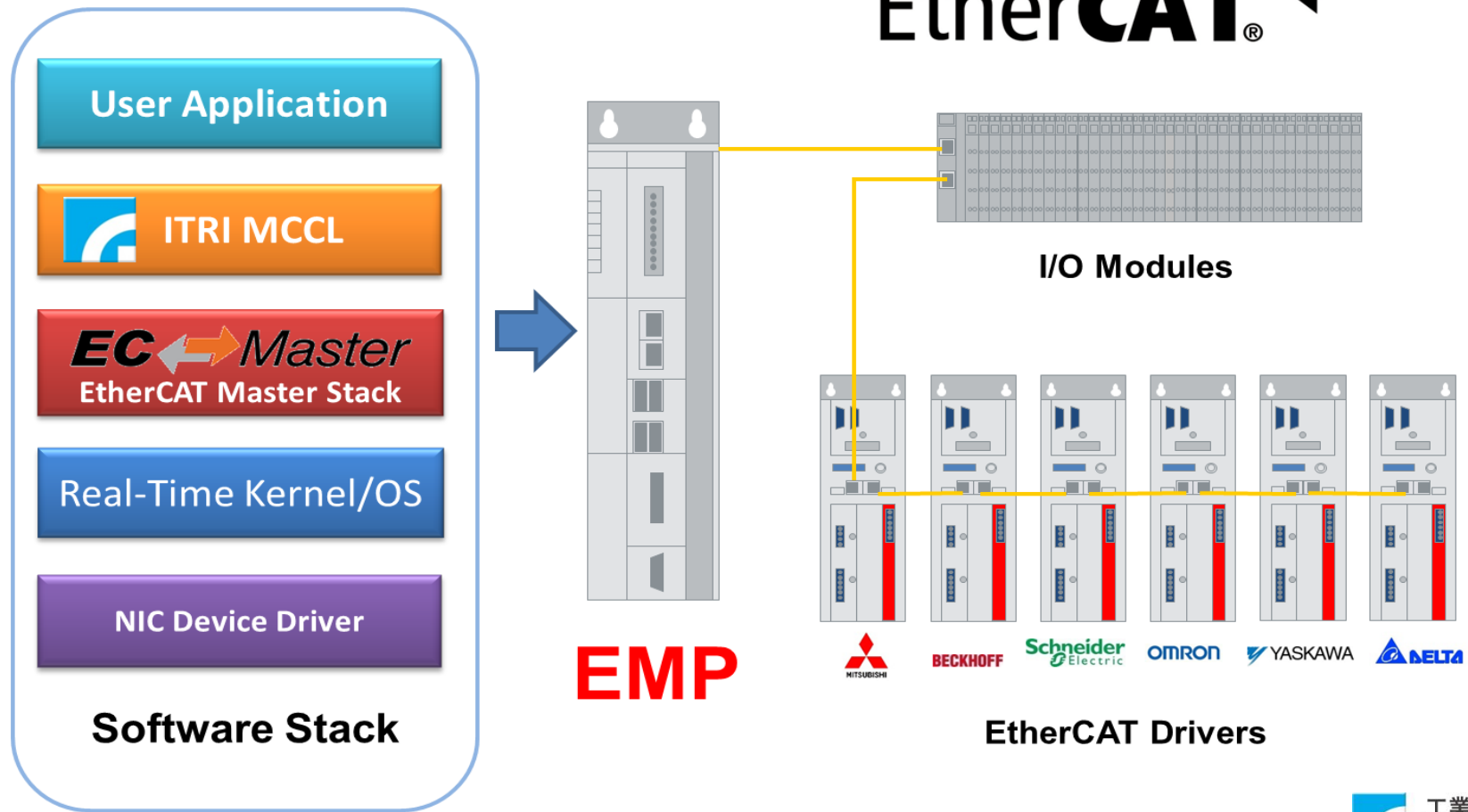
2022/02/17

outline

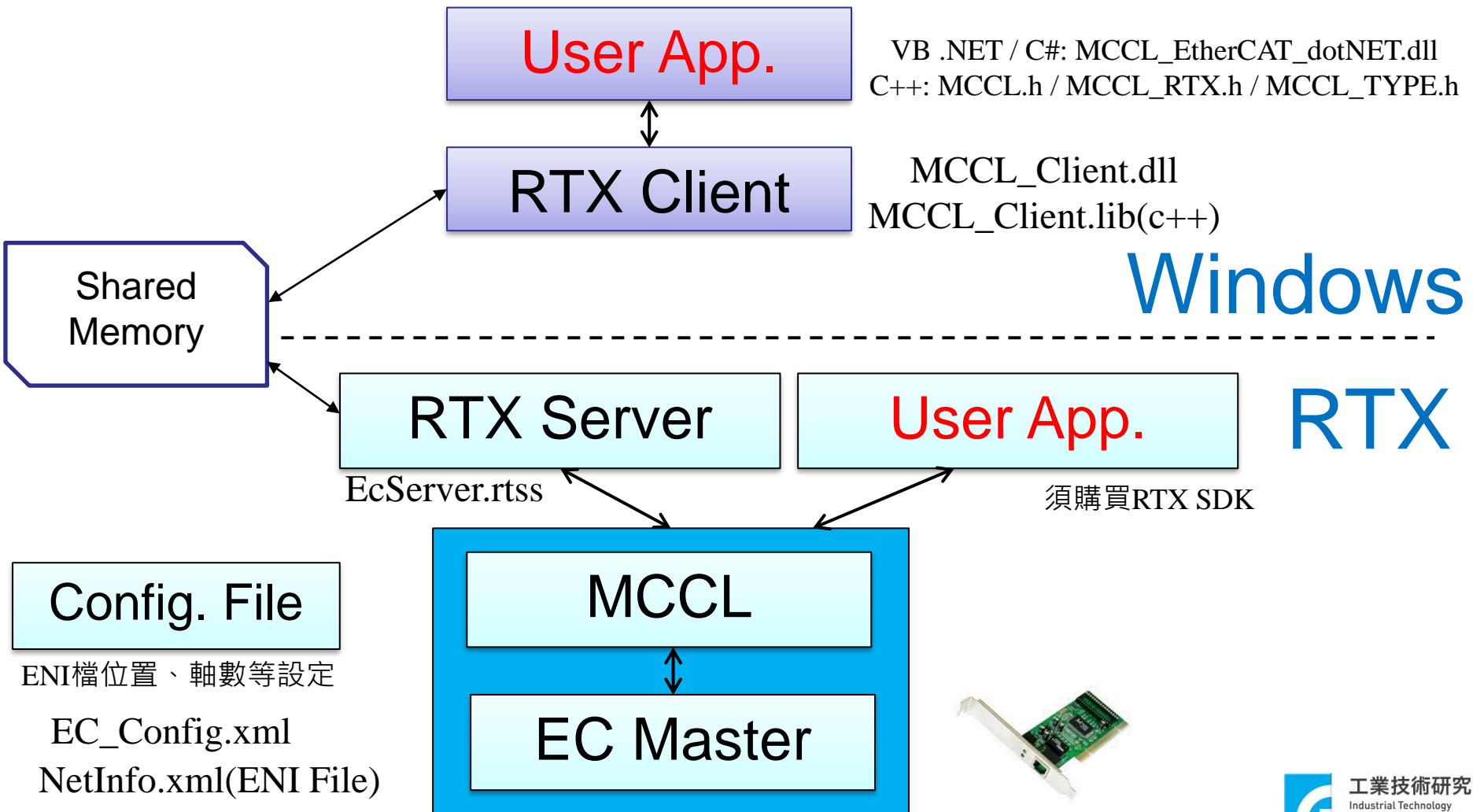
- RTX介紹
- EMP介紹
- EMP CNC架構
- 驅動器介紹
- AO、DI、DO介紹
- C#程式開發流程

EMP – EtherCAT Motion Control Platform

EtherCAT®



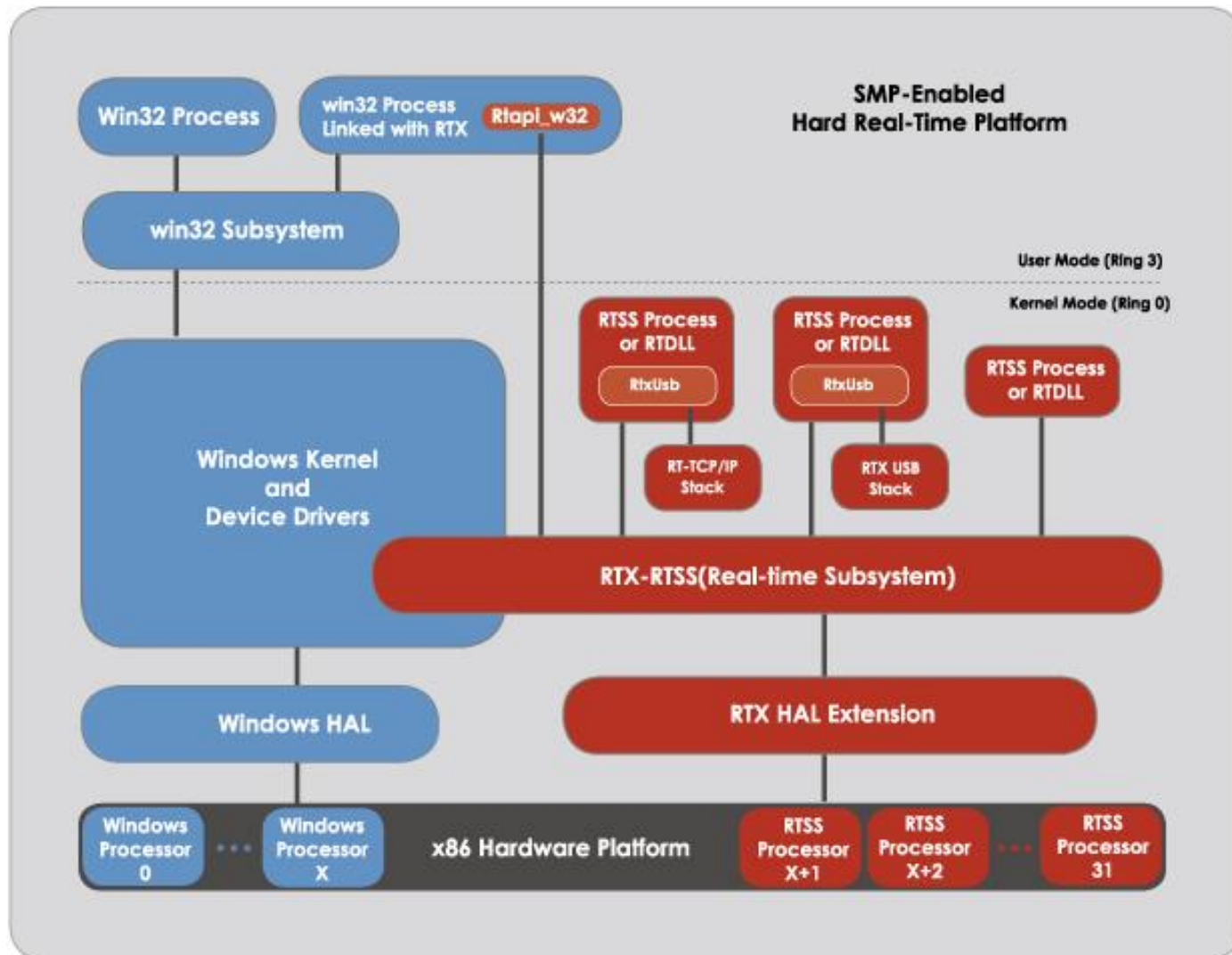
EMP - Soft Motion (PC-based on RTX)



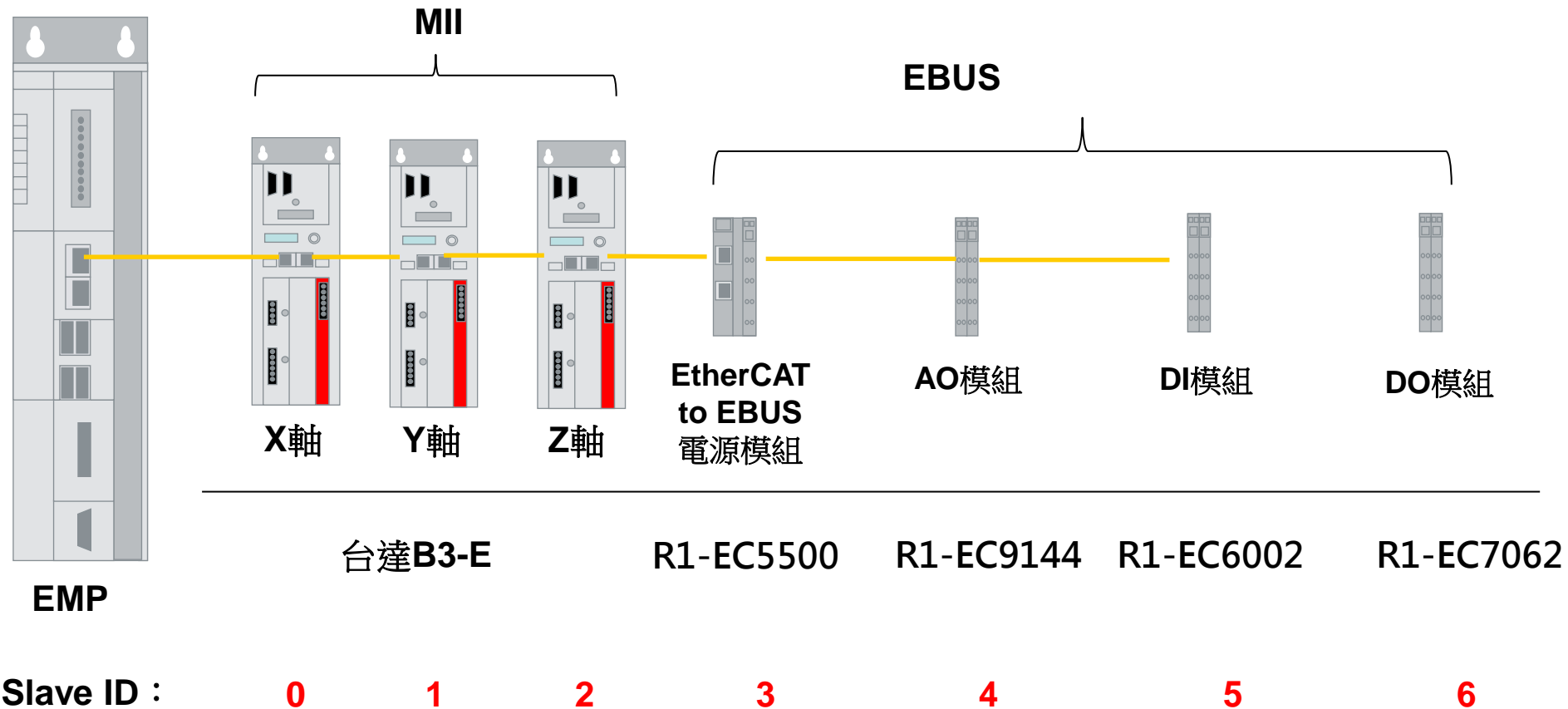
RTX – Real-Time Control for Windows platform

- 一般Win32應用程式都是屬於user mode層次的應用程式
 - 應用程式不能直接存取硬體及記憶體資料
 - 受Windows Win32子系統的CPU使用權調配控制
- RTX提供應用程式開發者在Windows上強而有力的工具
 - Deterministic periodic Timer(10us,與硬體規格有關)
 - Real-Time OS功能
 - High-priority,獨立不受win32子系統排程干擾的RTSS系統

Windows + RTX = RTOS



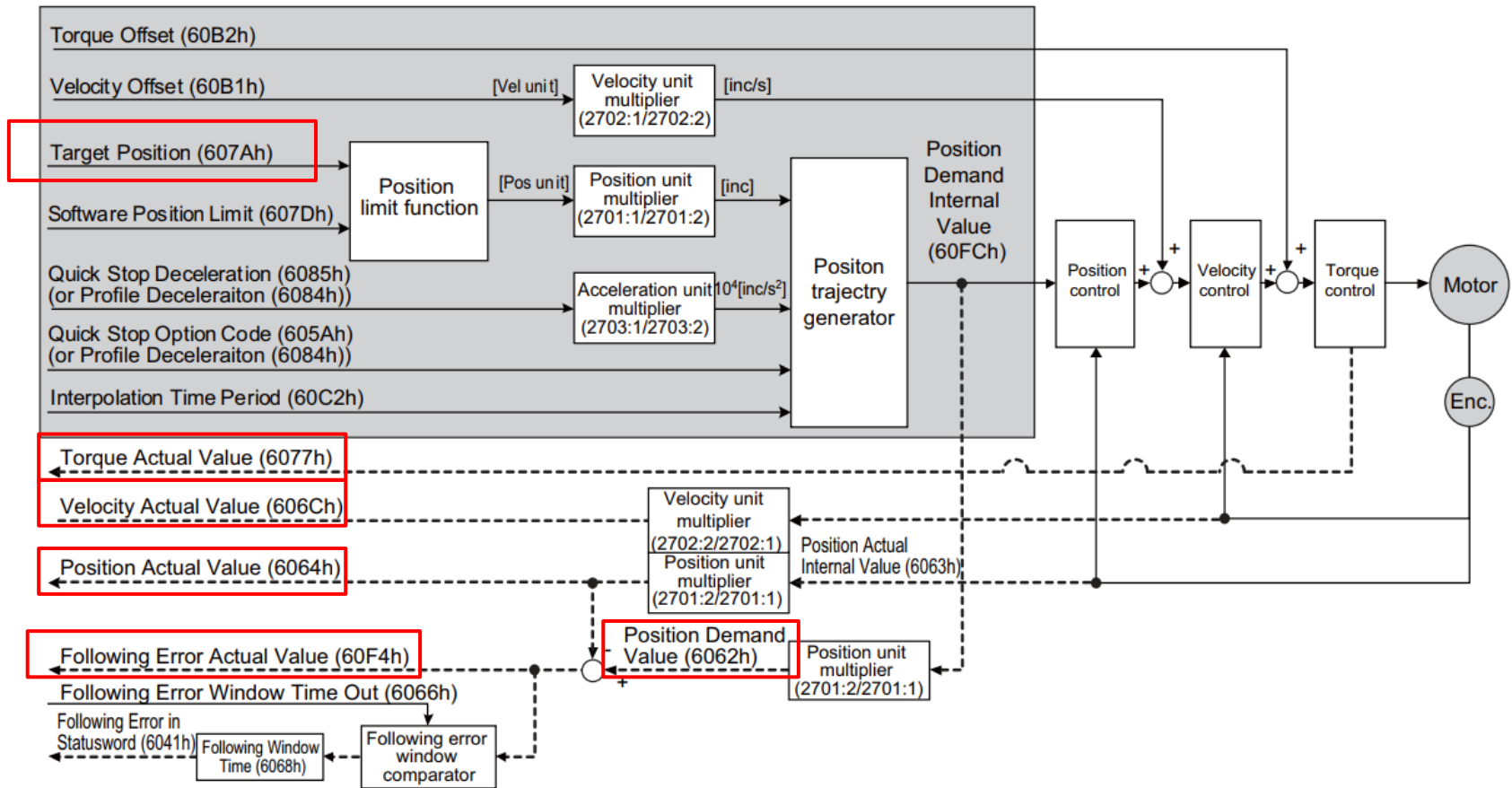
EMP CNC架構



驅動器介紹

- EtherCAT只負責資料傳輸，主控端與驅動器需透過CANOpen Over EtherCAT (CoE) 進行資料交換
- 目前EMP使用CSP模式，由MCCL做interpolation，每1ms更新目標位置，並且更新encoder與相關IO狀態

CSP模式



MCCCL API map to CoE object

API	CoE object
MCC_EcatGetMotorVelocity	0x606C
MCC_EcatGetMotorTorque	0x6077
MCC_GetENCValue	0x6064
MCC_EcatGetMotorDemandPosition	0x6062
MCC_EcatGetMotorDemandVelocity	0x606B
MCC_EcatGetMotorDemandTorque	0x6074
MCC_GetLimitSwitchStatus	0x60FD: 0,1
MCC_GetHomeSensorStatus	0x60FD: 2

若需要存取其他object，可使用

MCC_EcatCoeSdoUpload、MCC_EcatCoeSdoDownload

相關object請參考台達驅動器手冊說明

CoE Download/Upload

- 需參考驅動器手冊

MCC_EcatCoeSdoDownload(uint dwSlaveId, ushort wObIndex, byte byObSubIndex, System.IntPtr pbyData, uint dwDataLen);

Index	Sub	Name	Type	Access	PDO mapping	Value
2000h	0	Output range selection	USINT	RW	No	4
	1	Ch.0 range mode select	UINT	RW	No	0 : 0V ~ 5V
	2	Ch.1 range mode select	UINT	RW	No	1 : 0V ~ 10V
	3	Ch.2 range mode select	UINT	RW	No	2 : -5V ~ 5V
	4	Ch.3 range mode select	UINT	RW	No	3 : -10V ~ 10V 4 : 4 mA ~ 20 mA 5 : 0 mA ~ 20 mA 6 : 0 mA ~ 24 mA

USINT:
unsigned single int : 1

UINT:
Int : 2

DINT
Double Int: 4

R1-EC9144控制模組

- 共4 channel
- 可輸出電壓or電流
- 主軸接收0V~10V輸入
- 操作順序
 - 啟用欲使用的channel
 - 選擇電壓or電流輸出
 - 填入欲輸出的電壓or電流

0 : 0V ~ 5V

1 : 0V ~ 10V

2 : -5V ~ 5V

3 : -10V ~ 10V

4 : 4mA ~ 20mA

5 : 0mA ~ 20mA

6 : 0mA ~ 24mA

類比輸出R1-EC9144控制

5.5.1 Output range selection (2000h)

此物件可以選取輸出為電壓模式或電流模式，以及輸出範圍。

Index	Sub	Name	Type	Access	PDO mapping	Value
2000h	0	Output range selection	USINT	RW	No	4
	1	Ch.0 range mode select	UINT	RW	No	0 : 0V ~ 5V
	2	Ch.1 range mode select	UINT	RW	No	1 : 0V ~ 10V
	3	Ch.2 range mode select	UINT	RW	No	2 : -5V ~ 5V 3 : -10V ~ 10V
	4	Ch.3 range mode select	UINT	RW	No	4 : 4 mA ~ 20 mA 5 : 0 mA ~ 20 mA 6 : 0 mA ~ 24 mA

5.5.2 Output channel enable (2001h)

此物件可以開啟輸出通道。

注意：當 2000h 被重新設定後，此物件需重新致能。

Index	Sub	Name	Type	Access	PDO mapping	Value
2001h	0	Number of channels	USINT	RO	No	4
	1	Channel 0 output	UINT	RW	No	0 : 關閉 1 : 開啟
	2	Channel 1 output	UINT	RW	No	
	3	Channel 2 output	UINT	RW	No	
	4	Channel 3 output	UINT	RW	No	

類比輸出R1-EC9144控制

- 初始化步驟請參考範例程式 **EnableDAC** function
- 使用 **MCC_EcatSetDacOutputValue** 輸出電壓(範圍 0-10v)

數位輸入R1-EC6002

數位輸入	
X0	
X1	START PB
X2	
X3	STOP PB
X4	TOOL UNCLAMP PB
X5	EMG
X6	INV ALM
X7	
X8	TOOL CLAMP
X9	TOOL UNCLAMP
X10	
X11	
X12	
X13	
X14	
X15	

- 參考範例程式
DetectDIStatus
- MCC_EcatGetInput

數位輸出R1-EC7062

數位輸出	
Y0	START LIGHT
Y1	STOP LIGHT
Y2	
Y3	AUTO POWER
Y4	AMP POWER RELAY
Y5	TOOL CLAMP
Y6	TOOL HOLE AIR
Y7	
Y8	FWD(INV)
Y9	
Y10	
Y11	
Y12	
Y13	
Y14	
Y15	

- 參考範例程式
- EnableSpindle
- PickupTool
- **MCC_EcatSetOutput**
- 記得使用mask，避免影響其他bit

設備操作流程及注意事項

1. 確認變頻器及水冷機有開關開啟
2. 若發生錯誤，先排除錯誤後，再重新上電
3. 正常操作不須開啟電氣箱，請勿隨意開啟及觸碰內部元件

EMP CNC – 開機流程

- 1) 水冷機左上的兩開關(變頻器及水冷機)需確認有開啟，此時按鈕處於被壓下

1



EMP CNC – 開機流程

2) 轉動Power旋扭，此時設備電源開啟(朝右)



EMP CNC – 關機流程

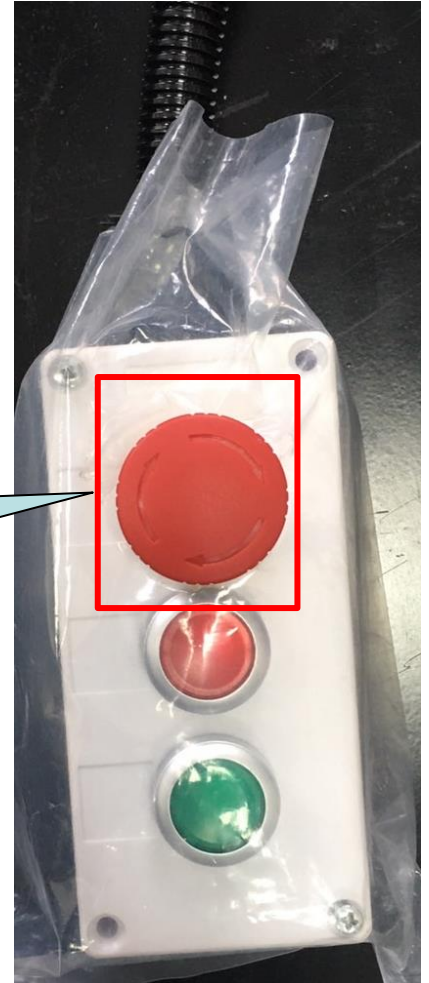
1. 關閉程式
2. 將工業電腦關機
3. 轉動Power旋扭，此時設備電源關閉(朝左)



EMP CNC – 緊急停止

- 按下緊急停止開關，排除問題後再將緊急停止按鈕復歸

緊急停止開關



EMP雕刻機 – 開發流程

1. 使用者App引用**Client.dll**，
啟動EC Server **MCC_StartEcServer**，初始化RTX **MCC_RtxInit**
2. 機構、編碼器、運動群組參數設定
3. 啟動運動控制函式庫MCCL：**MCC_InitSystem()**
4. 執行運動命令功能：
 - **MCC_PtP()**
 - **MCC_Line()**
 - **MCC_Arc()**
 - ...
5. 主軸操作相關API
EnableDAC()
EnableSpindle()
MCC_EcatSetDacOutputValue()
6. 結束運動控制函式庫MCCL：**MCC_CloseSystem()**
7. 結束EcServer：**MCC_EcClose()**

未來工作

1. 結合GM code Parser，並實際進行雕刻
2. 可加入AIO、DIO等裝置，建構完整系統

作業一

- 示波器
- 執行一段命令後
 - 動態，將目前數值持續畫出
 - 靜態，設定取樣點數，存檔後並畫出
 - Position / Velocity / Torque

作業二

- 雕刻Logo
 - 接收Input訊號，執行不同的工件程式
 - 畫ITRI logo
 - 畫ITRI logo
 - Touch probe應用

作業三

- 建構簡易EMP 整合測試工具，結合IO、運動命令、運動狀態

Motion Control Command Library (MCCL) Test Program

IMP Series Integrated Testing Environment

Card Type : 8 Axis Motion Card (IMP-3)

Motion Command

Command : MCC_Line Speed : 10 UU/sec Ratio : 50 %

Target position

X : 12 Y : 10 Z : 8 U : 6 V : 4 W : 2

Center point

X : 5 Y : 5 Z : 5 A : 1 B : 0.5

Dir : ☒ CW ☐ CCW Pitch : 0

Run Hold

Stop Continue

Jog

Unit : UU Speed : 50 % (1~100%) Offset : 1

<< X >> << U >> << A >>

<< Y >> << V >> << B >>

<< Z >> << W >>

Home

Order

X : 0 Y : 0 Z : 0 U : 0 V : 0 W : 0 A : 0 B : 0

Enable

☒ X ☒ Y ☐ Z ☐ U ☐ V ☐ W ☐ A ☐ B

Stop Run

Home Sensor

Limit Switch Plus (+)

Limit Switch Minus (-)

GPIO (LED)

Emgc

Card is not initialized ! Lib. : V.6.00

Parameters ... Reset

Servo On Servo Off

Remote I/O Enable P.Rdy

Start System Close System

Motion Profile ... Exit

Coordinate Mode: ☒ Absolute ☐ Relative

Current Position pulse UU

X : 0 U : 0 A : 0

Y : 0 V : 0 B : 0

Z : 0 W : 0

Encoder Counter (pulse unit)

X : 0 U : 0 A : 0

Y : 0 V : 0 B : 0

Z : 0 W : 0

Current Velocity (UU / sec)

Feed Speed : 000

X : 0 U : 0 A : 0

Y : 0 V : 0 B : 0

Z : 0 W : 0

Max. Speed HW. Pulse Stock

3000.000 0

Command Index : 0

Motion Status : Unknown

Error Code : 0X0

In-Position Check

* UU: User Unit