

出國報告（出國類別：實習）

查德礦區 Oryx 油田地面設備 自動控制系統培訓課程

服務機關：臺灣中油探採事業部

姓名職稱：林威宇 電機工程師

張琳景 儀電工程師

黃資淵 電機工程師

姜禮福 工程師

賴鴻楠 工程師

派赴國家/地區：中國大陸/上海

出國期間：108 年 6 月 9 日至 29 日

報告日期：108 年 7 月 10 日

政府機關（構）人員從事兩岸交流活動（參加會議）報告

壹、交流活動基本資料

一、活動名稱：

查德礦區 Oryx 油田地面設備自動控制系統培訓課程

二、活動日期：108 年 6 月 9 日至 29 日

三、主辦（或接待）單位：ABB 上海分公司及 Rockwell 上海分公司

四、報告撰寫人服務單位：臺灣中油探採事業採工處等單位

貳、活動（會議）重點

一、活動性質

實習。

二、活動內容

學習 SCADA 監控系統及 Safety Shutdown Systems 生產設備安全停車系統。

三、遭遇之問題

網路無法連接臺灣常用的網站及手機部分 APP 無法提供服務，導致部分公務聯繫無法及時收到訊息。

四、我方因應方法及效果

同行學員有辦網路漫遊，藉由手機分享 wifi 信號，連接至香港的電信業者才可以正常對外聯繫及使用手機 APP。

五、心得及建議

建議如果有需要前往大陸的同仁先處理好手機上網的問題，可以購買香港 ISP 有流量的 sim 卡隨插即用，以免屆時在當地申辦的手機門號及網路無法連接至臺灣常用的網站及 APP，造成聯繫方面的問題。

參、謹檢附參加本次活動（會議）相關資料如附件，報請鑒核並請轉大陸委員會備查。

職 林威宇、張琳景、黃資淵、姜禮福、賴鴻楠
108 年 07 月 11 日

所屬機關意見

摘要

本次主要學習兩家公司的不同系統，前兩週赴 ABB 上海分公司學習 800xA system DCS 分散式控制系統及 SCADA 系統，了解如何在生產自動化的過程中建立數據資料庫及警報，並瞭解如何設計圖形化人機介面操控現場閥門、馬達及三相分離器等設備，繪製生產流程圖並加入警報系統，以最精簡有效率的方式將油氣運送至港口；最後一週赴 Rockwell 上海分公司學習 AADvance 容錯安全儀表系統，本套 AADvance 系統有安全完整性等級(SIL) 1 - 3、失效保護、容錯或是三重模組化備援 (TMR) 架構，提供地面生產設備完整且安全的保護，降低安全風險。

關鍵詞： SCADA：Supervisory Control And Data Acquisition

DCS：Distributed Control Systems

PLC：Programmable Logic Controller

SSS：Safety Shutdown Systems

ESD：Emergency Shut Down Systems

FGS：Fire & Gas Systems

SIS：Safety Instrumented System

目次

壹、前言.....	1
第一節、計畫緣起與實習目的.....	1
第二節、實習團成員.....	1
第三節、實習行程表.....	1
貳、ABB 公司及 Rockwell 公司概述	1
第一節、ABB 公司概况.....	1
第二節、Rockwell 公司概况	2
參、實習過程.....	2
第一節、ABB 公司 System 800xA Controller 及 SCADA	2
1-1 系統 800xA 架構(System 800xA architecture).....	2
1-2 系統 800xA (System Topology)布局	3
1-3 System800xA 運行環境介紹	5
1-4 開啟 Engineering Workplace 建立一個簡易的三相分離器	6
1-5 設定警報值，使用 Control builder M 軟體實作：	7
1-6 遠端資料收集及控制(SCADA)系統操作實習	8
1-7 歷史數據(Historic data)、生產趨勢(Trend) 及備分(Backup).....	9
1-8 上海 ABB 生產工廠參觀.....	10
第二節、Rockwell 公司 FactoryTalkView®SiteEdition 及 AADvance System.....	11
2-1 Factory Talk View SE 軟體介紹	11
2-2 Factory Talk View SE 軟體組成	12
2-3 Factory Talk View SE 的運行環境	12
2-4 AADvance System for Safety Shutdown System.....	13
2-5 AADvance System 硬體組態及模組介紹	13
2-6 常見的幾種故障安全模式硬體設定：	22
2-7 AADvance 系統硬體安裝實作.....	23
2-8 系統網路架構.....	24
2-9 系統設置連結斷線警報.....	24
2-10 AADvance 系統導出導入(Export/Import).....	26
第三節、安全儀表系統 SIS	26
3-1 SIS 系統分類	27
3-2 安全完整等級.....	28
肆、心得與建議.....	29

圖目錄

圖 1. 系統 800xA 架構圖.....	2
圖 2. 系統 800xA 布局圖(System Topology).....	3
圖 3. AC800M 控制器備援(Redundant)架構圖	4
圖 4. System 800xA 安裝完成圖	5
圖 5. Engineering Workplace 建立一個簡易的三相分離器圖	6
圖 6. Control builder M 軟體編程實作圖	7
圖 7. SCADAventure 5.50 運行畫面	8
圖 8. 實作 SCADA 的 HMI 遙測控制三相分離器畫面圖.....	9
圖 9. 上海 ABB 分公司大樓實景照.....	10
圖 10. Factory Talk View SE 單一伺服器單用戶應用程式架構圖.....	11
圖 11. Factory Talk View SE 多個用戶連接多個用戶伺服器架構圖	11
圖 12. AADvance System 硬體組態圖	13
圖 13. AADvance System 機櫃內實體安裝圖	13
圖 14. AADvance System 擴展線安裝及實體圖.....	14
圖 15. 控制器模組備用電池(BR2032).....	15
圖 16. AADvance 系統控制器底板 (T9100)實體圖.....	16
圖 17. AADvance 系統 DI 數位輸入模組 (T9401).....	17
圖 18. AADvance 系統 DO 數位輸出模組 (T9451).....	18
圖 19. AADvance 系統 AI 類比輸入模組(T9431).....	19
圖 20. AADvance 系統 IO 模組底板(T9300)實體圖	20
圖 21. AADvance 系統 DI 端子板實體圖	20
圖 22. AADvance 系統 DO 端子板實體圖	21
圖 23. AADvance 系統 AI 端子板實體圖	21
圖 24. AADvance 系統硬體安裝練習實作圖	23
圖 25. AADvance 系統網路架構圖	24
圖 26. AADvance 軟體參數設置實作.....	24
圖 27. AADvance 系統控制器底板加密勾(Dongle)實體圖	25
圖 28. AADvance 系統備份對話框	26
圖 29. 安全保護層次示意圖.....	26
圖 30. 過程中的安全儀表系統.....	28

壹、前言

第一節、計畫緣起與實習目的

由於將來本公司投資的非洲查德礦區 Oryx 油田要在 2019 年底前生產出第一桶油，各方面的工程都在緊鑼密鼓的進行中，由華油惠博普 HBP 公司(工程得標廠商)邀請本公司派員前往中國大陸培訓，為日後派赴查德地區生產基地做好準備並了解現場控制系統。

第二節、實習團成員

探採事業部單位	姓名
測勘處	林威宇
工程服務處	黃資淵
工程服務處	賴鴻楠
採油工程處	張琳景
材料室	姜禮福

第三節、實習行程表

日期	行程	地點
6 月 9 日	搭機前往上海浦東機場	桃園機場
6 月 10 日至 21 日	第一階段 SCADA,DCS 和 PLC	ABB 上海分公司
6 月 24 日至 28 日	第二階段 SSS(ESD 和 FGS)系統	Rockwell 上海分公司
6 月 29 日	搭機前往桃園機場	上海浦東機場

貳、ABB 公司及 Rockwell 公司概述

第一節、ABB 公司概况

ABB 是一家總部在瑞士蘇黎世的跨國公司，成立於 1988 年，由瑞典奇異公司 (ASEA) 和瑞士的布朗-博韋里股份公司 (BBC) 兩家公司合併並更名為 ABB。ASEA 公司成立於 1883 年，BBC Brown Boveri 公司則成立於 1891 年，實際上 ABB 已經是有百年歷史、經驗豐富的集團，經營範圍跨足機器人、電機、能源、自動化等領域。ABB 有兩個核心事業部，電力技術事業部和自動化技術事業部，

1-2 系統 800xA (System Topology) 布局：

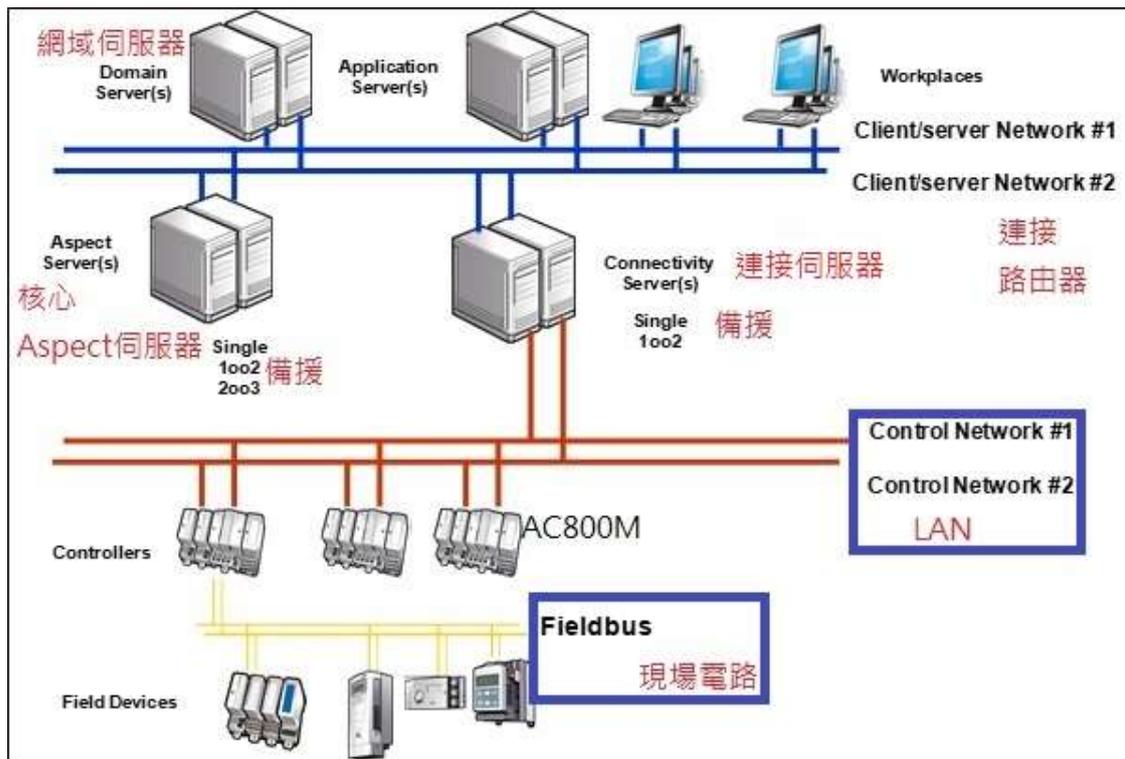


圖 2. 系統 800xA 布局圖(System Topology)

系統 800xA 透過 TCP/IP 協議進行通訊，用以傳達指令、接收警報及現場數據。800xA 利用 window 內建的 user group 設定操作人員、維護工程師、系統管理員的群組及設定權限，建立完成後透過網域伺服器(Domain Server)來管理使用者及其群組。

Aspect Server 提供與對象管理、名稱、安全性等相關的服務。

Aspect Server 是 800xA 系統的核心，因此，必須始終可供所有節點訪問，通常設置 2 組 Aspect Server(1002)來建立備援，一組伺服器故障時還有另外一組可以提供服務。

連接伺服器(Connectivity Server)提供對整個網路中的控制器和其他數據源的訪問。系統中可能存在幾組不同的連接伺服器，每組服務於一組數據源。AC 800M 控制器也是 800xA 系統中眾多不同類型的連接伺服器之一， OPC(OLE for Process Control) Data Access、OPC Alarm and Event 皆須透過 Connectivity Server 來完成。

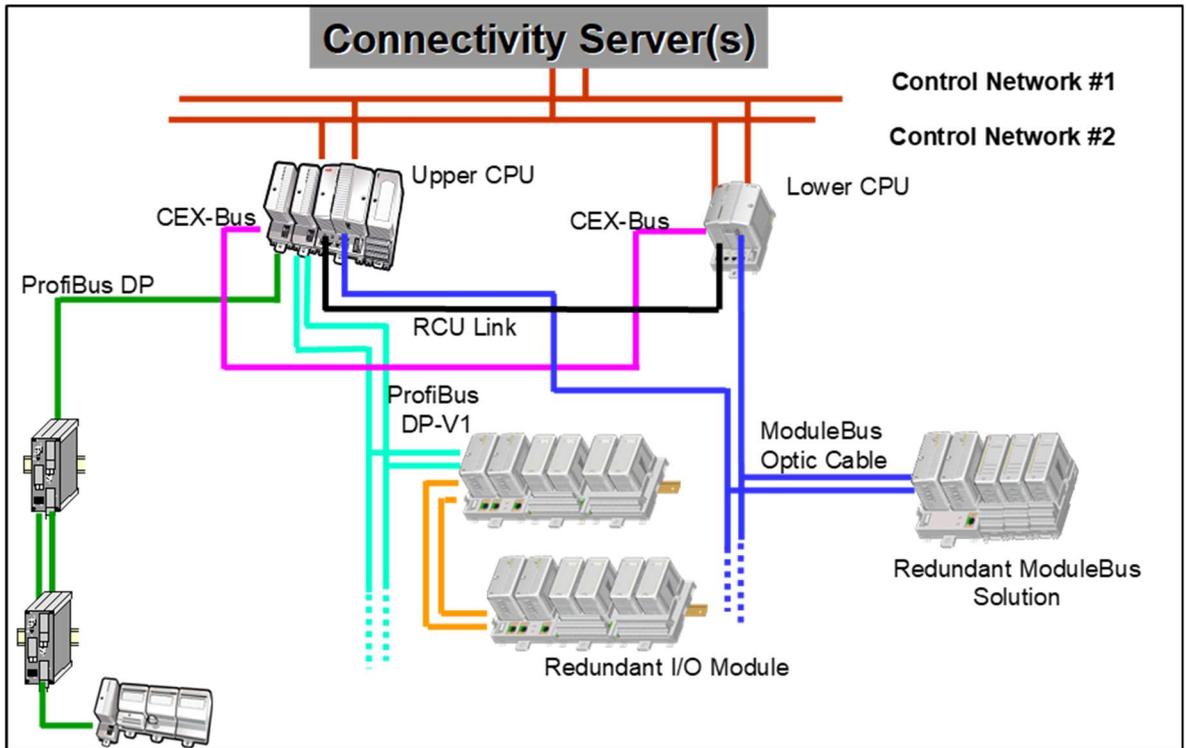


圖 3. AC800M 控制器備援(Redundant)架構圖

當然，控制器 AC800M 也是可以有備援(Redundant)的，要是主控制器處理器(Upper CPU)故障，利用 CEX-Bus(需另購之連接線)連接備援處理器(Lower CPU)，確保系統穩定性。現場 I/O module 在沙漠中最怕遇到高溫的問題，有備援系統可以多一道防護，維持整套系統正常運行，在不影響工作的情況下更換故障設備。

1-3 System800xA 運行環境介紹：

本次課程主要以模擬為主，上課時在虛擬機 VMware 模擬實際上的系統運行。ABB 的控制系統運行在 windows10 LTSB 64 位元版本下，所謂 LTSB 指的是 Long Time Service Branch 長期服務版本，以免系統時常更迭而導致不支援既有系統服務，Office 32 位元版本(系統的手冊查詢 word 檔或是匯出數據圖表使用 excel 檔)，防毒軟體使用的是 McAfee，定期掃毒維護系統安全。

下圖為系統安裝完成後之畫面

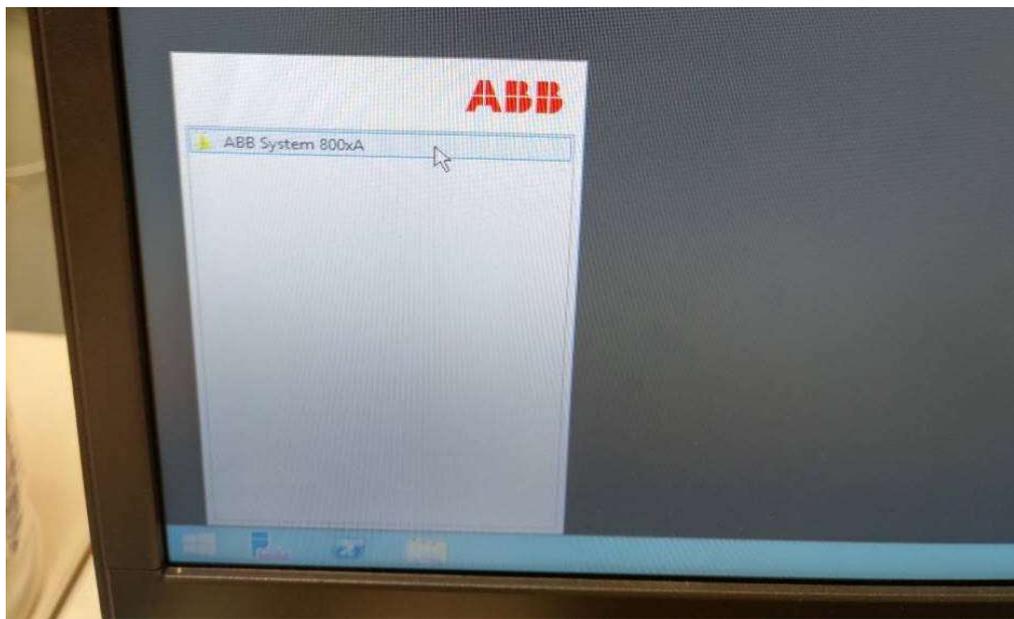


圖 4.System 800xA 安裝完成圖

1-4 開啟 Engineering Workplace 建立一個簡易的三相分離器

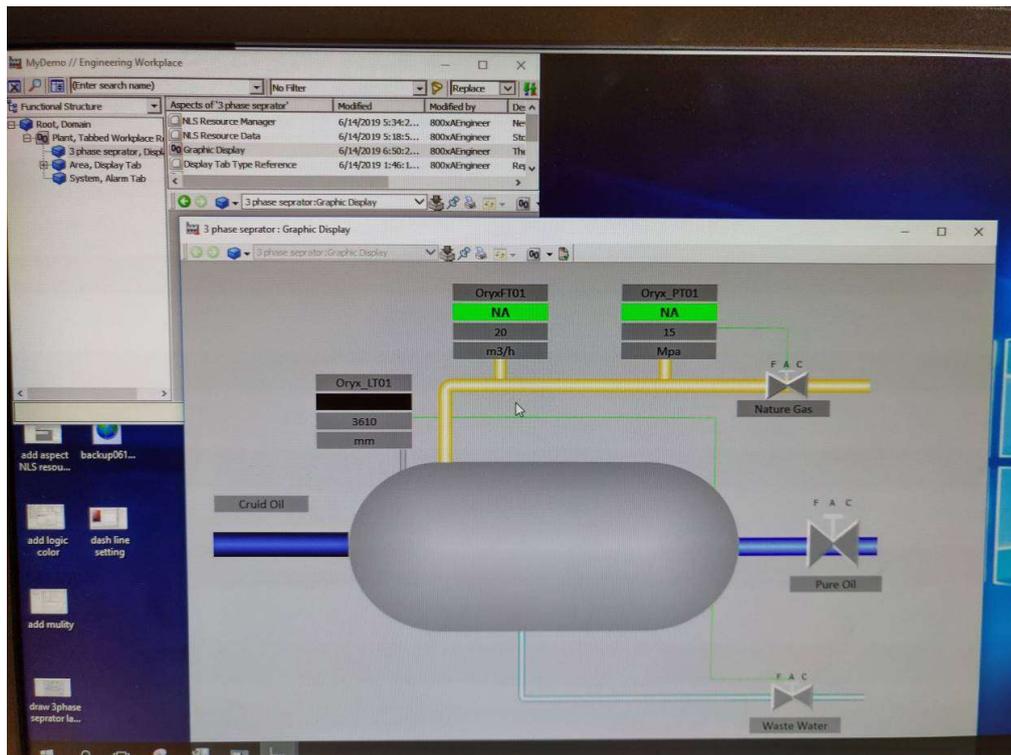


圖 5. Engineering Workplace 建立一個簡易的三相分離器圖

原油由左邊進入分離器，由左至右分別有三個指示器 LT01、FT01 及 PT01，課堂上用來模擬液位(L)、流量(F)及壓力(P)，黃色管路為天然氣，右方藍色管路為石油下方淺綠色管路為伴產水，三條管路都有閥來控制流出，必要時可以關閉。

1-5 設定警報值，使用 Control builder M 軟體實作：

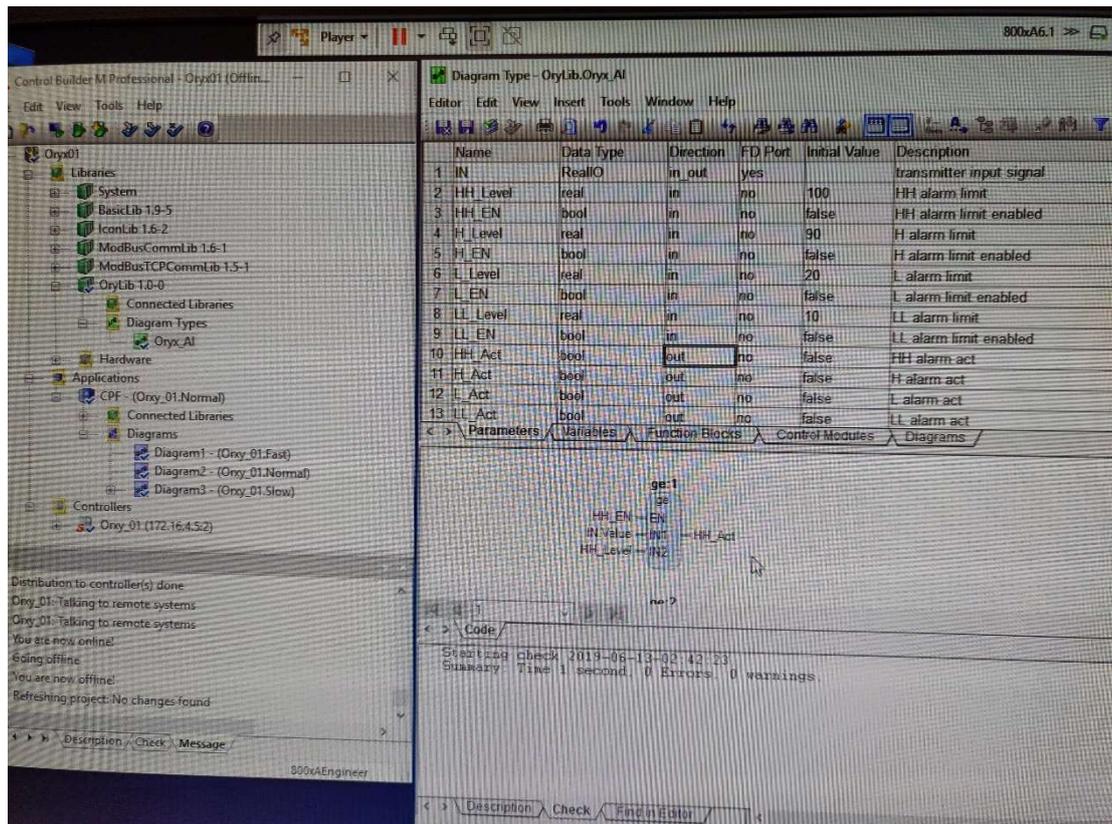


圖 6. Control builder M 軟體編程實作圖

在 parameter 頁籤下可以定義警報的名稱(Name)、資料類型(Data Type)、方向(Direct)及初始值(Initial Value)及描述(Description)。

本堂課程建立警報有高高報(high high alarm)、高警報(high alarm)、低警報 (low alarm)及低低報(low low alarm)，建立完參數及簡易的編程一些簡單邏輯程式碼，即可以利用模擬信號，來實現系統指示產生警報的功能。

1-6 遠端資料收集及控制(SCADA)系統操作實習：

當我們將現場設備程式寫好並配置好控制器後，各項 I/O 數值讀取及現場要在控制室內遠端操生產流程作即需要利用 SCADA 系統來替我們完成。

SCADAventure 5.50 安裝及運行環境：

在 VMware 模擬機內載入 Windows 7 blank，安裝 visual studio 2013pro 軟體，再安裝 ABB 的 SCADAventure 5.50，完成後重啟虛擬機。以下是成功運行畫面：

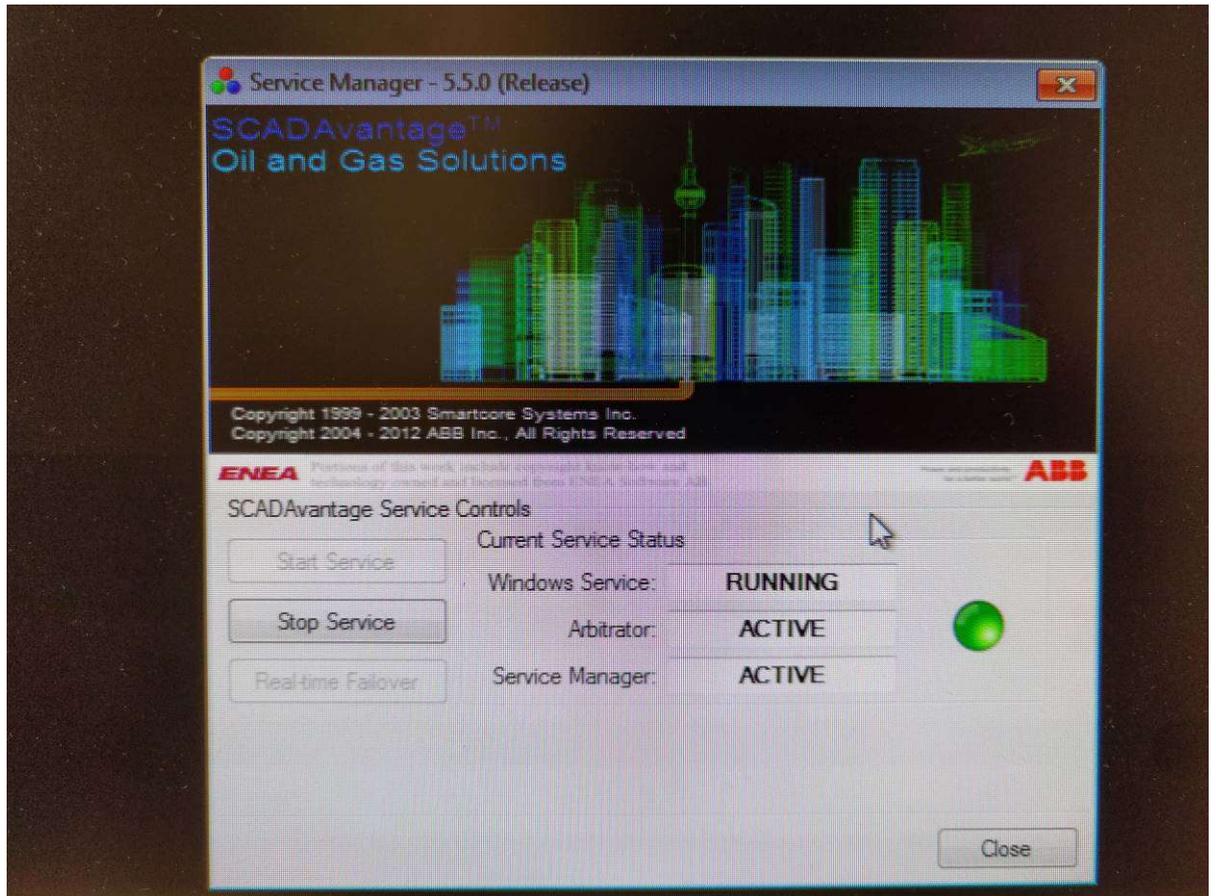


圖 7.SCADAventure 5.50 運行畫面

ABB 的 SCADAventure 系統一樣可以繪製現場設備的人機介面(HMI)及設置警報，設置方式和 system 800xA 大同小異，此系統內的面板繪製工具種類豐富並有內建許多圖型如馬達、控制閥、彎曲管線、化學槽等常用到的油氣製程元件，字型和顏色也可以更換，自由度相當高而且容易上手，以下是利用此系統繪製而成的油氣水三相分離器以及一個遠距控制開關的完成圖：

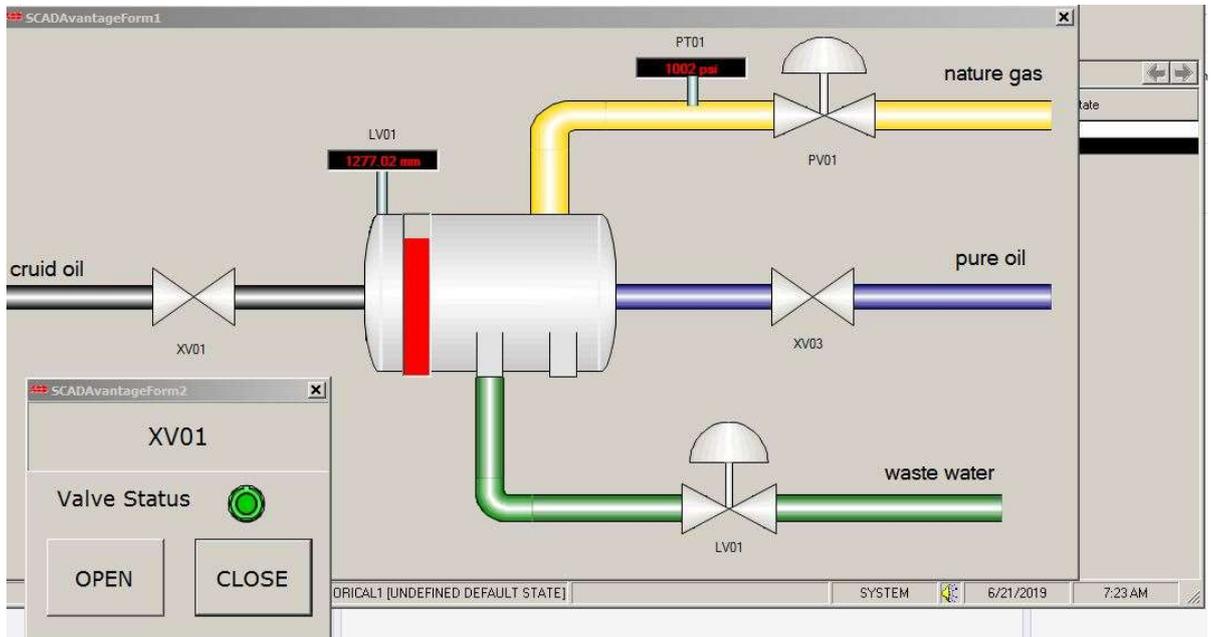


圖 8. 實作 SCADA 的 HMI 遙測控制三相分離器畫面圖

由上圖我們模擬了一個原油進入三相分離器的遠距遙控開關(XV01)，可以使控制室的操作人員遠距把這個閥打開或是關閉，面板上還顯示了三相分離器內液位高低、流量及壓力等遙測資料，有了 HMI 幫助圖形化後一目了然。

1-7 歷史數據(Historic data)、生產趨勢(Trend) 及備分(Backup)

不論在 ABB 的 system 800xA 及 SCADAventure 內，在系統內可以找到每個監控點的歷史數據和突發事件等，利用歷史數據可以繪出趨勢圖顯示於 HMI 介面，例如三相分離器的液位的高低、流量大小、壓力高低的趨勢圖，藉由檢視趨勢圖來了解到生產中的設備有無維持穩定，或是有越來越高或越來越低等不穩定的趨勢，提早診斷是否有可能設備有故障前兆，減低因故障而產生的損失。

除此之外 system 800xA 及 SCADAventure 內，都可以設定備分，建議可以排程讓系統自動進行備分，如果系統有狀況可以即時還原，降低操作出錯時的風險。

1-8 上海 ABB 生產工廠參觀：

ABB 上海分公司位於上海市浦東新區，上海分公司約有兩千五百個員工，在公司一樓有大食堂，每天中午都有 6 至 7 道餐食可供選擇，廠區占地不小，有辦公大樓也有生產工廠；最後一堂實作課結束後還有安排參觀 ABB 集團最先進的機器人製造廠，也是該集團目前全球最大的機器人製造基地，在當地約八成以上的汽車生產工廠使用該集團的機器人手臂進行吊掛組裝、噴漆等粗重工作，電子零組件組裝用的精細作業機器人也有生產，內部因為涉及商業機密無法進行拍照，機器人在未來可以做的事情可說是包山包海，大幅降低勞動力的需求。



圖 9. 上海 ABB 分公司大樓實景照

第二節、Rockwell 公司 FactoryTalkView®SiteEdition 及 AADvance System

2-1 Factory Talk View SE 軟體介紹

因為課程安排的關係，Factory Talk View SE 並沒有進行實作，所以粗略介紹如下：在 Rockwell 公司的 FactoryTalkView®SiteEdition (SE) 是用於監控用的 HMI 監控和控制應用程式，這種可擴展的架構可應用於獨立的單一伺服器單用戶應用程式，或多個用戶連接多個用戶伺服器。以下是簡易的架構圖：

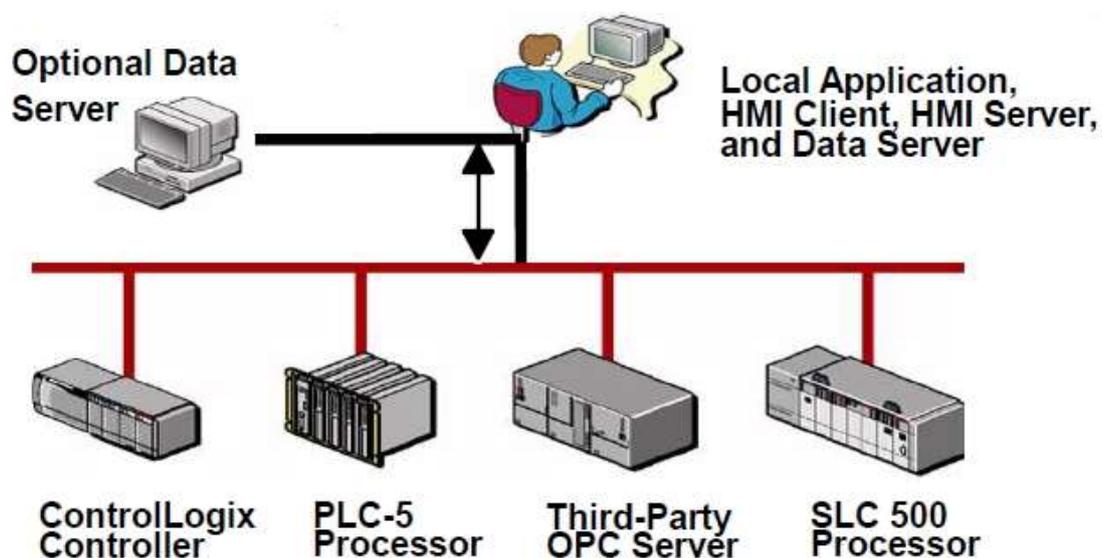


圖 10. Factory Talk View SE 單一伺服器單用戶應用程式架構圖

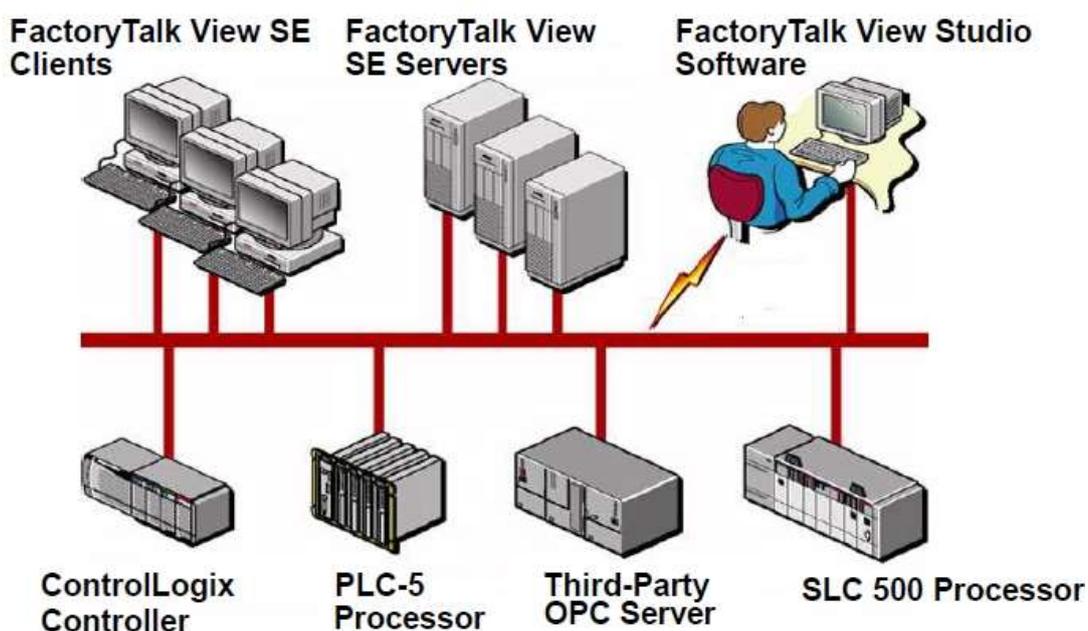


圖 11. Factory Talk View SE 多個用戶連接多個用戶伺服器架構圖

2-2 Factory Talk View SE 軟體組成：

一套完整的 Factory Talk View SE 包含：

FactoryTalk View Studio - 用於開發和測試人機介面（HMI）的應用程式。

FactoryTalk View SE Client - 用於查看(唯讀)或是完全操作的應用程式。

FactoryTalk View SE HMI Server - 儲存 HMI 專案。例如，圖形顯示，含標籤數據庫(Tag Database)，並執行報警檢測(Alarm detection)和歷史數據管理及記錄(historical data management & logging)。

FactoryTalk View Directory - 隨時向應用程式通知信號的來源及哪些部分需要信號，類似路由器的功能。

FactoryTalk Administration Console 管理控制台是 Studio 的一個子程式，用於管理已經布署使用的應用程式。

RSLinx 或 OPC 數據服務器：提供 FactoryTalk View SE 應用程式與生產過程中的設備之間的通訊。

2-3 Factory Talk View SE 的運行環境：

作業系統 Windows 2000 / XP / 2003，用戶可以以有效的 Windows user 登錄，並在 windows 內設定好對應的 IP 地址、使用網際網路資訊服務 IIS(Internet Information Services)來傳遞資料訊息，所以電腦也必須安裝微軟的 IIS 服務。

2-4 AADvance System for Safety Shutdown System

在本次受訓最後三天，查德礦區工程承攬商使用 Rockwell 公司的 AADvance System 來設計安全停車系統，如果當系統需要緊急停車，這套系統可以在 ABB 的生產系統失效的狀態下，安全地關閉生產系統，將工安危害降到最低。

2-5 AADvance System 硬體組態及模組介紹：

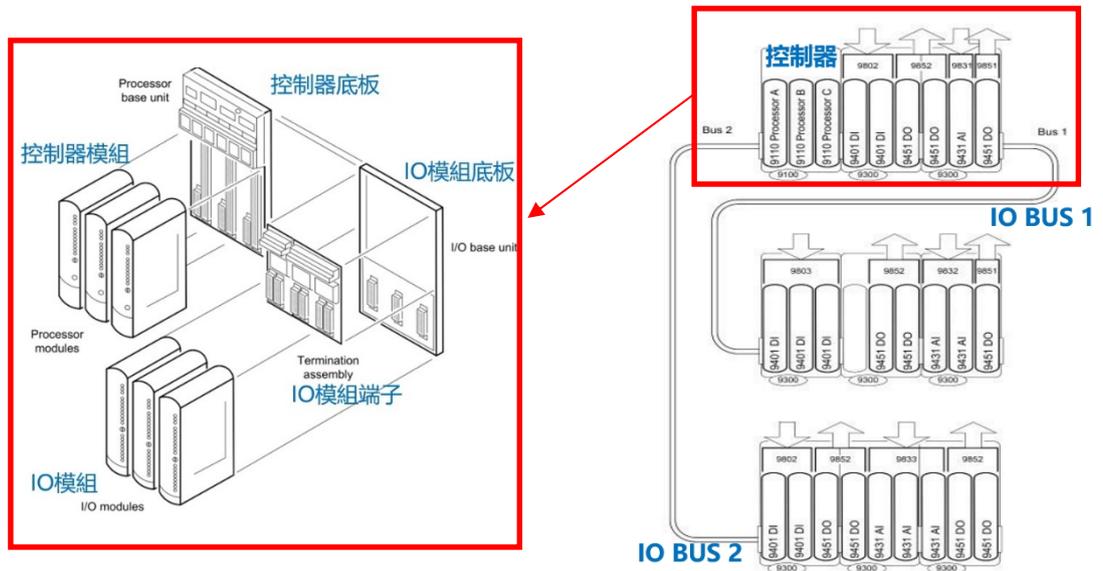


圖 12. AADvance System 硬體組態圖



□ 機櫃正面

- 每個機櫃有4排用於安裝模組
- 第一排安裝控制與6個I/O模組
- 擴展模組一排安裝12個IO模組

□ 機櫃背面

- 安裝空氣開關
- 安裝繼電器與熔斷端子

圖 13. AADvance System 機櫃內實體安裝圖

在圖 12 中擴展線(IO BUS)可以實現 I/O 背板與 I/O 背板或者 I/O 背板與處理器背板的連接。

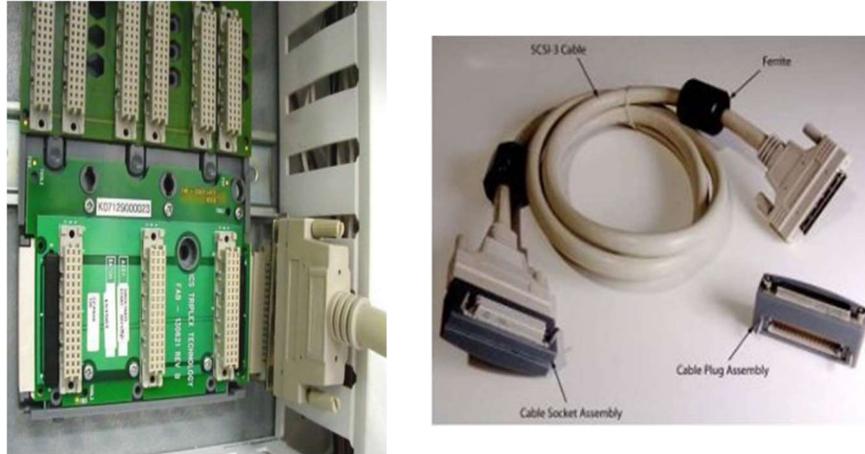


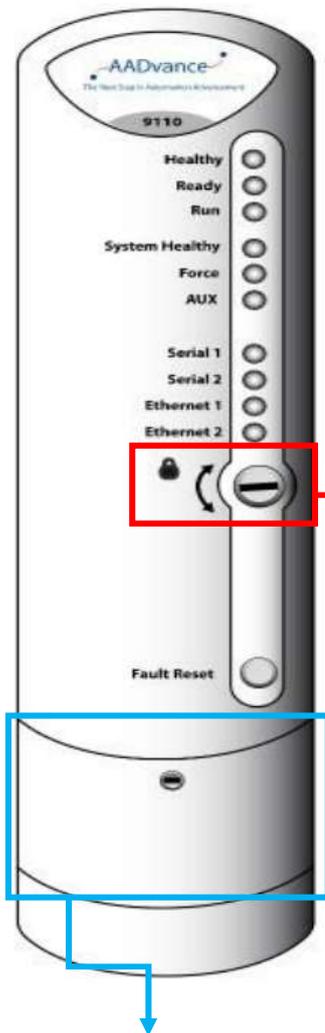
圖 14. AADvance System 擴展線安裝及實體圖

AADvance System 硬體系由控制器模組、控制器底板、IO 模組、IO 端子板及 IO 底板構成，電源 24V，每塊模組內皆有備用電源(BR2032 或是 CR2032 鋰電池，電源故障時可以保持內部數據)，系統硬體詳如下表：

AADvance 系統硬體					
模組類型	模組型號	模組功能	配套底板	配套端子板	擴展線纜
CPU模組	T9110	24V, 控制器	T9100	/	/
DI模組	T9401	24V, 8通道數位輸入	T9300	T9801: 單重化	T9310-02
	T9402	24V, 16通道數位輸入		T9802: 雙重化 T9803: 三重化	
DO模組	T9451	24V, 8通道數位輸出		T9851: 單重化 T9852: 雙重化	
AI模組	T9431	24V, 8通道類比輸入		T9831: 單重化	
	T9432	24V, 16通道類比輸入		T9832: 雙重化 T9833: 三重化	
AO模組	T9482	24V, 8通道類比輸出		T9881: 單重化 T9882: 雙重化	

控制器 CPU 模組 (T9110) :

AADvance 系統中實現網路通訊、處理 IO 掃描、邏輯運算的模組。



Back-up Battery
(備用電池 BR2032)

可替換電池可在斷電時保護如下內容:

- 1) 系統診斷日誌
- 2) 保持即時時鐘運行
- 3) 變數都被標識為保持

技術性能	
型號	T9110
控制器數量	1個: SIL2 2個: SIL3 3個: SIL3
IO模組數量	最大支持48個 (2條I/O匯流排, 每條最大24個)
擴展介面	2個TCP/IP 2個RS-485
SOE(sequence of events)	10ms
系統上線時更換	有異常時可以在系統運行中更換 (雙重化或三重化)
資料保持	鋰電池(BR2032)

模組鎖, 每塊模組 (處理器和 I/O) 有一個扣鎖機制用來固定背板上的模組, 這個扣鎖是模組前置面板上一個螺絲。可由平頭螺絲起子順時針旋轉至垂直解鎖。模組包含一個內置鎖用於確保模組是否上鎖。注意: 模組只能在螺絲位於上鎖(Lock)位置時運行。

指示燈	綠燈閃爍	綠燈恆亮	紅燈恆亮
Healthy	啟動時	模組上線、正常	故障
Ready	下載中或同步	正常	故障
Run	琥珀色: 有程式但沒運行	運行正常	無程式或故障
System Healthy	琥珀色: 需要Reset	無故障報告	系統或模組故障
Force	琥珀色: 有強制輸入或輸出	無強制	
AUX	置於用戶控制		
Serial 1 & 2	琥珀色: 收發	接收	發送
Ethernet 1 & 2	琥珀色: 資料交換	連接	



圖 15. 控制器模組備用電池(BR2032)

控制器底板 (T9100)：用於連接控制器使用。

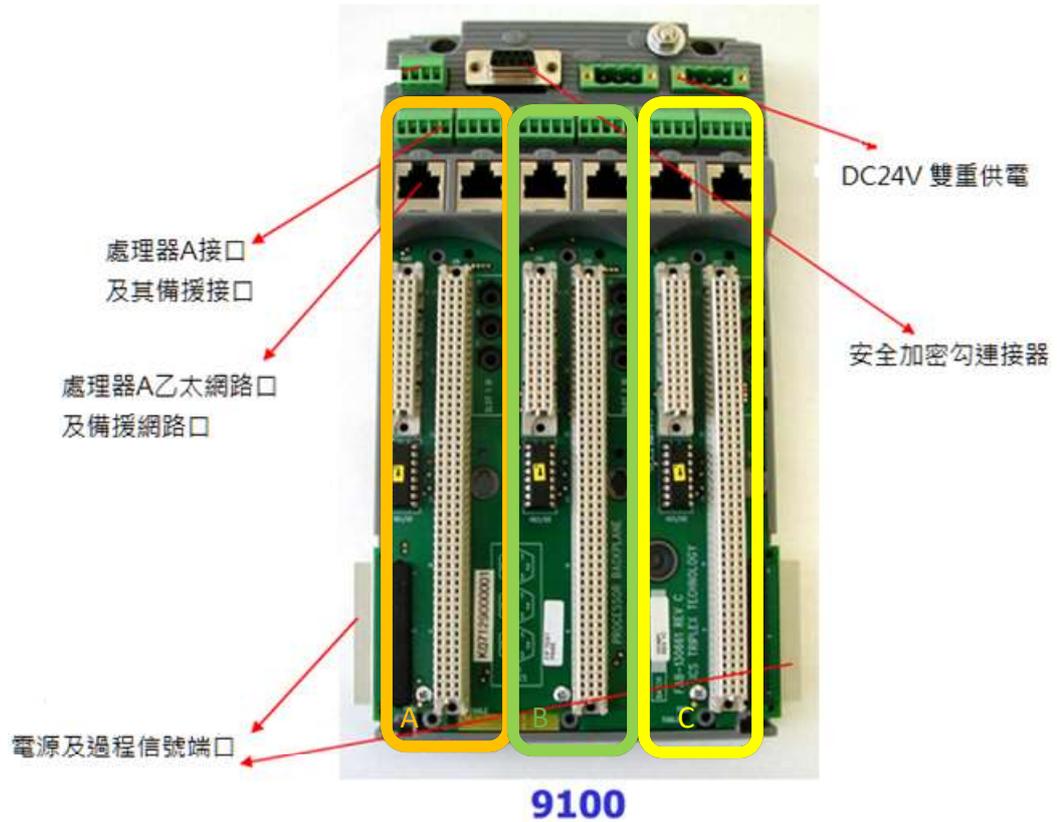
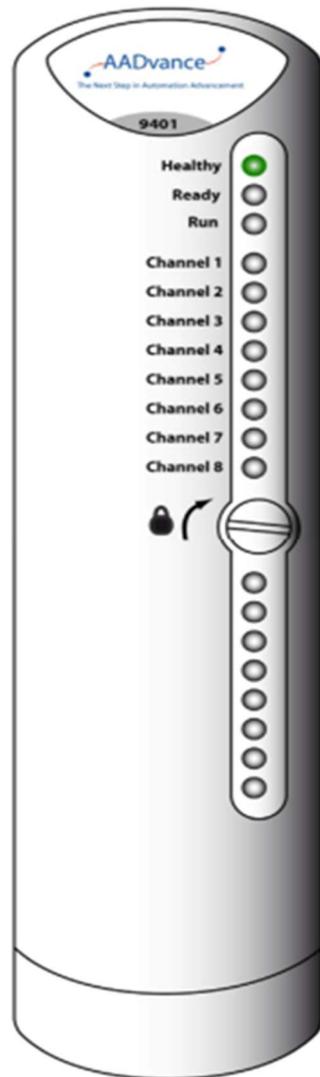


圖 16. AADvance 系統控制器底板 (T9100)實體圖

控制器模組底板	
型號	T9100
控制器數量	最多安裝3個
擴展介面	6個TCP/IP 6個RS-485
其他介面	為系統電源提供備援連接
	為安全加密勾提供連接
	為系統健康度信號提供繼電器觸點
	為系統提供接地連接

IO 模組及配件，DI (數位輸入) 模組 (T9401\T9402)：

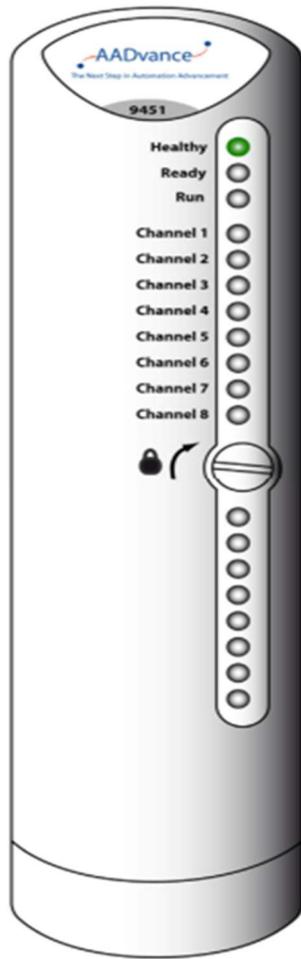


技術性能	
型號	T9401\T9402
通道數量	8通道\16通道
支援配置	1oo1D, 1oo2D and 2oo3D
信號狀態	OFF: 0~5VDC ON: 15~30VDC
SOE	10ms

DI指示器	狀態	描述
健康度 Health	指示模組整體狀態	
	不亮	斷電
	綠燈恆亮	模組上線
準備 Ready	紅燈恆亮	模組上線有故障
	指示模組運行資源的能力	
	不亮	斷電或模組鎖未鎖上
運行 Run	綠燈恆亮	模組有上鎖，準備傳輸通道值
	紅燈恆亮	模組有上鎖，但無法傳輸通道值
	指示模組正在運行	
	不亮	斷電或模組鎖未鎖上
通道 Channel	綠燈恆亮	模組正在傳輸通道值
	紅燈恆亮	模組沒有傳輸通道值
	琥珀色恆亮	須按下處理器Reset
	指示每個輸入通道的狀態	
	不亮	通道關閉
	綠燈恆亮	通道開啟
	紅燈恆亮	通道故障(迴路開路或是短路)
	琥珀色恆亮	通道故障(硬體IO模組)

圖 17. AADvance 系統 DI 數位輸入模組 (T9401)

IO 模組及配件，DO 數位輸出模組 (T9451)：

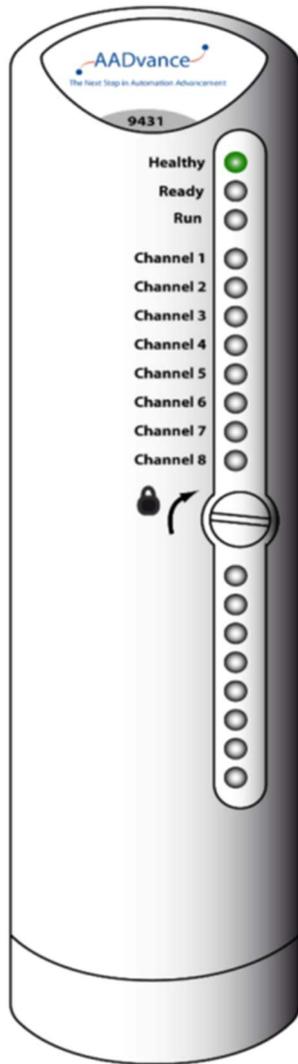


技術性能	
型號	T9451
通道數量	8通道
支援配置	1oo1D, 1oo2D
信號狀態	每通道超載保護 正常輸出24V
SOE	10ms

DO指示器	狀態	描述
健康度 Health	指示模組整體狀態	
	不亮	斷電
	綠燈恆亮	模組上線
準備 Ready	紅燈恆亮	模組上線有故障
	不亮	模組運行資源的能力 斷電或模組鎖未鎖上
	綠燈恆亮	模組有上鎖，準備傳輸通道值
運行 Run	紅燈恆亮	模組有上鎖，但無法傳輸通道值
	指示模組正在運行	
	不亮	斷電或模組鎖未鎖上
	綠燈恆亮	模組正在輸出並傳輸通道值
通道 Channel	紅燈恆亮	模組沒有輸出且沒有傳輸通道值
	琥珀色恆亮	須按下處理器Reset
	指示每個輸入通道的狀態	
	不亮	通道關閉或斷電
	綠燈恆亮	通道開啟或有電
	紅燈恆亮	現場故障
	琥珀色恆亮	現場故障

圖 18. AADvance 系統 DO 數位輸出模組 (T9451)

IO 模組及配件，AI 類比輸入模組 (T9431\T9432)：



技術性能	
型號	T9431\T9432
通道數量	8通道\16通道
支援配置	1oo1D, 1oo2D and 2oo3D
信號狀態	<ul style="list-style-type: none"> 故障: 0 to 3.8mA 故障: >22.0mA 正常: 3.8 to 22.0mA
HART	支持

AI指示器	狀態	描述
		指示模組整體狀態
健康度 Health	不亮	斷電
	綠燈恆亮	模組上線
	紅燈恆亮	模組上線有故障
		模組傳輸數值的能力
準備 Ready	不亮	斷電或模組鎖未鎖上
	綠燈恆亮	模組有上鎖，準備傳輸通道值
	紅燈恆亮	模組有上鎖，但無法傳輸通道值
		指示模組正在運行
運行 Run	不亮	斷電或模組鎖未鎖上
	綠燈恆亮	模組正在傳輸通道值
	紅燈恆亮	模組沒有傳輸通道值
	琥珀色恆亮	須按下處理器Reset
		指示每個輸入通道的狀態
通道 Channel	不亮	通道關閉
	綠燈恆亮	通道輸入值在正常範圍內
	紅燈恆亮	現場故障(發送器故障、開路或短路)
	琥珀色恆亮	通道故障(硬體IO模組)

圖 19. AADvance 系統 AI 類比輸入模組(T9431)

IO 模組及配件，IO 模組底板 (T9300)：



IO 模組底板	
型號	T9300
IO 數量	最多安裝3個
其他	端子板可跨2個底板

圖 20. AADvance 系統 IO 模組底板(T9300)實體圖

DI 端子板(T9801\T9802\T9803)：可以雙重備援(壞一個 DI 模組系統還可以正常運行)或三重備援(壞兩個 DI 模組系統還可以正常運行)。

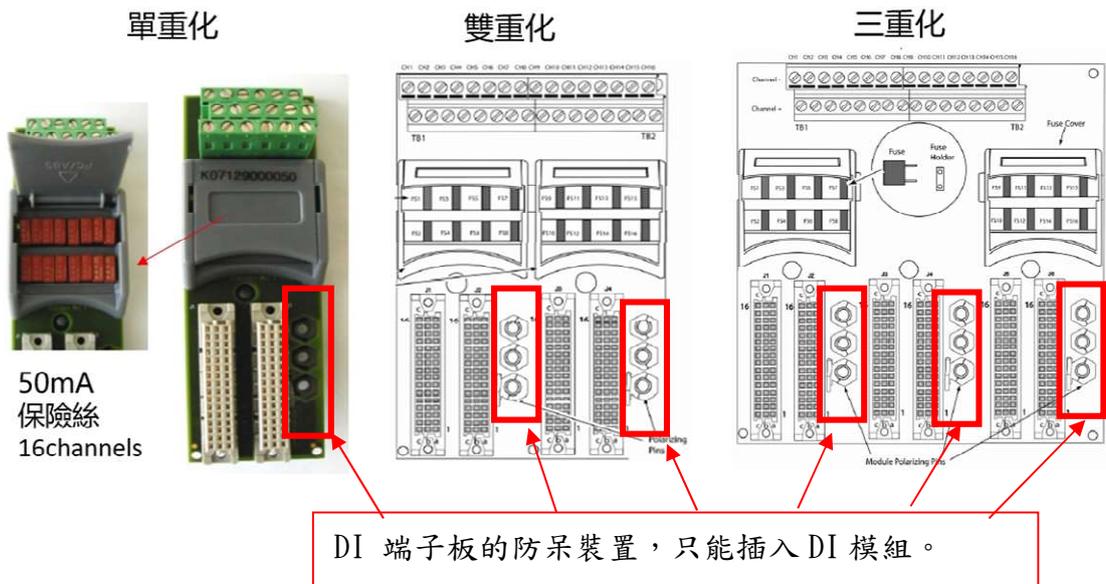


圖 21. AADvance 系統 DI 端子板實體圖

IO 模組及配件，DO 端子板(T9851\T9852)：只可以雙重備援。

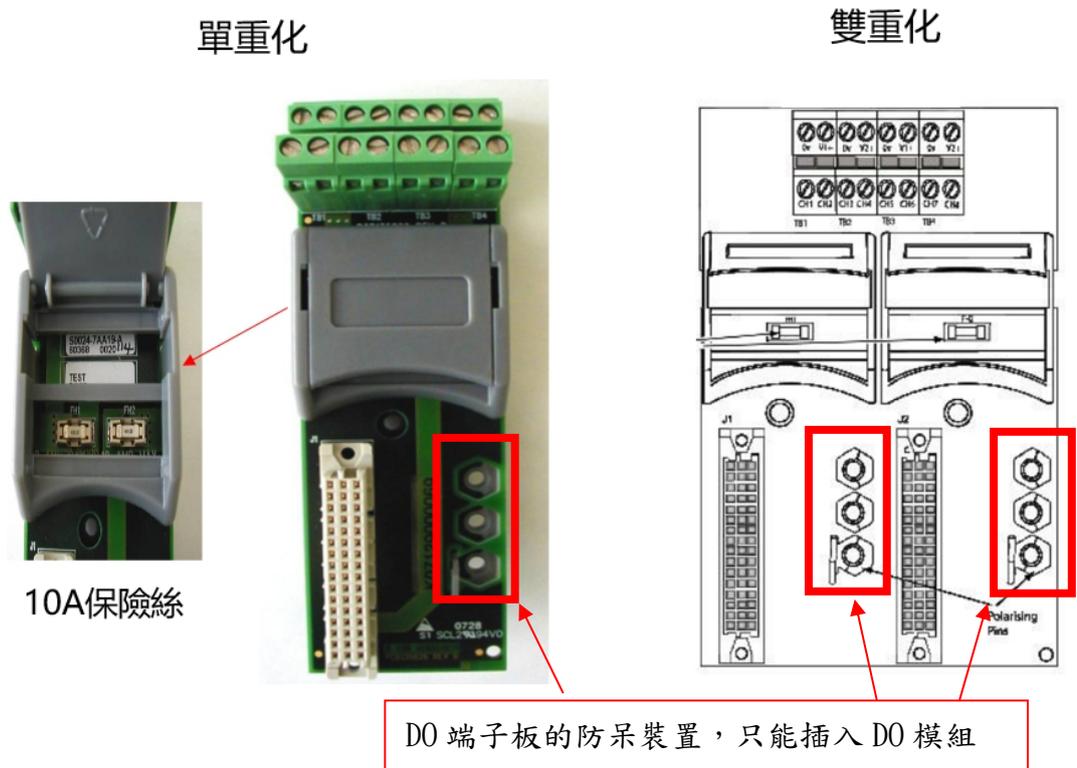


圖 22. AADvance 系統 DO 端子板實體圖

IO 模組及配件，AI 端子板(T9831\T9832\T9833)：可以雙重備援或三重備援。

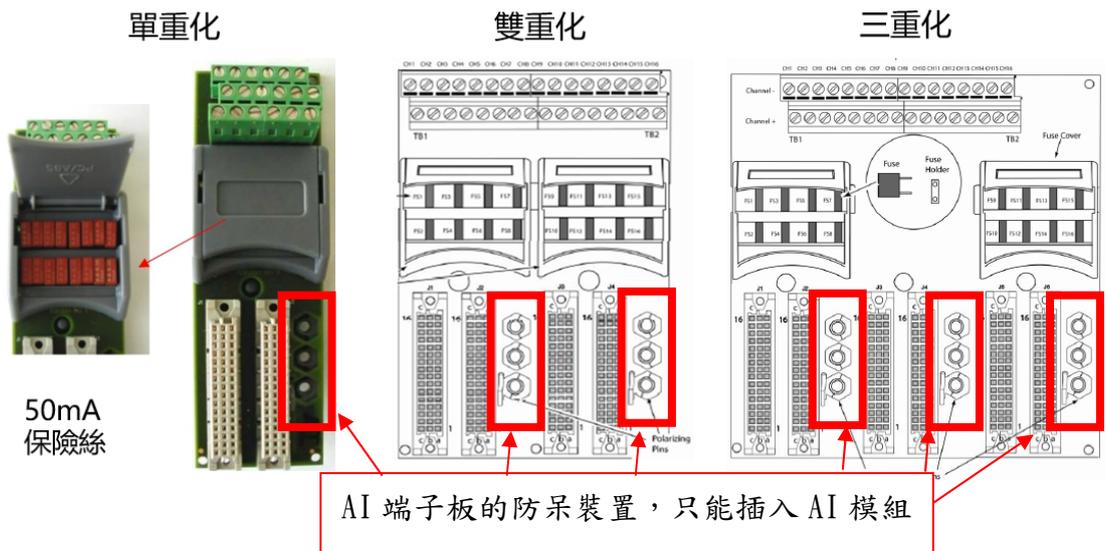
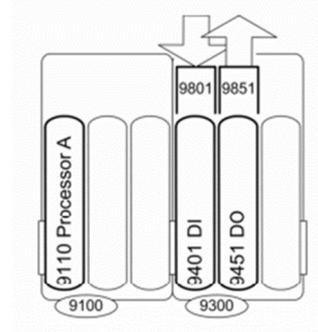
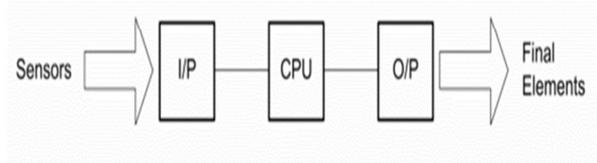


圖 23. AADvance 系統 AI 端子板實體圖

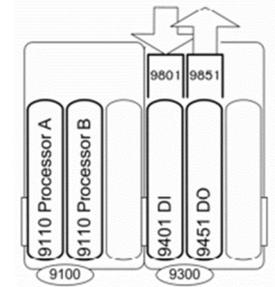
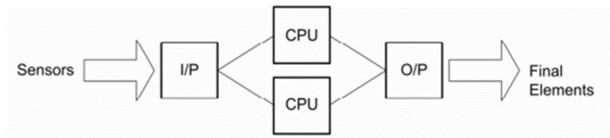
2-6 常見的幾種故障安全模式硬體設定：

- 單重化 (1oo1D)：



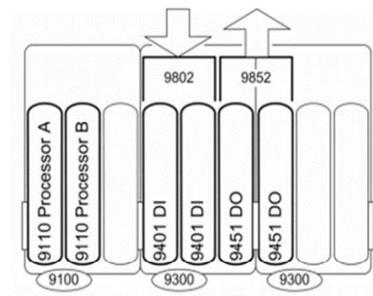
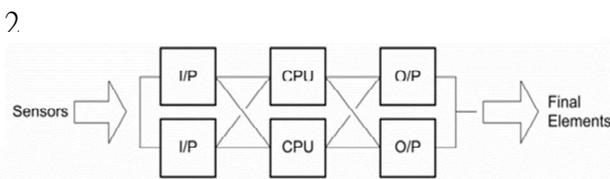
這種配置符合 SIL2 要求，適合於跳車影響不大的生產系統，沒有備援設計一旦系統出現故障整個生產流程就停止。

- 雙重化處理器，單重化 IO：



處理器模組將在第一次故障時降至 1oo1D，系統多一組控制器做備援，IO 模組故障一樣可能停車。

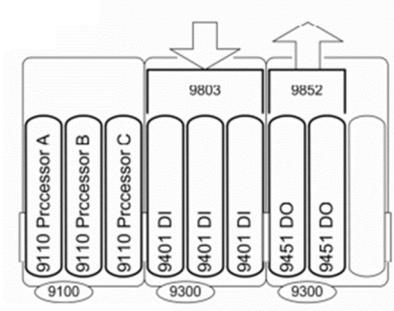
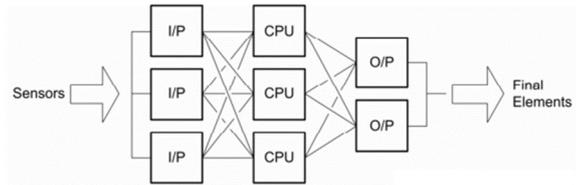
- 雙重化 (1oo2D)



援

IO 模組提供容錯，輸入模組、處理器模組及輸出模組將在第一次檢測到故障危險時降至 1oo1D。

- 三重化 (2oo3D)



3 組備援 IO 模組提供容錯，輸入模組、處理器模組及輸出模組將在第一次出錯時降至 1oo2D。

2-7 AADvance 系統硬體安裝實作

在課堂上我們進行了實體操作，第一次接觸也很容易上手。

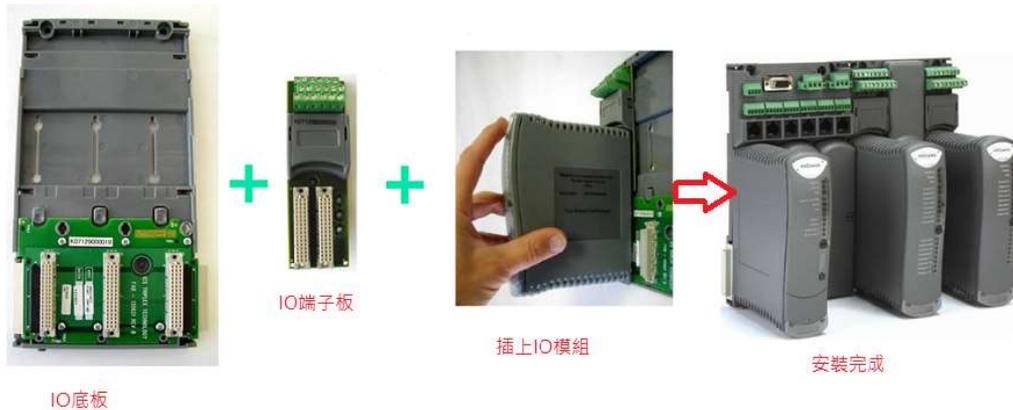


圖 24. AADvance 系統硬體安裝練習實作圖

2-8 系統網路架構

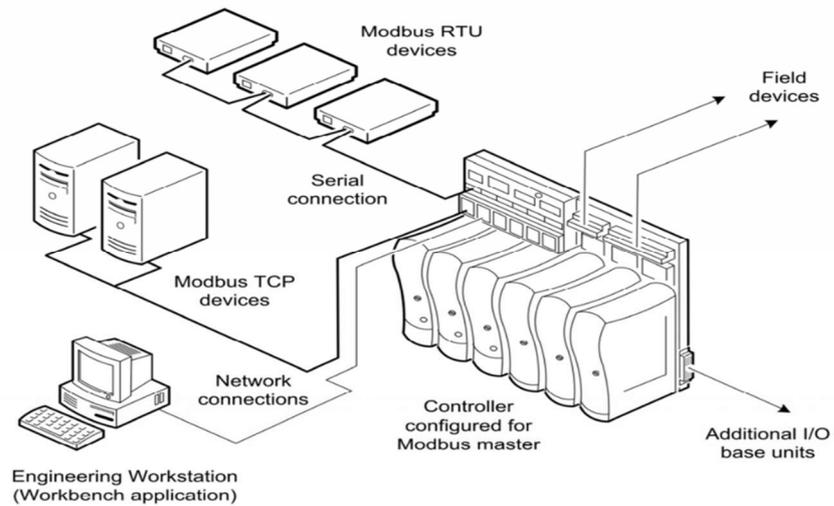


圖 25. AADvance 系統網路架構圖

2-9 系統設置連結斷線警報

最後一天上課老師利用 AADvance 的軟體，在系統內設定變數並編成簡易的邏輯下載到控制器內，使得網路斷線時 DO 模組可以控制蜂鳴器發出警報聲，實現斷線警報的練習。

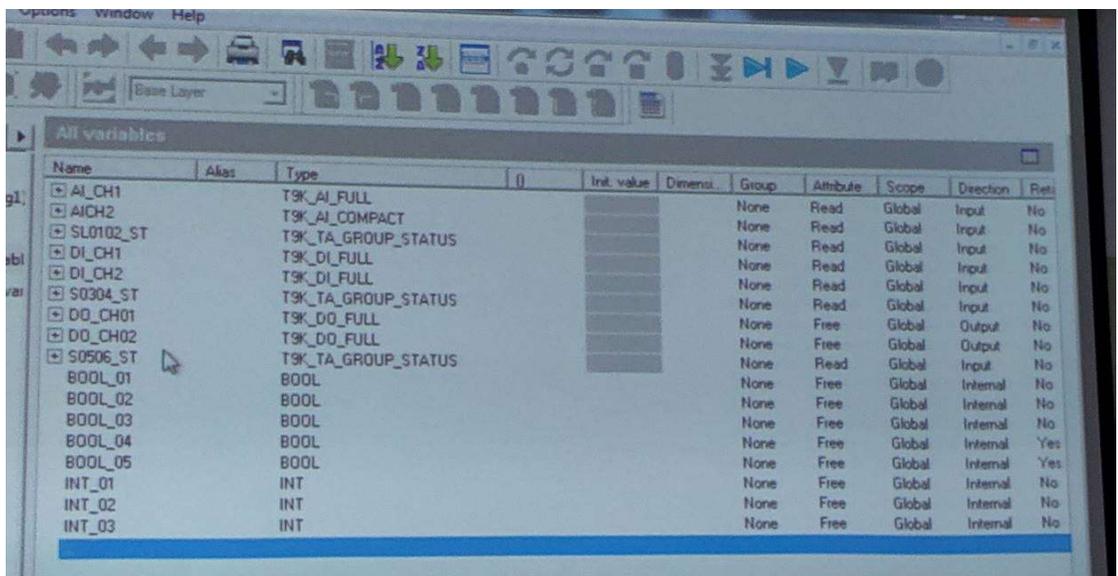


圖 26. AADvance 軟體參數設置實作

軟體內要設定好系統控制器數量及控制器的狀態回傳信號(health status、battery status 等)，IO 模組中 AI、DI、DO 使用的通道數量(channels)、通道值(Value)，以及它們的資料類型(如 bool 布林或是 INT 整數等)、方向(input、output 或是 internal 內部數值)等等。

參數設置完成後再編程(programing)簡易的邏輯，設置好硬體底板 base 的 IP 位址，插上 dongle(加密勾)將程式下載到控制器內。



圖 27. AADvance 系統控制器底板加密勾(Dongle)實體圖

AADvance 系統通過加密勾(Dongle)來控制安全，從而可以下載程式，進行線上更改或者用作上鎖(強制)，由控制器的底板供電，平常如果已經設定完成就將加密勾拆下收好(實體隔離)，不需要插在底板上，系統正常運行時也不需要修改程式，如未拔下恐誤動作或造成線上修改程式導致系統故障。

2-10 AADvance 系統導出導入(Export/Import)

本套系統也有導出導入，可以備份整個專案(project)，若系統故障時可以回復整個系統。

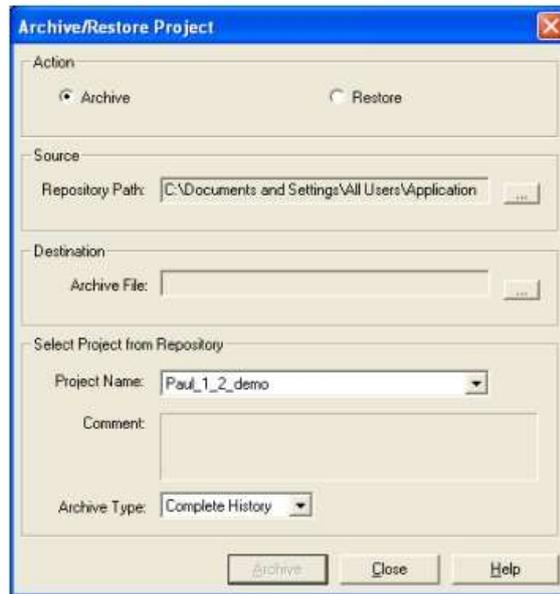


圖 28. AADvance 系統備份對話框

備份完成後會生成一個(.vsc)檔案，復原時選擇 Restore 搜尋這個備份的檔案並重新下載至控制器內運行即可。

第三節、安全儀表系統 SIS

在查德的 ESD 安全系統使用的是 Rockwell 的 AADvance 系統，是由該系統冗餘及多重化功能以達到安全系統的要求，接下來利用本節介紹安全儀表系統的概念。

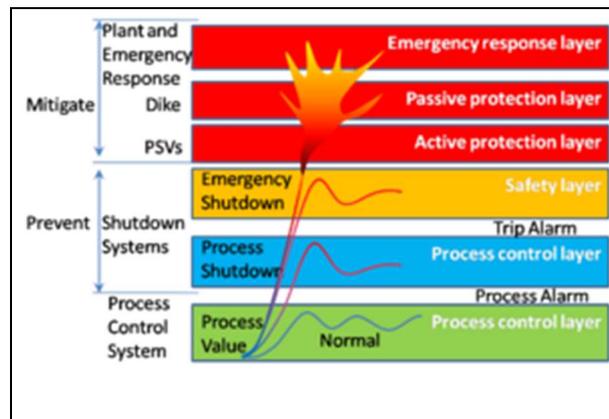


圖 29. 安全保護層次示意圖

工業安全系統是在有危害物質的工廠中（例如石化廠及核電廠）使用的安全系統，當製程超過其控制邊界時，為保護人員與工廠及環境的安全，如其名稱所述的，工業安全系統的目的不再於控制製程本身，而是做為保護之用，程序控制會由程序控制系統進行，但會和工業安全系統互鎖，以便在程序控制系統失效時可以採取緊急措施。

安全儀表系統（Safety Instrumented System，SIS）是用於執行一個或多個安全儀表功能（Safety Instrumented Function，SIF）的儀表系統，安全儀表系統主要包含以下項目：

- 安全聯鎖系統（Safety Interlock System，SIS）
- 緊急停車系統（Emergency Shutdown Device，ESD）
- 安全關聯系統（Safety Related System，SRS）
- 儀表保護系統（Instrument Protective System，IPS）
- 透平壓縮機集成控制系統（Integrated Turbo & Compressor Control System，ITCC）
- 火災及氣體檢測系統（Fire and gas systems，F&G）
- 鍋爐安全監視系統（Flue Safety Sing System，FSSS）
- 列車自動防護系統（Automatic Train Protection，ATP）

3-1 SIS 系統分類

1、ESD / SIS 緊急停車聯鎖系統	裝置聯鎖、機組聯鎖、順序控制
2、F&G 火氣系統	氣體檢測、消防系統設備、火氣檢測系統
3、CCS/ITCC 機組綜合控制系統	機組啟動條件、機組聯鎖、調速控制、防喘振控制、抽汽控制、常規PID 控制 常規測量: 溫度/壓力/流量/振動/位移
4、BMS 鍋爐控制系統	點火/滅火系統、鍋爐液位控制、火焰監測系統

安全儀表系統包括傳感器（Sensor）、邏輯運算器（Logic solver）和最終執行元件（Final element）。

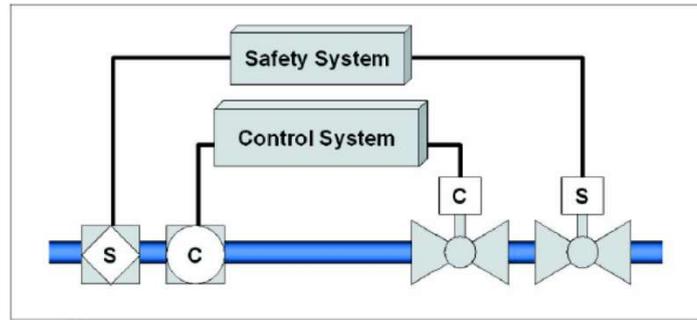


圖 30. 過程中的安全儀表系統

安全儀表系統與過程控制系統的區別

	DCS	SIS
控制目的	平穩運行	處理異常
控制特性	動態	靜態
系統架構	冗餘	表決和冗餘
評價指標	可靠性指標 MTF	安全性指標 SIL 等級

3-2 安全完整等級

安全完整性等級（Safety Integrity Level，SIL）是在規定的時間內、在所有規定的條件下，成功實現所要求的安全功能的平均機率所對應的等級。

安全完整性等級作為衡量安全功能重要因素，是安全系統的核心，安全系統的設計、安裝、檢驗評估、維護都是圍繞著 SIL 分級來進行的，SIL 等級是安全系統契約內的必備條款。

SIL	要求時平均失效機率 PFD average	連續時危險失效機率 PDF perhour
SIL1	$10^{-1} \sim 10^{-2}$	$10^{-5} \sim 10^{-6}$
SIL2	$10^{-2} \sim 10^{-3}$	$10^{-6} \sim 10^{-7}$
SIL3	$10^{-3} \sim 10^{-4}$	$10^{-7} \sim 10^{-8}$
SIL4	$10^{-4} \sim 10^{-5}$	$10^{-8} \sim 10^{-9}$

低要求模式（安全功能要求頻率 ≤ 1 次/年），用 PFD 評價。

高要求模式（安全功能要求頻率 > 1 次/年），用 PDF 評價

- 需求時平均故障機率(PFDavg)

需求時平均故障機率即需要安全保護控制系統時，發生故障的機率。
因安全保護系統發生危險故障時，就不會對需求（潛在的危險狀況）作出反應。

IEC61508/IEC61511的安全完整性等級劃分	
SIL	PFD _{avg}
4	<0.0001
3	0.001-0.0001
2	0.01-0.001
1	0.1-0.01

通過後果分析，確定安全儀錶功能（系統）的 SIL 等級：

SIL	PFD _{AVERAGE}	事故后果
SIL1	$10^{-1} \sim 10^{-2}$	較少的財產損失
SIL2	$10^{-2} \sim 10^{-3}$	引起財產損失並有可能造成個人傷亡
SIL3	$10^{-3} \sim 10^{-4}$	對工廠職工和社會造成影響
SIL4	$10^{-4} \sim 10^{-5}$	引起社會災難性的影響

說明：一般鍋爐、石化、化工等裝置為 SIL2～SIL3 等級，核電等特殊場合為 SIL4 等級。

肆、心得與建議

此次的實習內容為本公司查德礦區 Oryx 油田生產監控設備之軟、硬體系統維護實習，與平時工作內容接觸的 HMI 系統有些關聯性，硬體的部分非常佩服外國公司可以設計得如此簡單易懂，還有防呆設計可以避免安裝失誤，並且巧妙的配置來防止實體設備故障，在最短的時間排除問題，軟體的部分在實作 SCADA 系統中繪製 HMI 面板並加入按老師上課步驟編程的物件，實現預定的功能時讓人感到非常有成就感，其中參數設置及 PLC 邏輯編程是本次實習中感到最複雜的部份，幸虧培訓的老師講解非常仔細且同行的同事們時常出手相助，讓本次的培訓得以畫下圓滿的句點結束，深感獲益良多。

針對本次實習提供建議如下

1. ABB 公司及 Rockwell 公司硬體更換的步驟可以寫成簡易版的 SOP 讓未來接觸的同仁做參考。
2. 系統備份有兩個重點：第一是整個遙測監控系統 SCADA Project 的備份，建廠完成後試車成功，即做好完整備份，硬體設備故障檢查更換較為容易，但軟體資料若損毀則可能需要停工一段時間來恢復配置並測試功能是否

正常以保證系統安全性。再來是歷史數據資料的備份，可以了解生產過程曾經發生哪些事件、系統有些什麼警報、未來可能要預先做更換的設備。建議上述兩個資料皆須有定期備份的時間且最好有備援系統以免單一系統故障時無法及時恢復。

3. 因本次受訓所學到的系統運行環境都架構於 Windows 作業系統上且透過網路傳輸資料，建議嚴格控管電腦 USB 實體隔離及定期更新防毒軟體以免感染病毒損毀運行中的系統。
4. 控制室及現場設備控制監測點，其背板 IO 模組及預留擴充(Spare) 點(不論 AI、DI、DO)，須預先完成規劃，以避免未來有需要增加零星取樣點(如流量數值取樣、開關狀態取樣)需求時，須再花費修改且影響生產穩定性。
5. 系統設計時如果預算足夠建議至少都要二重化系統，尤其是 Safety Shutdown Systems，即便硬體發生故障時仍有備援模組提供最後一道防護。

針對查德現場設備建議如下

在查德現場，中控系統放置 ABB/Rockwell 設備的機櫃內部，需配置靜電手環，若是人員要更換設備儀器電路板，建議要習慣先配戴好靜電手環才可以接觸電路板，避免靜電打壞電路板上 IC 元件，過去本公司在尼日的經驗，沙漠管道加熱站乾燥環境下，不管是生活或工作，可以明顯感受到靜電威力，每天開門、穿衣服、水龍頭等等日常活動，都常有靜電感應現象，靜電除了會引爆油氣，對於電子元件也危害甚大，建議留意防範。