

出國報告（出國類別：考察）

林口發電廠超超臨界機組 發電機保護電驛實習

服務機關：台灣電力股份有限公司

姓名職稱：曾兆進 電機工程師

派赴國家/地區：德國

出國期間：107 年 10 月 27 日至 107 年 11 月 9 日

報告日期：107 年 12 月 24 日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：林口發電廠超超臨界機組發電機保護電驛實習

頁數____ 含附件：☐是 ☐否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話 台灣電力公司/陳德隆/(02)23667685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

曾兆進/台灣電力公司/林口發電廠/電機工程師/(02)26062221 ext 3712

出國類別：☐1 考察 ☐2 進修 ☐3 研究 ☒4 實習 ☐5 開會 ☐6 其他

出國期間：107 年 10 月 27 日至 107 年 11 月 9 日

派赴國家/地區：德國

報告日期：107 年 12 月 24 日

關鍵詞：發電機保護電驛、RELAY

內容摘要：(二百至三百字)

林口發電廠擁有 3 部國內最新大容量超超臨界燃煤火力機組發電機(800MW*3)，在北部電廠陸續除役情況下，對電力系統與調度占比及重要性影響甚大。保護電驛為機組安全運轉的必要設備，發電機整體設備需納入保護電驛系統如發電機過電壓保護、發電機定子接地故障保護、發電機轉子接地故障保護、發電機過激磁保護、逆電力保護、發電機過電流保護等保護，一旦有事故發生，保護電驛將依設定時間依序隔離故障區域，以免機組持續損傷，造成系統供電危機。

本次前往保護電驛設計製造廠商 SIEMENS 觀摩研習，進一步了解其設計理念、實際使用經驗，作為本公司電驛相關業務參考，有助於日後檢修工作，期能提升本公司人員技術及維持設備可靠度。

本文電子檔已傳至公務出國報告資訊網 (<https://report.nat.gov.tw/reportwork>)

目 次

林口發電廠超超臨界機組發電機保護電驛實習

壹、前言及目的-----	1
貳、研習過程-----	2
參、林口發電廠發電機保護簡介-----	3
肆、西門子保護電驛介紹-----	6
伍、工廠參訪-----	25
陸、心得與建議-----	26
參考資料-----	27

壹、前言及目的：

林口發電廠正在進行更新擴建，完成後擁有 3 部超超臨界機組，每部機容量為 800MW，為台電目前最大單機容量的火力機組。在北部電廠陸續除役的情況下，林口發電廠將成為北部最重要的基載供電中心。新機組效率為 44.93%(Gross, LHV)，較以往提升 6.93%，每度電碳排放量可減少約 20%，空氣污染方面 PM、SO_x 及 NO_x 排放量均遠在燃煤機組法規標準之下，達到燃氣法規標準。林口電廠機組的穩定運行不論在穩定供電還是在降低我國總碳排、空污防制等都有重要意義。

發電機扮演能量轉換的角色，將機械量轉換為電能，無時無刻都牽扯巨額的能量轉換。隨著科技進步機組容量日益提升，一方面提高了整體效率，但同時發電機所面臨的故障電流、應力變化也越大，不正確的停機很容易損傷發電機，而其所需的檢修時間動輒以月計。保護電驛扮演了發電機保護第一道防線，有事故發生時需能快速偵測、判斷故障種類並將訊號傳給主控系統，使系統能進一步隔離故障區域及啟動正確的降載或停機程序，避免損傷機組。

保護電驛的正確運行是整體保護的核心，發電機保護電驛為求嚴謹，使用 2 顆不同品牌的電驛同時運作，其運作方式為其中任一顆觸發跳機訊號，機組即進行跳機保護程序，寧可誤跳機也不要將發電機置於風險中。保護電驛 24 小時連續運作，機組運轉中頂多更換備品很難有空檔重作特性試驗，所以電驛除了在事故發生時需正確動作外，其穩定性也是相同重要，需能保持穩定運行不易故障、不誤發警報。

林口發電廠發電機保護電驛使用 BECKWITH 公司及 GE 公司電驛各一顆，運行至今有發生過一次電驛誤跳事故，造成不必要的損失。各廠家的電驛都有其優缺點，本次前往德國實地參訪保護電驛製造廠家 SIEMENS，研習其保護電驛設計理念、軟體規劃方式及工廠品質控制方式等，並了解最新的電驛發展趨勢。藉由本次實習機會，提升保護電驛相關技術，可供日後維護、更新電驛時參照，進而提升供電穩定度。

貳、 研習過程：

本次出國計畫為「林口發電廠超超臨界機組發電機保護電驛實習」，參訪對象為德國西門子公司，為期 14 天，相關行程及工作紀要如下：

日期	起訖地點	工作紀要
107 年 10 月 27 日	台北~阿姆斯特丹~柏林	往程
107 年 10 月 28 日 § 107 年 11 月 03 日	西門子(德國柏林)	發電機保護電驛維護技術實習及 工廠參訪
107 年 11 月 04 日 § 107 年 11 月 05 日	西門子(德國埃蘭根)	發電機保護電驛維護技術實習
107 年 11 月 06 日 § 107 年 11 月 07 日	西門子(喀斯魯)	發電機保護電驛維護技術實習及 工廠參訪
107 年 11 月 08 日 § 107 年 11 月 09 日	法蘭克福~台北	返程

參、林口電廠發電機保護簡介

林口發電廠有 3 部機組，每部機的發電機保護電驛使用 2 顆不同廠牌電驛進行保護。其基本架構為其中 1 顆電驛達到跳機條件，機組即進行跳機程序。特別使用 2 顆不同品牌電驛是為預防同品牌、型號可能同時存在的缺陷，以求機組運作安全。林口發電廠發電機電驛分別為 BECKWITH 公司的 M-3425A 及 GE 公司的 G60，兩種皆為多功能數位電驛，可取代傳統多顆電磁型電驛且具故障波型記錄、自我檢查等功能。林口發電廠發電機保護電驛單線圖示意(省略部份細節)，如下

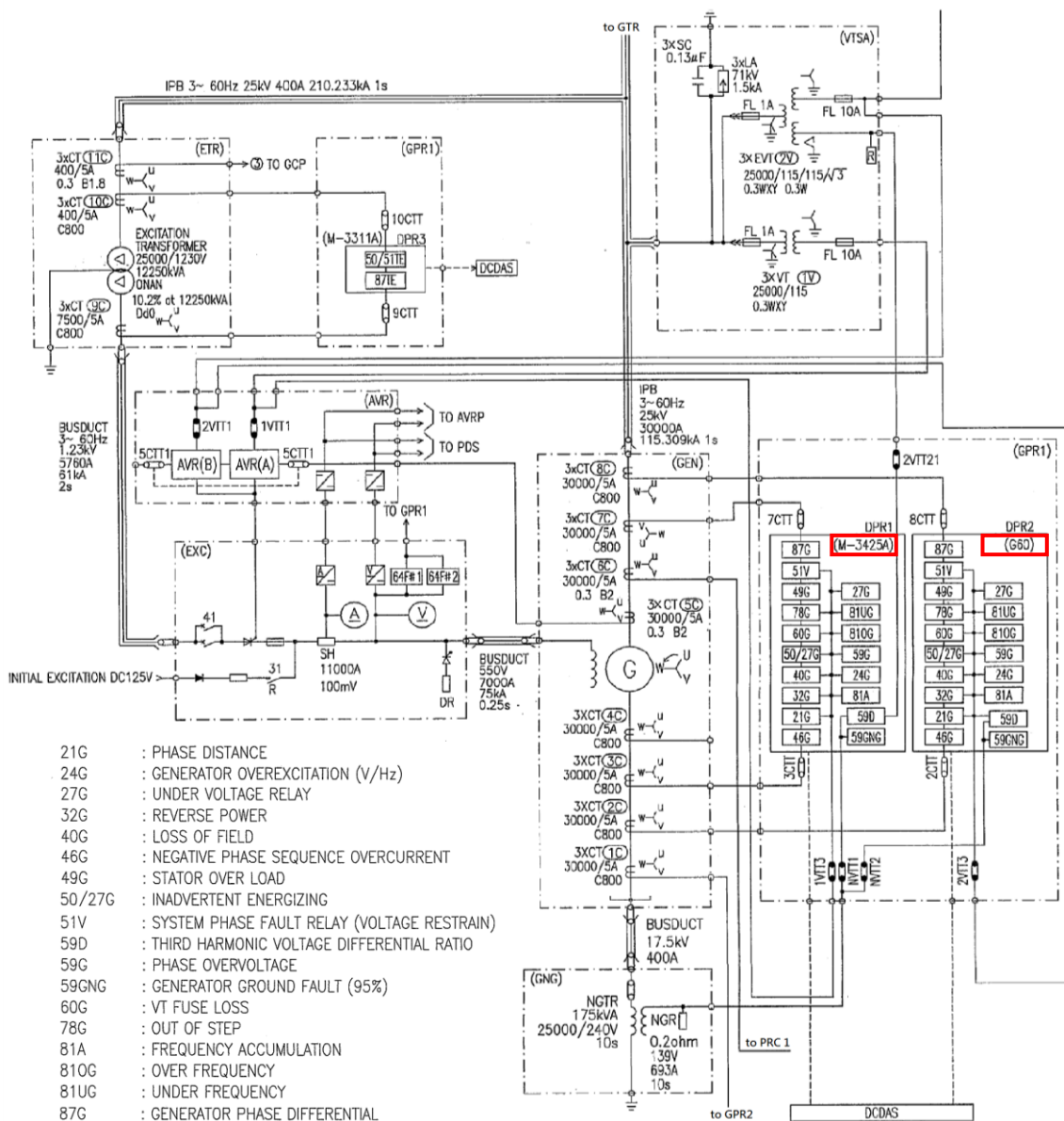


圖 3-1 林口發電廠發電機保護電驛單線圖

發電機保護電驛訊號來源，在電流訊號方面，BECKWITH M-3425A 及 GE G60 在發電機 2 端 3 相電流各自使用 1 組 CT，如圖 3-2。在電壓訊號方面，發電機端電壓一樣使用各別 VT，如圖 3-3。而在高阻抗接地電壓訊號則是使用同一訊號源。

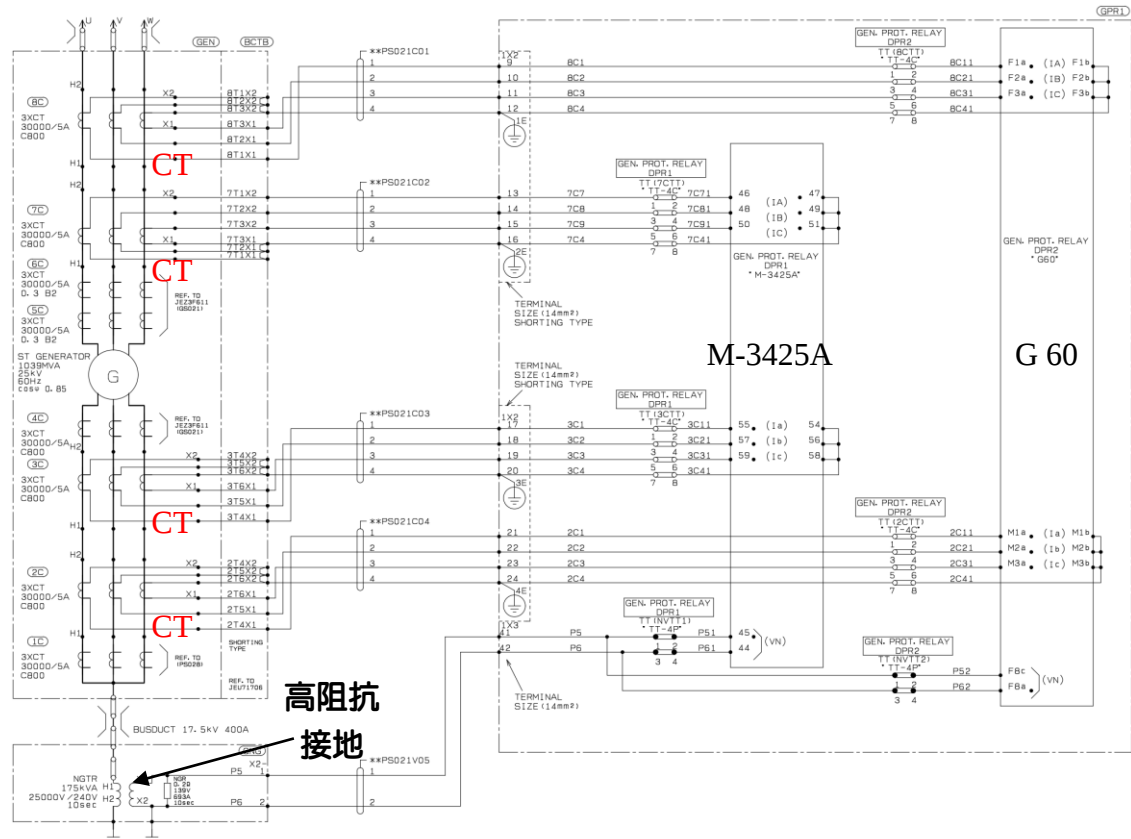


圖 3-2 保護電驛 CT 及高阻抗接地接線圖

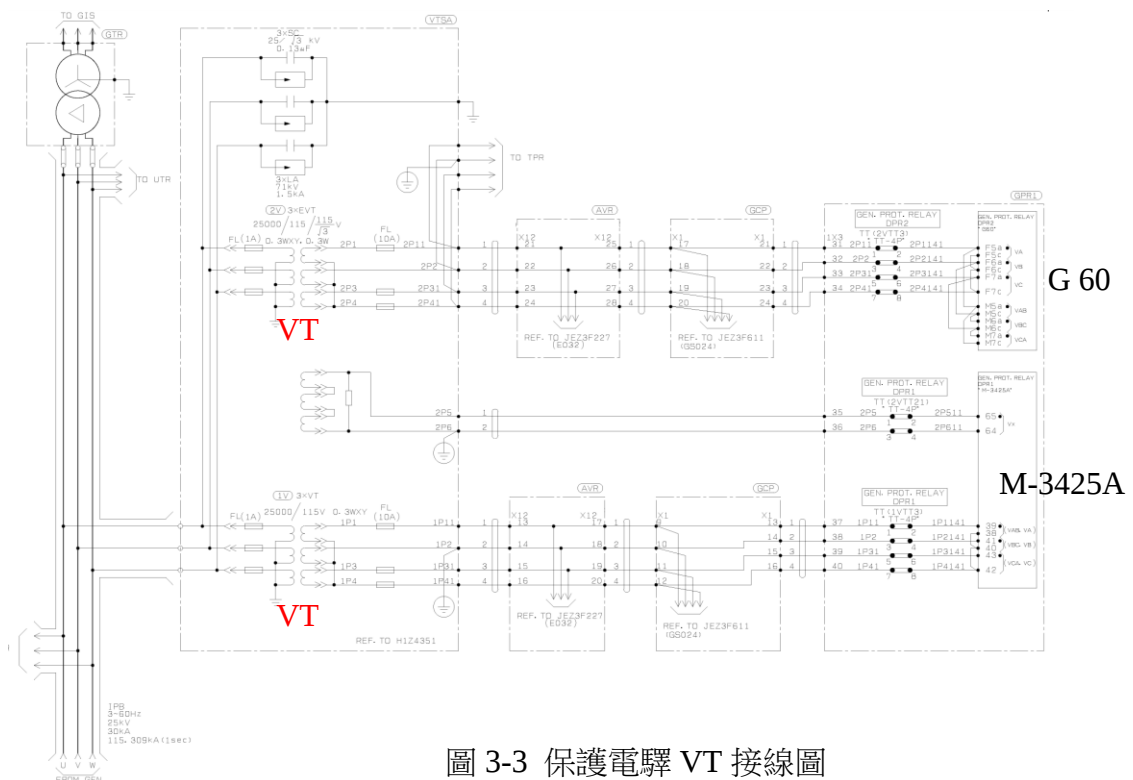


圖 3-3 保護電驛 VT 接線圖

發電機保護電驛邏輯設計如圖 3-4，圖 3-4 為 BECKWITH M-3425A 的保護邏輯，GE G60 使用相同的邏輯。M-3425A 部份電驛功能對應到 86(LOCKUP RELAY) GA，另一部份對應到 86 TA，86 TA、86 GA 則分別對應到不同的跳機程序，如表 3-1。

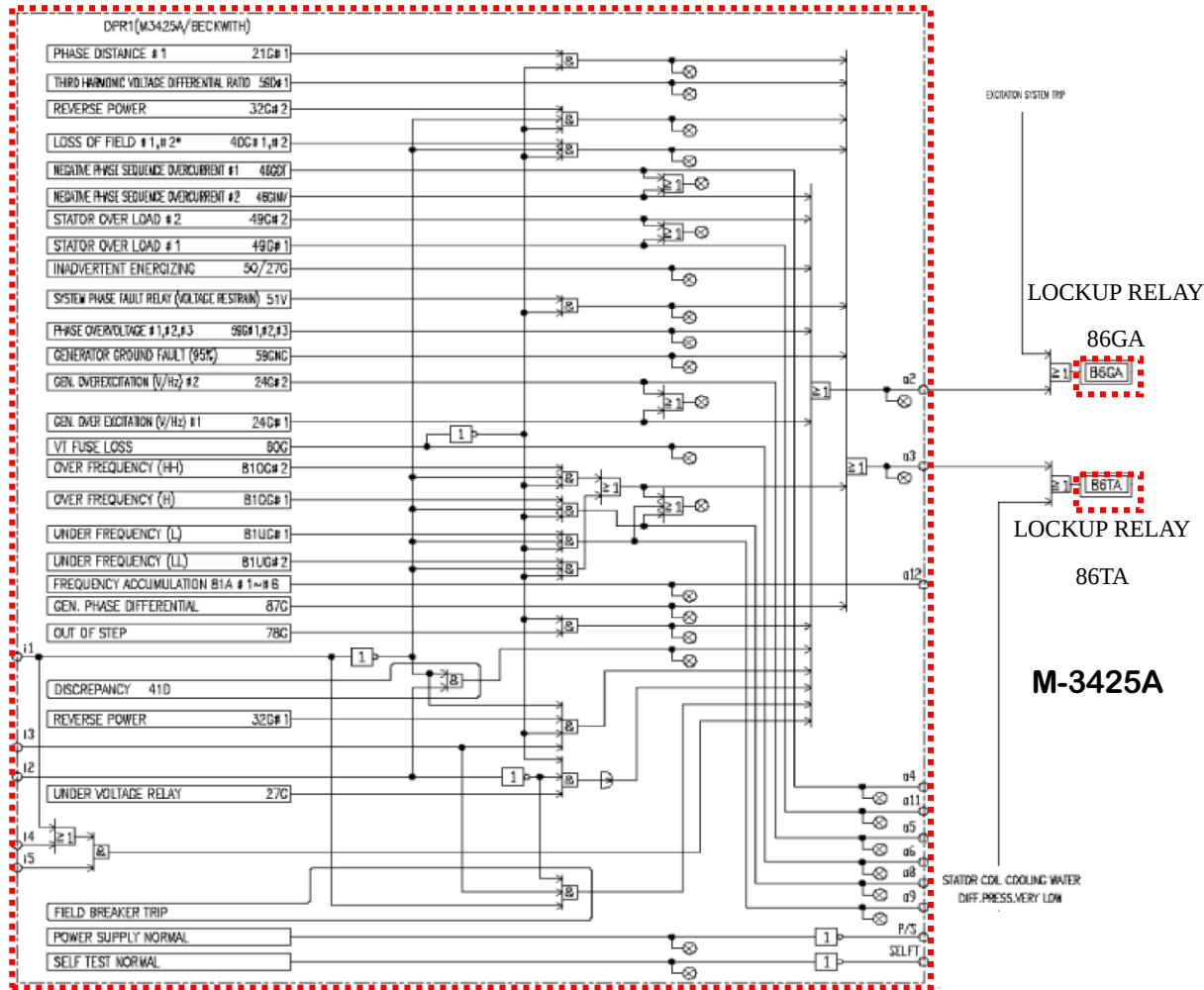


圖 3-4 發電機保護電驛邏輯圖

各電驛功能對應動作簡表如下：

Description	Device No.	Alarm	Lock-out relay		
			86G ⁺	86T ⁺	86U ⁺
PHASE DISTANCE	21G				
GENERATOR OVER EXCITATION(V/Hz)	24G	○	○		
UNDER VOLTAGE RELAY	27G		○		
REVERSE POWER	32G		○	○	
LOSS OF FIELD	40G			○	
NEGATIVE PHASE SEQUENCE OVERCURRENT	46G	○	○		
STATOR OVER LOAD	49G	○	○		
INADVERTENT ENERGIZING	50/27G		○		
SYSTEM PHASE FAULT RELAY (VOLTAGE RESTRAIN)	51V			○	
THIRD HARMONICS VOLTAGE DIFFERENTIAL RATIO	59D			○	
PHASE OVERVOLTAGE	59G		○		
GENERATOR GROUND FAULT(95%)	59GNG			○	
VT FUSE LOSS	60G	○			
OUT OF STEP	78G		○		
FREQUENCY ACCUMULATION	81A	○			
UNDER/OVER FREQUENCY	81UG/OG	○		○	
GENERATOR PHASE DIFFERENTIAL	87G			○	

表 3-1 保護電驛跳脫程序對應表

肆、西門子保護電驛介紹

一、歷史

西門子公司於 1847 年創立，歷史悠久業務範圍廣泛，電力事業一直是其核心事業之一。電驛領域方面西門子也投入的很早，從一開始的電磁電驛開始至今已有百年歷史，下圖為西門子電驛發展簡史。本次參訪西門子，西門子公司也特別強調其電驛品質深受客戶信賴，在電驛行業中銷售額、利潤皆位於領先群並不斷投入資源研發，可預期西門子在電驛行業仍能存在久的時間，短時間內並無變孤兒電驛的可能。

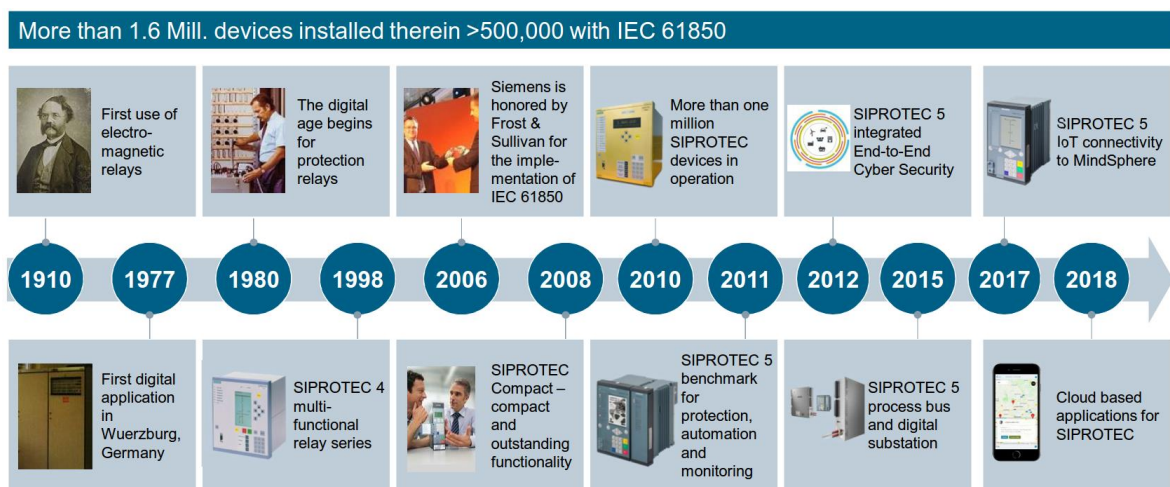


圖 4-1 西門子保護電驛發展大事紀

二、硬體架構

西門子電驛有模組化及非模組化電驛 2 種，如發電機保護電驛等較為複雜的保護可選用模組化設計。模組化電驛是由 4 種模組搭配組合而成，分別為主電驛模組(Base Modules)、擴充模組(Expansion Modules)、面板(Operation Panels)及插入模組(Plug In Modules)。組裝電驛，首先依不同的用途需選用不同的主電驛模



圖 4-2 西門子主電驛模組型號

組，如圖 4-2 列出幾種常用電驛型號。主電驛可獨立運作具備最基本功能，選定主電驛模組後在依現場需求加裝擴充模組，如通訊模組、電源模組、輸入接點模組、輸出接點模組、按鈕(可程式)模組等。其後在依需求選擇電驛配合的面板，最後主電驛及

部份擴充模組背板有供插入模組擴充空間。

三、模組簡介

圖 4-3 為一個主電驛(Base Modules)的正視圖及背視圖，其正面為控制面板，具有電驛狀態燈、螢幕顯示器、16 個狀態指示燈(雙色 LED)、RESET/燈號測試鈕、方向鍵、數字鍵、USB 插孔、指令確認鍵等。

主電驛背面則為電流、電壓輸入、插入模組擴充槽、電池更換孔、COM PORT、網路孔等。電流輸入及電壓輸入端子由彈力扣環固定，如需更換電驛本體時可直接由端子台脫離(CT 端子台脫離電驛本體時自動短接線路)，而不需進行每條線拆線作業。主電驛側面為擴充模組連接埠，可與其他擴充模組連接埠進行連接。

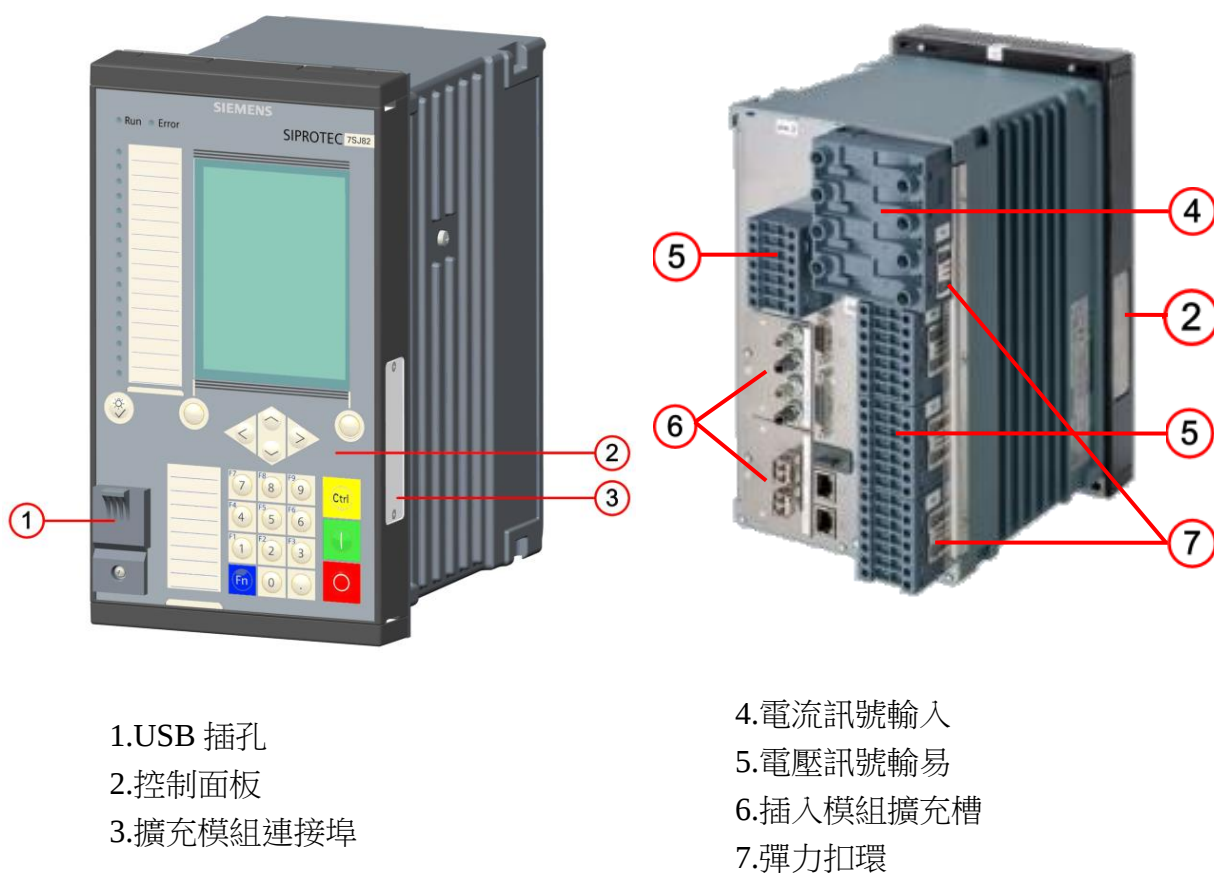


圖 4-3 主電驛模組正視及背視圖

四、擴充模組

主電驛最多可串接 9 個擴充模組及 1 個電源擴充模組，在組合時需遵守一些基本規則，如主電驛模組需放置於第 1 排最左邊，電源模組放置於第 2 排最左邊，控制面板無顯示燈、控制鈕的放置於最後等等。

圖 4-4 為電源擴充模組背視圖，其組成為一個電源輸入點，附帶 3 組插入模組擴充槽。插入式模組擴充槽也不是所有的模組都能插入使用，以本圖型號 CB202 的電源模組為例，其中 1 組模組擴充槽為訊號轉送器 (measuring-transducer) 專用，另外 2 組為雙用型，可以使用訊號轉送器或通訊型插入型模組。

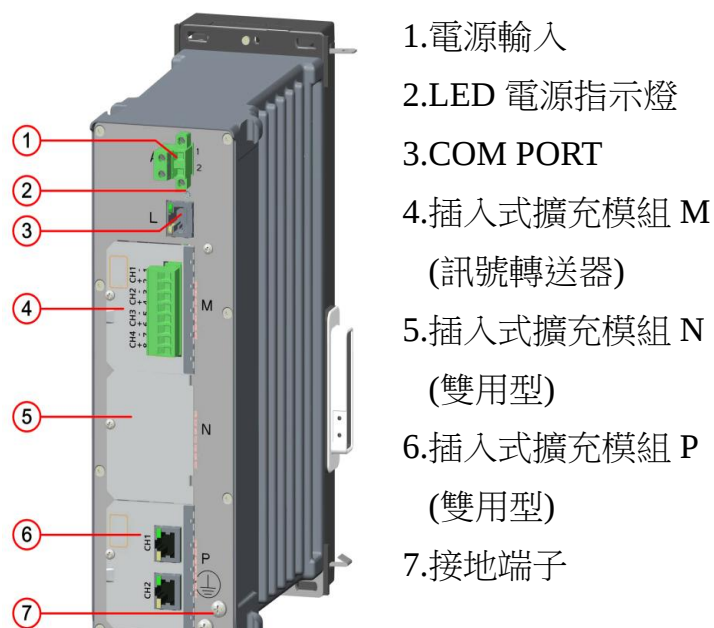


圖 4-4 電源擴充模組背視圖



圖 4-5 擴充模組連接方式示意圖

主電驛及擴充模組組合方式，如圖

4-5，電驛側面靠後有定位卡榫，前方上部使用連接片及螺絲固定，前方下部則使用快速插銷，擴充模組的添加十分簡便、快速，而擴充模組間組合方式使用相同方式。

西門子的模組可輕易安裝於 19 吋標準機櫃，機櫃一列可分為 6 個槽位，主電驛使用 2 個槽位空間，一般的擴充模組通常使用 1 個槽位空間，意即一列可安裝 1 個主電驛及 4 個擴充模組，如需使用超過 4 個擴充模組，可組立第 2 列，其連接方式如圖 4-6。



圖 4-6 第二列擴充模組連接方式示意圖

五、面板

佔 2 個槽位的有幾種型式，可依現場需求使用，圖 4-7 介紹 3 種不同型式。第一種為全螢幕，型式如圖 4-7 最左方面板。第二種為小螢幕，型式如圖 4-7 中間面板。第三種為簡單型，如圖 4-7 最右方面板，只有 LED 狀態顯示燈。

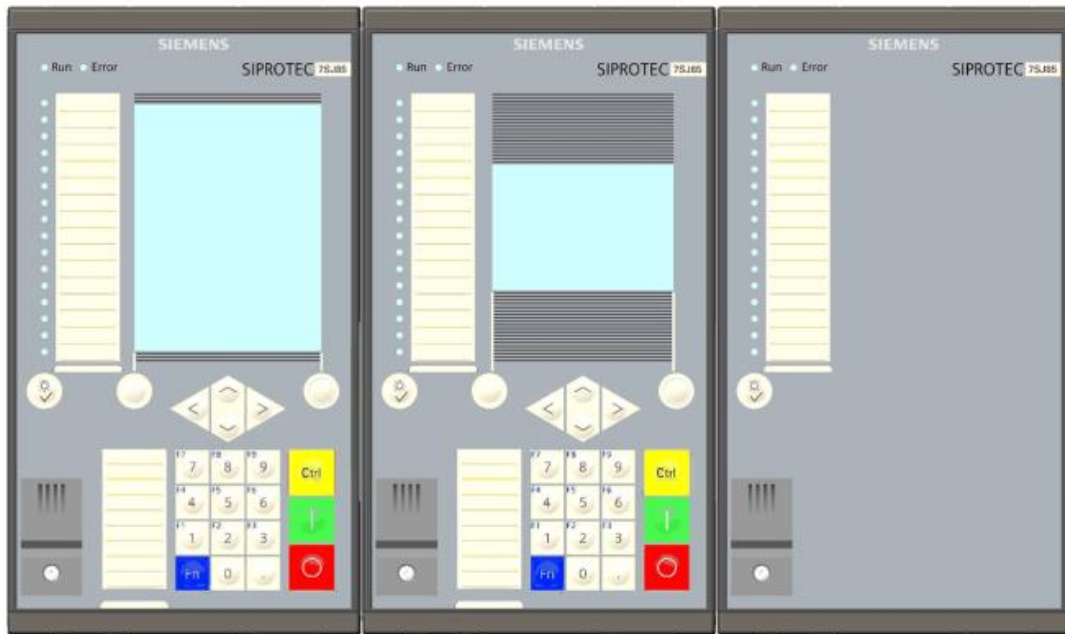


圖 4-7 面寬 2 槽位面板

擴充模組面板通常為單槽寬度，如圖 4-8。其最左方的有 16 個狀態顯示燈，附加 2 個鑰匙開關，其中一個開關是 LOCAL/REMOTE 開關，另一個開關是連鎖控制開關，鑰匙開關面板在組裝時放置於主電驛右側第 1 槽位。再右是一般的狀態顯示面板，一樣有 16 個狀態顯示燈但無鑰匙開關。圖 4-8 右 2 則是無狀態顯示及按鈕的面板，在組裝電驛時此類面板的通常會置於最後方。而最右方面板設有 8 個自定功能按鈕及 8 個 LED 狀態顯示，按鈕面板 1 電驛只能有 1 個，通常置於鑰匙開關右側第 1 槽位。

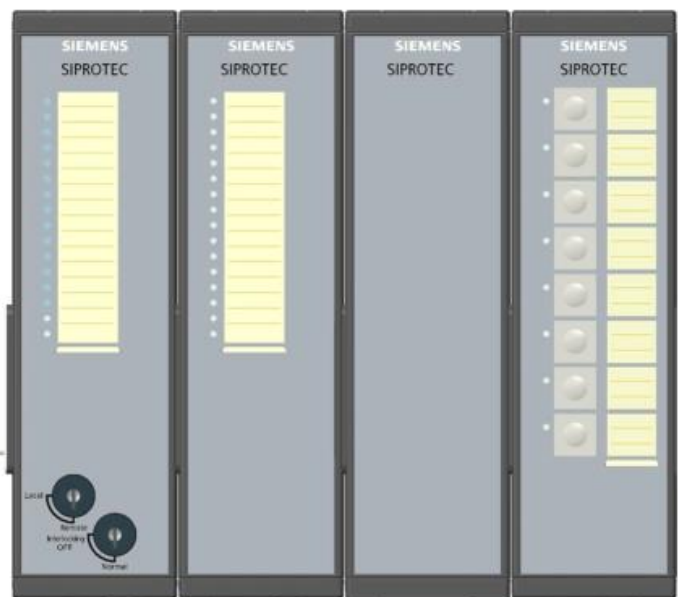


圖 4-8 面寬 1 槽位面板

六、插入式擴充模組

插入式擴充模組主要可分為 4 種，第一種是序列通訊(Serial communication)模組，第二種是網路通訊(Ethernet)模組，第三種是訊號轉送器(Measuring-transducer)模組，第四種是斷路器電弧偵測器模組。



圖 4-9 插入式擴充模組

序列通訊模組及網路通訊模組在依通訊距離、線路種類、數量等需求在細分幾個系列，其編碼模式如下表。

模組	識別碼	線路種類、數量	說明
序列通訊 USART	xx	yEL	電路傳輸
	xx	yFO	短距離光纖傳輸
	xx	yLDFO	長距離光纖傳輸
網路通訊 ETH	xx	2EL	電路傳輸
	xx	2FO	光纖傳輸
訊號轉送器 ANAI	CA	4EL	訊號轉送器
電弧偵測器 ARC	CD	3FO	電弧偵測器
備註	1.xx 為識別碼，每一個插入式擴充模組都有其惟一的識別碼。 2.y 為線路數量，USART 模組有 1 迴路及 2 迴路可選，其他種類模組迴路數量為固定值。 3.線路種類代碼，EL:電路傳輸、FO:光纖傳輸、LDFO:長距離光纖傳輸。 4.模組型號範例:USART-AC-2EL，為 2 埠 RS485 序列通訊模組，模組識別碼為 AC(實體為 RJ45 槽，連接線依原廠說明製作)。		

表 4-1 插入式擴充模組編碼規則表

七、硬體架構比較

Beckwith M-3425A 及 GE G60 的安裝條件如同西門子電驛皆為 19 吋機櫃標準大小，也是採用模組化設計，惟其架構略有不同。

Beckwith 公司 M-3425A 可以選用人機界面模組、動作指示燈模組、電源輸入模組等，如人機界面模組與本廠另



一變壓器保護電驛使用相同模組，如圖 4-10。

圖 4-10 Beckwith M-3425A 正視圖

GE 公司電驛有不同型式可供選擇，林口電廠使用的面板如圖 4-11，為加強型面



板，面板下方可選用可程式按鈕。

GE 電驛可由正面打開，其內部依功能採用插卡式模組，分工很細，如 CPU、電源等都有單獨的卡片，不同的電驛差異只在內部卡片及軟體設定。

綜觀三家不同公司的電驛設計方式，可以發現數位電驛整體趨勢為採用模組化設計，以期降低成本及庫存壓力。

圖 4-11 GE G60 正視圖

八、軟體設定

西門子最新一代保護電驛為 SIPROTEC 5，其電驛功能的達成完全採用微晶片數位控制，電驛的輸入、輸出接點不論是數位訊號或類比訊號皆與內部控制迴路隔離，內部控制迴路如同小型電腦具備高度彈性。一個全新的專案在未實際購置電驛前，可以先透過 DIGSI 5 先行設定各電驛參數並進行模擬測試，降低後續錯誤採購的風險，設定方式簡介如下：

首先，西門子的軟體設定如硬體般採用模組設定，方便工程人員快速設定。可依保護的設備選定使用的電驛，每種電驛有針對不同狀況預先設定的應用樣板 (Application Template) 可供選用。

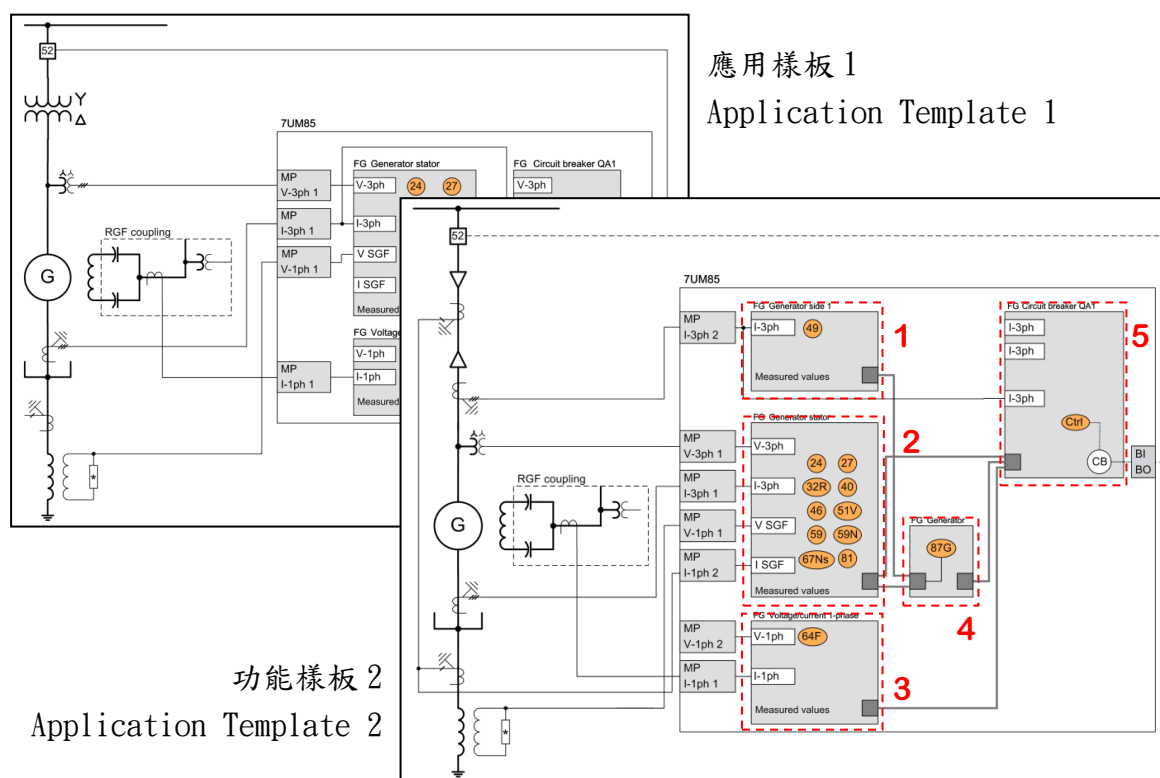


圖 4-12 SIEMENS 7UM85 應用樣板結構圖

以發電機保護電驛 7UM85 為例，有 5 種預設應用樣板，圖 4-12 展示其中 2 種。樣板 2 含有 5 個功能群組(FG: Function Group)，應用樣板的選用僅為快速建置使用，功能群組可依實際需求進行增刪，使用者也能自訂常用的應用樣板。

主要設備會有其功能群組，如線路、斷路器(每顆各有 1 群組)、發電機定子等。使用功能群組的概念，而非各別功能的建置，其目的在於同群組可共享 VT/CT 輸入、

輸出接點、與其他功能群組交換資料點等以便快速設定，如 FG: Generator stator 功能群組新增 1 個保護功能，使用者不需重新指定其電壓、電流訊號來源及動作訊號輸出點，系統將直接使用指定給該群組的訊號點。建置上功能群組也能進行複製功能，如新建斷路器功能群組可以複製已設定之群組再進行修改，降低建置時間。

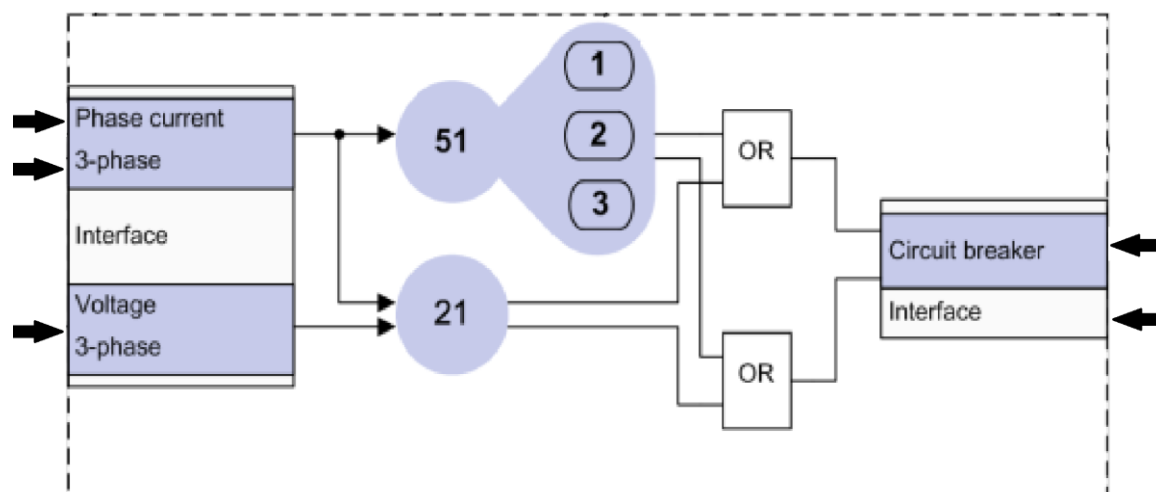


圖 4-13 線路保護功能群組內部控制範例

圖 4-13 展示 1 個線路保護功能群組內部控制範例，左側為 VT/CT 等訊號輸入源，右側為與其他群組交換訊號，功能群組內能作各功能(FUNCTION)設定及各功能間的邏輯控制。

功能(FUNCTION)如同傳統 1 顆顆的電磁型電驛，每個功能有著不同的保護功能。過電流電驛 51、頻率保護電驛 81 等電驛功能可在細分為幾個 STAGE，依電流大小或頻率高低觸發不同的後續控制條件。

設定各電驛功能的參數後，DIGSI 5 可以生成相關圖示，方便使用者確認設定區間，圖 4-14 為測距電驛 21(DISTANCE)可設定之參數圖說，圖 4-15 為設定完成後由系統生成之保護區間圖示。

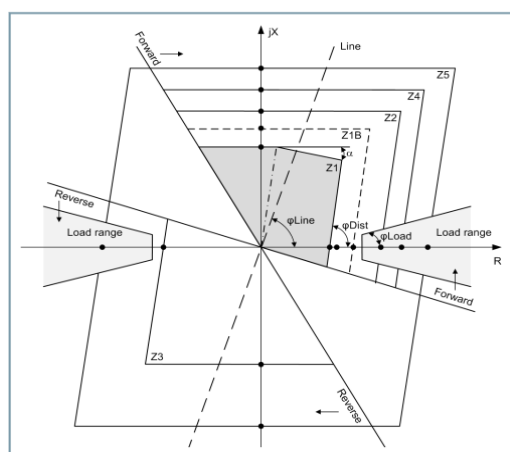


圖 4-14 測距電驛參數設定圖說

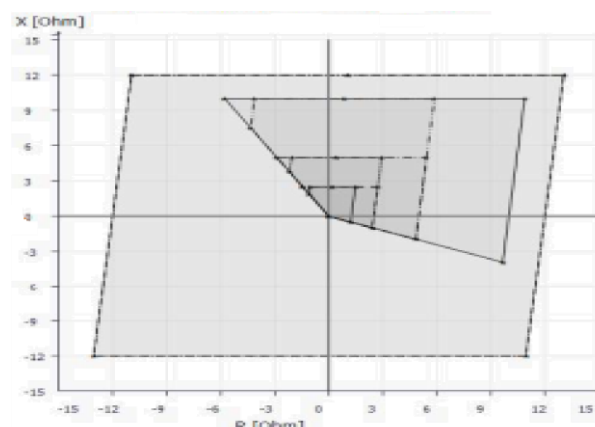


圖 4-15 測距電驛保護區間圖示

SIPROTEC 5 可以藉由 CFC(Continuous Function Chart)建構額外的功能，CFC 主要使用在連鎖功能、故障指示、建立新的指標。

同樣的，CFC 可由圖型化介面建置，主要由模塊(Block)及連接線(Connectors)組成。因資源有限，在建置前需先了解各功能需要的反應時間，CFC 將反應時間分為 4 種，第一種為事件觸發快速反應(Fast Event-Triggered)，有最高的優先權，來源訊號變動時，立刻進行計算、反應，擁有打斷其他正在計算的層級的權力，所需時間大約在 2~3ms，最大不超過 5ms。第二種為事件觸發(Event-Triggered)，擁有次高的優先權，計算中可能被第一種打斷，在可能被打斷的情況下，所需的時間大約在 10ms。第三種為量測等級(Measurement)，500ms 更新資料一次。最後是連鎖等級(Interlocking)，其權限最低可被其他層級打斷。模塊可以隨意指定其反應速度等級，但並非所有模塊皆指定為最高就能都以 5ms 以下的速度反應，DIGSI 5 有資源確認界面可供參考，如圖 4-16

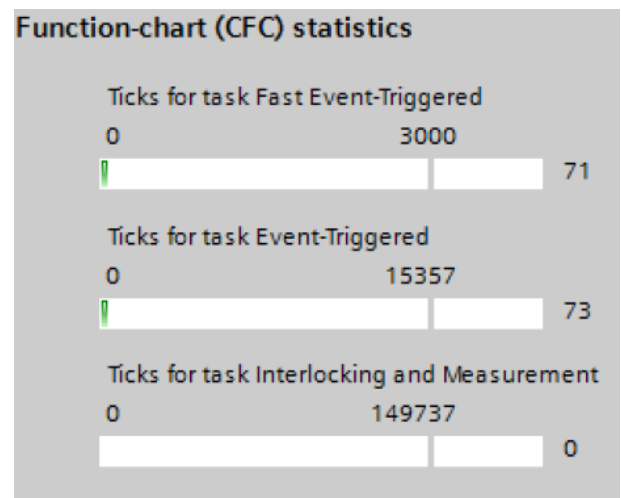


圖 4-16 保護電驛資源確認

模塊間連接的方式在圖型化界面中建置是十分容易及直覺式的，圖 4-17 展示將一個且閘(AND)模塊輸出接到布林函數(BOOLIN)模塊輸入的圖面，系統有防呆設計，且閘輸出端可接續的位置會呈現綠色狀態。



圖 4-17 CFC 模塊連接圖

模塊可支援的訊號類型如下表

訊號源	Directional Protection-Activation Information (ACD)
	Protection-Activation Information (ACT)
	Controllable Analog Process Value (APC)
	Binary Counter Reading (BCR)
	Binary Controlled Step Position Information (BSC)
	Complex Measured Value (CMV)
	3-Phase Measured Value Delta Connection (DEL)
	Controllable Double Point (DPC)
	Double-Point Indication (DPS)
	Enumerated Status Health (ENS)
	Controllable Integer Status (INC)
	Integer Status (INS)
	Measured Value (MV)
	Enumerated Setting Controllable (ENC)
	Controllable Single Point (SPC)
	Single-Point Indication (SPS)
設定值	3-Phase Measured Value Y Connection (WYE)
	Analog Setting (ASG)
	Enumerated Status Setting (ENG)
	Integer Status Setting (ING)
	Single-Point Setting (SPG)

表 4-2 CFC 模塊支援資料型式

模塊輸入資料型式及可接受訊號類型對照簡表，如下

模塊輸入資料型式	可接受訊號類型	說明
BOOL	SPS	0 or 1
DINT	MV, INS, BCR, ING, ASG	32 位元整數(SIGNED)
UINT	INS, ING	16 位元整數(UNSIGNED)
ENUM	ENC, ENS, ENG	列舉值
REAL	MV, ASG	浮點數 32 位元

表 4-3 CFC 模塊資料型式及訊號型式對照表

CFC 的核心，模塊的型式數量太多無法一一列舉，依類型可分為以下幾種，如

表 4-4

Arithmetic	Arithmetic with status	Compare
Control	Conversion	Edge detect
Flip-flops	Logical	Logical with status
Non-linear	Persistency	Selection
Timer and Counter	Other	

表 4-4 CFC 模塊分類表

模塊的結構，可以從幾個例子看出，表 4-5 顯示 Arithmetic 底下其中 1 種加法

模塊 ADD_D

ADD_D	NAME	資料類型	預設值	說明
Inputs	IN1	DINT	0	被加數
	IN2	DINT	0	被加數
	IN3	DINT	0	被加數
	IN4	DINT	0	被加數
Output	Y	DINT	-	$Y=IN1+IN2+IN3+IN4$

表 4-5 ADD_D 模塊結構

表 4-6 顯示 Compare 底下的模塊 GE_D 結構

GE_D	NAME	資料類型	預設值	說明
Inputs	IN1	DINT	0	輸入 1
	IN2	DINT	0	輸入 2
Output	OUT	BOOL	0	1 若 $IN1 \geq IN2$ 0 若 $IN1 < IN2$

表 4-6 GE_D 模塊結構

或是數值轉換模塊如 NL_LZ 模塊，如圖 4-18 及表 4-7

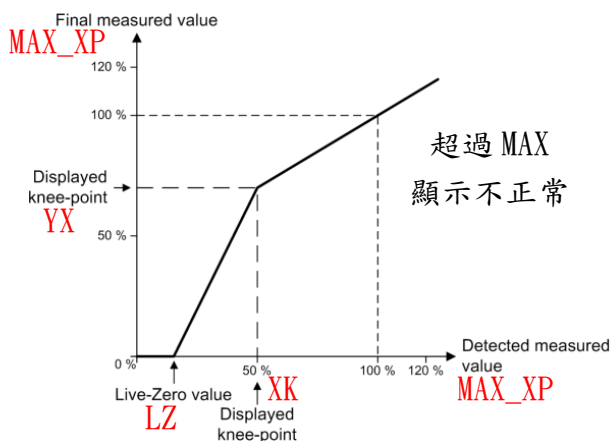


圖 4-18 NL_LZ 模塊設定示意圖

NL_LZ	NAME	資料類型	說明
Inputs	IN	STRUCT	輸入
	LZ	REAL	如左圖
	XK	REAL	如左圖
	YX	REAL	如左圖
	MAX_XP	REAL	如左圖
	MAX_YP	REAL	如左圖
Output	OUT	STRUCT	輸出值

表 4-7 NL_LZ 模塊結構

八、DIGSI 5 操作介面

SIPROTEC 5 保護電驛的設定、測試、維護等功能，可透過個人電腦上(PC)的 DIGSI 5 軟體實現，DIGSI 5 的介面如圖 4-19

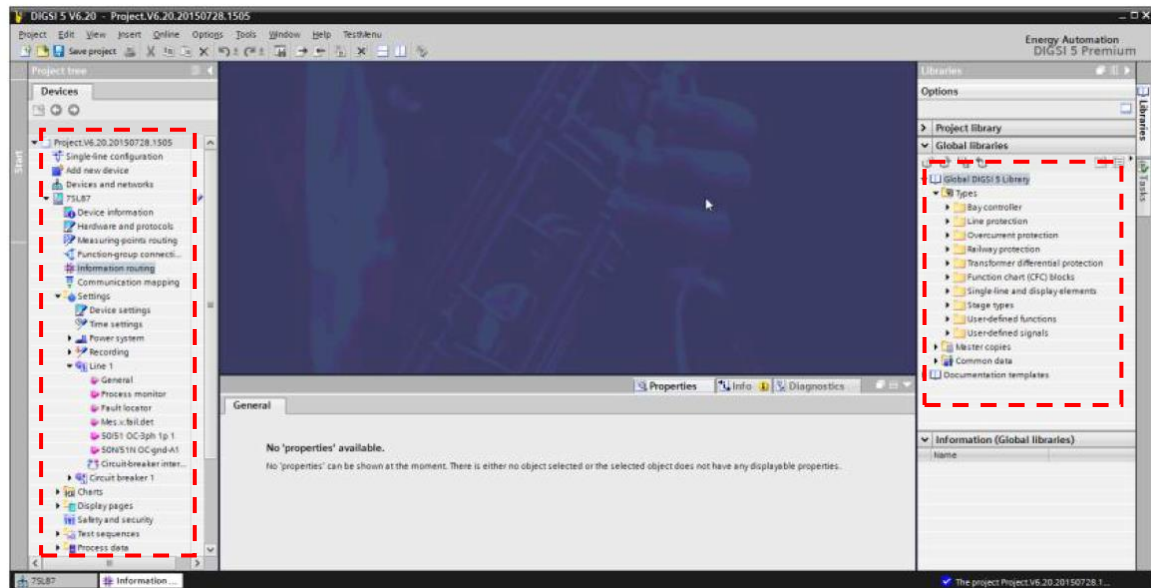


圖 4-19 DIGSI 5 主畫面

左邊可以目前電驛各功能設定值選單，可以檢查、修改各功能參數，右邊為功能欄可用來新增所需功能。

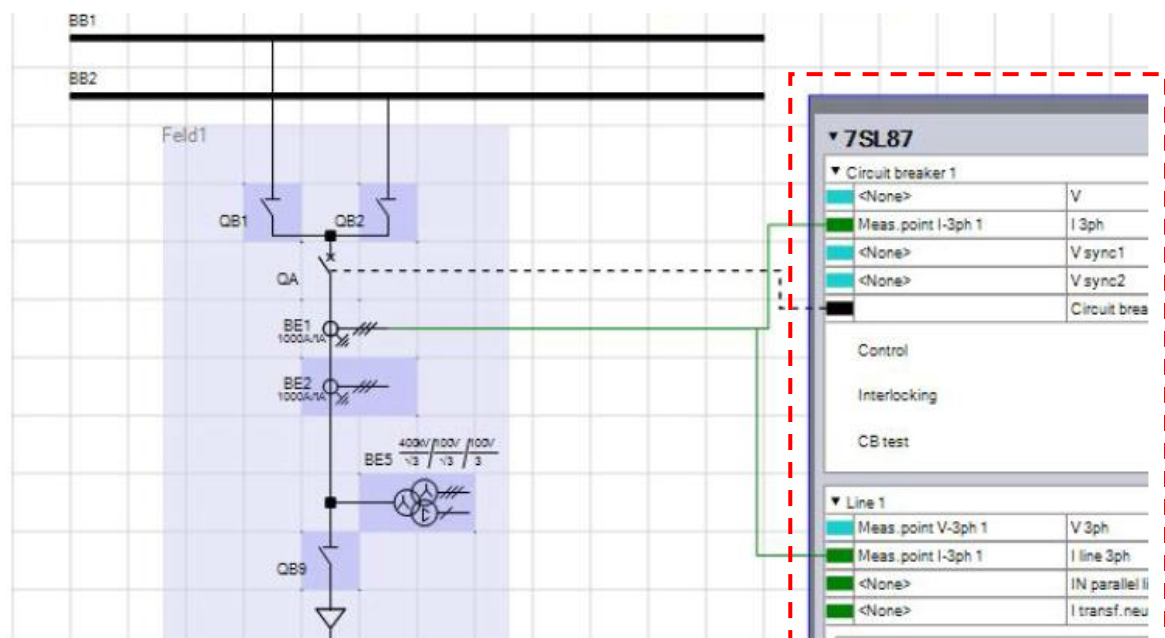


圖 4-20 DIGSI 5 單線圖功能使用畫面

DIGSI 5 具有圖控單線圖介面，從功能欄直接拖曳相關圖例，可以規畫整個系統架構，方便使用者考量多顆電驛保護範圍協調及相關接線方式。單線圖介面整合實際電驛功能設定，點擊個別電驛即可進行內部功能設定、修正。

DIGSI 5 上規畫電驛實體介面時一樣採用圖控介面，選用應用樣板(Application Template)時，會自動設定所需相關介面，亦可以由左側的功能欄拖曳擴充模組、插入式擴充模組、面板等進行修正，如圖 4-21

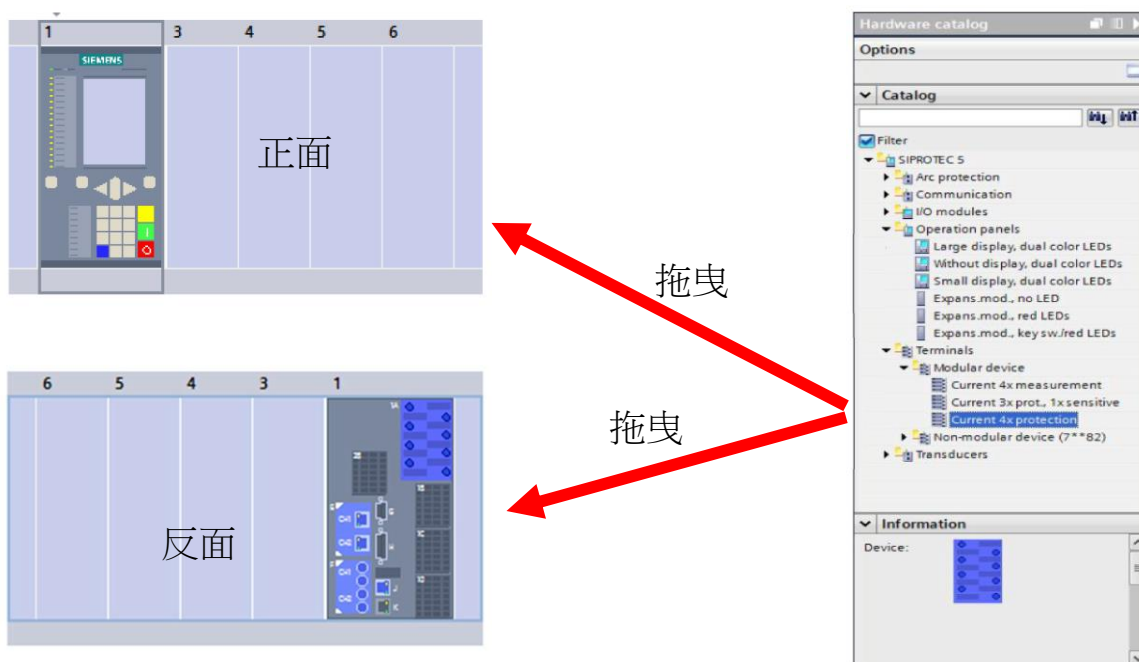
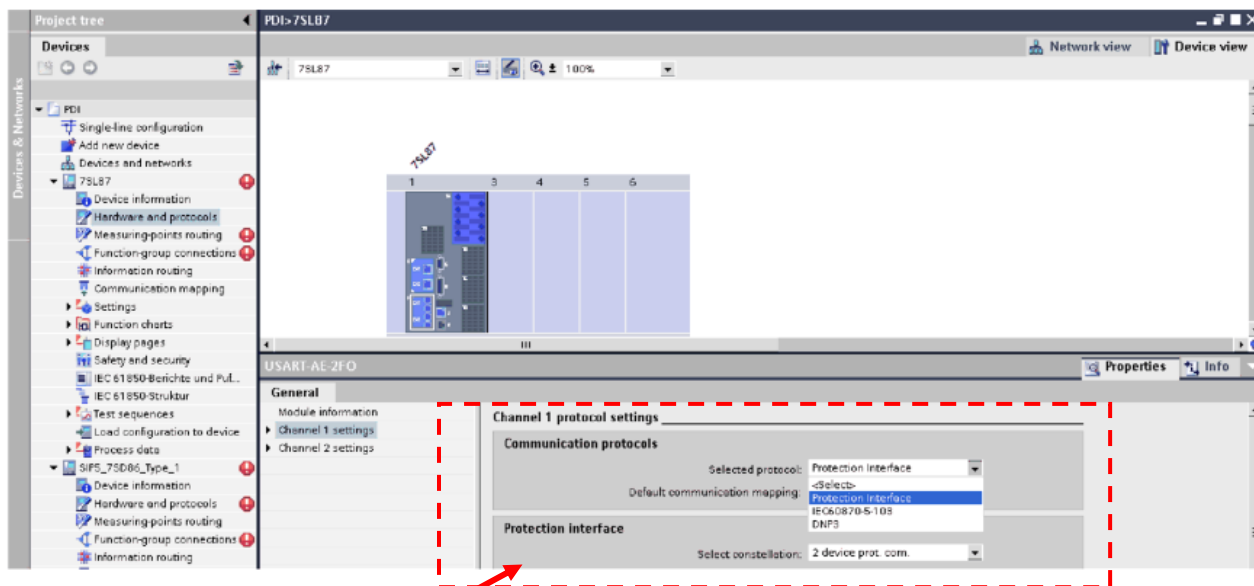


圖 4-21 DIGSI 5 單線圖功能使用畫面

由圖控介面點擊相關元件，如電流輸入模組、通訊模組等，可以進行各元件的細部設定，如圖 4-22



各元件選單式功能設定

圖 4-22 DIGSI 5 各硬體元件功能設定畫面

使用 DIGSI 5 建置電驛保護系統，不但有各種模組可供使用，也能使用複製功能，使用已建立的資料來快速建置新的資料。如圖 4-23 所示，可複製範圍非常廣泛，大到整顆電驛資料複製，小到通訊模組設定皆可在圖控畫面，使用複製、貼上功能，以降低系統開發者工作量。複製的資料會自動進行相關匹配作業，DIGSI 5 有數值比對功能，方便分析、除錯作業。

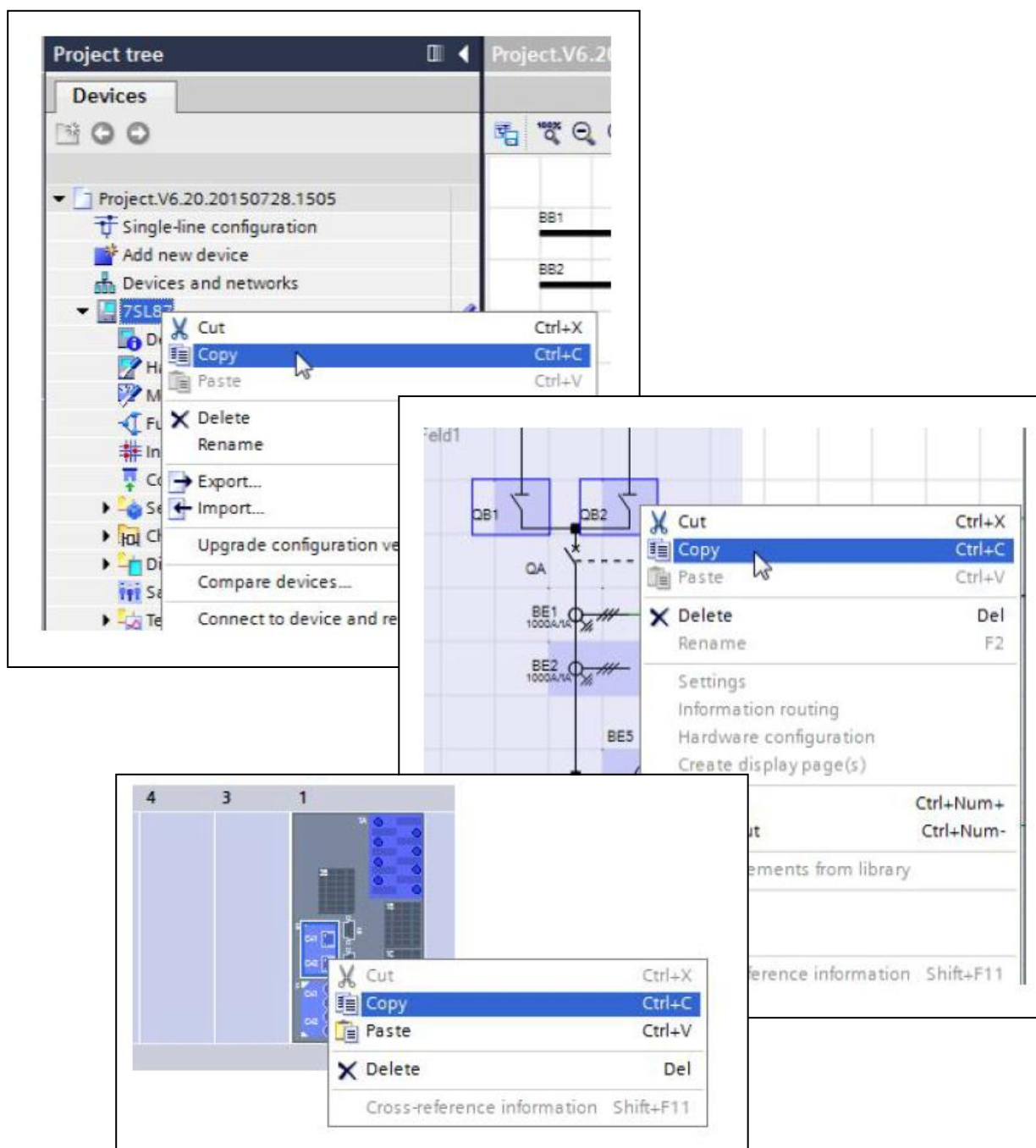


圖 4-23 DIGSI 5 複製功能

九、網路瀏覽器(Web Brower)界面

現今許多設備在使用者進行簡易設定時不再需要安裝對應程式，而是採用網路瀏覽器(Web Brower)，其好處在於簡便，用戶不需要載入特定程式及確認軟體版本是否支援，功能雖少卻深受工程師喜愛。

為了確保足夠的系統安全性，SIPROTEC 5 可各別設定每一網路孔的權限，舉例來說，現場連線的網路孔開啟修改功能，而遠端連線用網路孔則只有閱讀功能，相關界面如圖 4-24

The screenshot displays the SIPROTEC 5 web browser interface. At the top right, a 'Log on to device' dialog box is open, prompting for 'User name' (with a red '登入' label), 'Password', and 'Language' (set to 'en-US'). The main menu, labeled '主畫面' in red, includes sections for 'Device' (SIPROTEC 5), 'Engineering' (Settings), 'Monitoring' (Logs), and 'Measurements' (Operational values, Function values, Statistics). A red dashed box highlights the 'Terminal assign' section, which contains 'Binary inputs', 'Binary outputs', and 'LEDs'. Red arrows point from these sections to detailed configuration tables below.

Binary inputs configuration table:

Type	No.	Terminal	Routing	Value
Binary input#	1.1	D11-D9	Circuit break	
Binary input#	1.2	D12-D10	Circuit break	
Binary input#	1.3	D11-D13	Circuit break	
Binary input#	1.4	D12-D14	Circuit break	
Binary input#	2.1	B11-B12	Circuit break	
Binary input#	2.2	B11-B14	Circuit break	
Binary input#	2.3	B11-B13	Circuit break	

LEDs configuration table:

Type	No.	Terminal	Routing	Value
LED#	1.1		Transformer side 1.Group indicat. Pickup phs A - [L]atched	off
			Transformer side 2.Group indicat. Pickup phs A - [L]atched	off
			Transformer diff. 1.Group indicat. Pickup phs A - [L]atched	off
LED#	1.2		Transformer side 1.Group indicat. Pickup phs B - [L]atched	off
			Transformer side 2.Group indicat. Pickup phs B - [L]atched	off
			Transformer diff. 1.Group indicat. Pickup phs B - [L]atched	off
LED#	1.3		Transformer side 1.Group indicat. Pickup phs C - [L]atched	off
			Transformer side 2.Group indicat. Pickup phs C - [L]atched	off
			Transformer diff. 1.Group indicat. Pickup phs C - [L]atched	off

Red annotations include '乾接點輸入' (Dry contact input) pointing to the Binary inputs table and '可程式燈號' (Programmable light signal) pointing to the LEDs table.

圖 4-24 SIPROTEC 網路瀏覽器畫面

十、電驛功能測試

DIGSI 5 有測試模式(Commissioning Mode)可供測試使用，在未實際連線電驛本體時，可以先行進行保護電驛 CFC 邏輯測試。使用者可以自訂各種訊號輸入，如數位訊號輸入、類比訊號輸入或是內部程序狀態等等，且可以建立各種訊號發生順序。在測試時，如同真實訊號輸入，各參數值隨時間變化並且被記錄下來，方便後續分析作業，確保動作正確性。

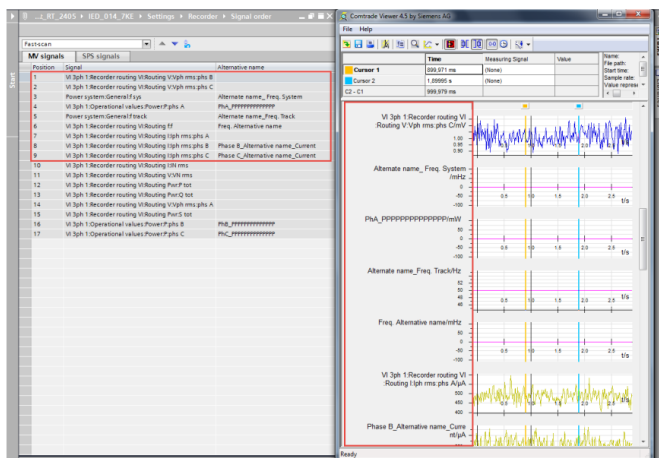


圖 4-25 故障波型記錄

使用 DIGSI 5 測試實體電驛功能時，可以模擬短路電流輸入等多種模式，來測試電驛實際動作情況，測試程序以由 DIGSI 5 介面下指令啟動，也能設定由乾接點觸發，方便複數電驛間連鎖測試。

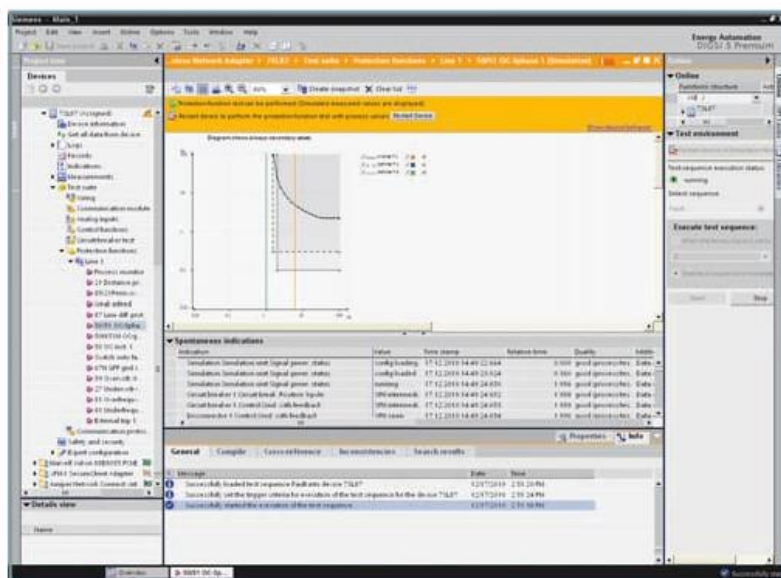


圖 4-26 DIGSI 5 電驛邏輯圖

能使用 DIGSI 5 介面進行的測試的功能很多，不僅限於上述電驛保護功能測試，如 CB 自動復閉、通訊模組功能測試、迴路測試、通訊協定等，大部份的測試皆不需要使用額外的測試儀器

DIGSI 5 允許使用者由圖型化介面去檢示跳脫程序。圖面中顯示電驛各功能設定的跳脫曲線與測試訊號的數值，方便使用者確認測試訊號在跳脫曲線的相對位置，同時可查閱電驛功能 PICK UP 及動作等資訊。

十一、IEC 61850 & MindSphere

傳統電驛保護系統是階層化結構，從現場實體接線到操作人員使用端，因其中可能使用多品牌產品，使整個通訊系統常牽扯大量的協定轉換及配線作業。IEC 61850 是針對此問題發展的
最新國際標準，使不同廠家的產品在保護、監控、量測等方面能夠有一個共同的規範，使用此規範的產品實現互操作性。

圖 4-27 為西門子最新一代的架構與上一代的差異圖示意圖，第 3 代已有 IEC

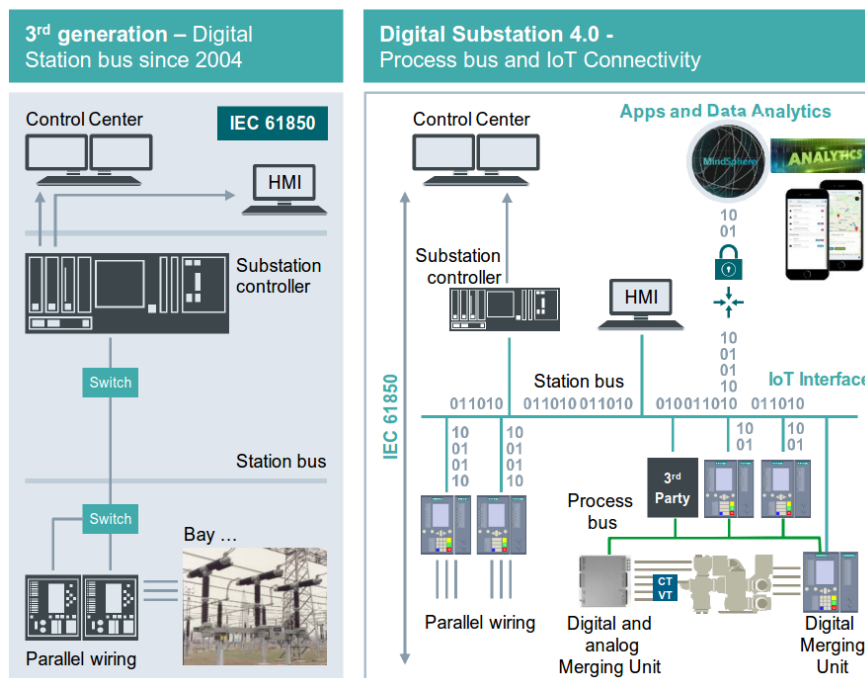


圖 4-27 第三代及最新型電驛傳輸模式

61850 的應用，最新的發展則是分兩方面進行，一方面是向下拓展，不在只是電驛階層以上使用 IEC 61850 的協定，而是更貼近現場設備，量測訊號直接就轉為資料流供整體保護系統使用，如圖 4-28 所示。

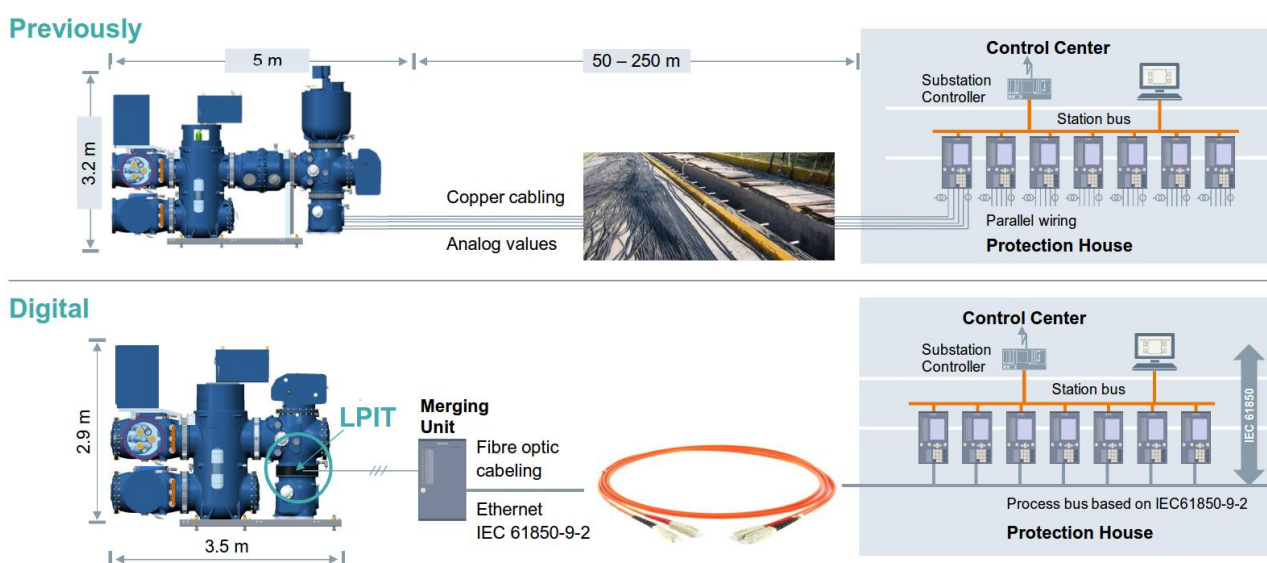


圖 4-28 新舊式電驛配線比較圖

另一方面物聯網、設備資訊數位化及智慧型設備蓬勃發展，其速度是以往無法想像的，西門子對此的回應是建置 MindSphere 的開放式物聯網雲端作業系統。

MindSphere 是跨領域平台，發電事業比較相關的應用為使用手機等設備查看系統狀況、設備盤點、效能分析、線上尋求原廠支援或是其他使用 MindSpere 的同業發表的一些問題解決方案。

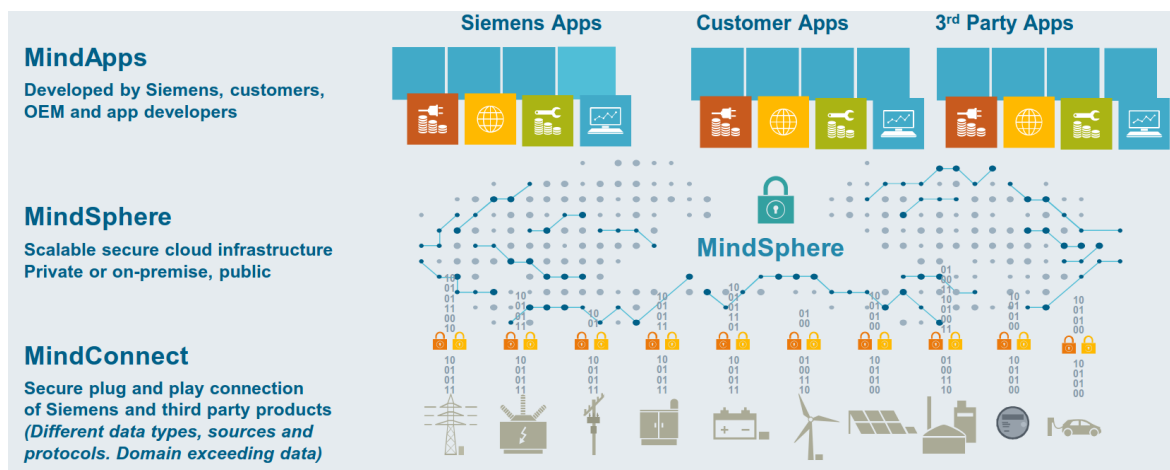


圖 4-29 MindSphere 架構簡圖

伍、工廠參訪

本次參訪 2 個工廠，分別位於柏林及喀斯魯，藉由實地參訪的機會，可以一窺西門子的製作工藝及產線設計理念。

首先，見到的是整潔的工廠環境，喀斯魯是製作控制卡片等設備的廠房，環境理所當然十分乾淨。而柏林製作大型重機件的工廠，以製作重機件的工廠來說，可稱的上十分整潔，表現在兩個部份，其一為對生產流程產生的廢棄物收集，各式廢棄物產生後就有專門的收集槽或收集器，使之不污染廠區環境;另一部份是對生產流程了解並進行優化，生產所用的到的工具櫃、大型機具、堆料區及生產動線等有整體性的考量，呈現結果就是整潔、流暢。

流水線的設計是現代化工廠不可或缺的元素，西門子工廠也不例外。流水線的設計可以將工作拆分的很細，使之變的十分簡單，但相對的也使得現場作業人員感到乏味、無成就感。西門子將流水線拆成多站式，每一站有多種工序，由同一組工作人員共同完成，其理念是相信人的潛力，一個工作滿意度高的工作小組能完成複雜的加工流程，且其出錯率比簡單卻乏味的流水線更低。

最後，高度自動化、高彈性的工廠，喀斯魯的工廠負責生產小量卻多樣化的電子產品。西門子生產多項產品且對客戶有多年不斷料件的承諾，使用傳統製造方式，小量製造成本過高，大量製造又有庫存壓力。喀斯魯工廠解決方式為各式電子產品接單才製造，廠區只儲存基本電子零件如 IC、電路板、電阻、電感等，小量製造降低庫存;開發專用高彈性裝配機台，事先將所有產品料件輸入，接單後全自動化排程製作。產品最後功能確認，這方面較為薄弱無法進行實際燒機測試，只能量測電路板上各焊接點間的數值是否正常。工廠與供應商、客戶緊密配合，客戶端介面下單後，工廠端自動排程製造、測試，工廠端原料的庫存與供應商介接，接單後不足部份直接下單給供應商。電廠同樣面臨多樣化的專用配件庫存問題，與原廠的緊密配合或跨廠合作是可以努力的方向，以期降低整體庫存量。

陸、心得與建議

本次赴 SIEMENS 公司發電機保護電驛實習，是一個很難得的機會，可以與原廠家工程人員交流，也同時藉此機會加強，建立良好的合作關係。本次實習與林口電廠使用廠牌不同，可以多方比較各廠家優缺點，建議未來實習可多去不同廠家參訪。

保護電驛有許多製造廠商如 BECKWITH、GE、SIEMENS、SEL 等等，各廠家的電驛都能達到保護系統的設計要求，功能這部分並無明顯差異，主要差別只在可靠度、庫存料件及系統介面簡易程度。

以台電公司單一廠區來說，使用的各廠家各型號電驛數量不多，縱使有誤跳或保固期內故障情況發生，也難有足夠的樣本進行統計、分析，這部份建議集合全公司的資料進行分析，以得知各廠牌實際狀況。電驛誤跳、故障所造成的損失遠高於保護電驛之設備費用，建議電驛的選用，可將故障率納入參考，明顯偏高的廠商不予採用。

數位電驛採模組化設計可以降低庫存，發電機保護電驛使用數量極小庫存量低，而斷路器等設備使用的電驛數量很多，建議採購時斷路器保護電驛可將模組化設計納入考量。

以電廠來說較少有機會重新建立、設定整個保護電驛系統，保護電驛常用的操作為故障紀錄取出、電驛功能設定值修正。現場連接界面建議有網路線連接或 USB 連接等高速埠，傳統常用的串列埠 (Serial port)，其速度很慢取出故障紀錄需數十分鐘，且串列埠有各種型式需準備多種線材。簡易維護使用網路瀏覽功能進行相關操作是十分方便的，這部分可納入未來的電驛採購標準。

台電公司近年有多部機組進行更新擴建案，現場維護工具、專用設備承包商一般是在材料倉庫進行點交，其放置的位子並無納入整體考量。本次實際參訪西門子廠區後，可以明顯感受到將維護工具放置點納入廠區整體設計的好處，不同取用方便、不易出錯，整體感受上也是井然有序，建議日後發包可將現場維護工具放置納入。

參考資料

- 1.西門子公司提供之講義
- 2.BECKWITH 公司提供之講義
- 3.GE 公司提供之講義