

出國報告（出國類別：洽公）

「中央調度控制系統汰換工程」 「中央調度控制系統」之電力監控與電力應用等 軟體出廠驗收

服務機關：台電公司電力調度處

姓名職稱：雷旭民 11 等電機工程監

范 正 11 等電機工程監

陳政宏 9 等電機工程師

邱文賢 8 等電機工程師

蔡金助 8 等電機工程師

林琦軒 5 等電機工程師

派赴國家：美國

出國期間：97 年 2 月 25 日至 97 年 05 月 26 日

報告日期：97 年 7 月 26 日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：

電能管理系統汰換計劃：「中央調度控制系統」之電力監控與電力
應用等軟體出廠驗收

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）2366-7685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

雷旭民/台灣電力公司/電力調度處/電機工程監/（02）2366-6631

范 正/台灣電力公司/電力調度處/電機工程監/（02）2366-7462

陳政宏/台灣電力公司/電力調度處/電機工程師/（02）2366-7453

邱文賢/台灣電力公司/電力調度處/電機工程師/（02）2366-7453

蔡金助/台灣電力公司/電力調度處/電機工程師/（02）2366-7453

林琦軒/台灣電力公司/電力調度處/電機工程師/（02）2366-6647

出國類別：☐1 考察☐2 進修☐3 研究☐4 實習☒5 其他

出國期間：97.02.25 – 97.05.26 出國地區：美國

報告日期：97.07.26

分類號/目

關鍵詞：

AGC Automatic Generation Control 自動發電控制

CDCC Central Dispatch and Control Center 中央調度中心

EMS Energy Management System 電能管理系統

Siemens 西門子輸配電公司

KCDS KaoHsiung Control Dispatching Center 高雄中央調度控制中心

PDM Primitive Database Manager 基本資料庫管理

RTU Remote Terminal Unit 資訊末端設備

SCADA Supervisory Control and Data Acquisition 監視控制及資料蒐集

SINAUT Spectrum 西門子電能管理系統

TCDS Taipei Control Dispatching Center 台北中央調度控制中心

TPC Taiwan Power Company 台灣電力公司

TCS Tele-Control Server 通訊控制伺服器

FAT Factory Acceptance Test 出廠驗收試驗

LDBD Logical DataBase Delta 在邏輯上有相關性之資料庫更新檔

Structure Testing 按程序書步驟進行的測試

Unstructure Testing 不按程序書進行的測試

LFC Load Frequency Control 負載頻率控制

TCI Telecontrol Interface 遠端遙控介面

DTS Dispatcher Training Simulator 調度員訓練模擬器

GUI Graphic User Interface 圖形化使用者界面

HIS Historical Information System 歷史資訊系統

SA Scheduling Application 排程應用

UC Unit Commitment 機組排程

HS Hydro Scheduling 水力資源排程

HTC Hydro Thermal Coordination 水火電力資源協調

STLF Short Term Load Forecast 短期負載預測

IPP Independent Power Producer Monitoring 獨立發電業者監視程式

TCI TeleControl Interface 資料收集與控制介面裝置

TCS TeleControl Server 資料收集與控制伺服器

TCB TeleControl Board 資料收集與控制模板

COM Communicator Server 傳播伺服器

DNP Distributed Network Protocol 分散式網路通信協定

RTU Remote Terminal Unit 資訊末端設備

CNM Computer Network Management 電腦網路管理

內容摘要：(二百至三百字)

本公司中央電力調度中心電能管理系統 (EMS)運轉已逾18年，原設計廠商早已不存在，為謀求提升各項效能，於93 年提出汰換計劃，一方面汰換台北中央電力調度中心現有之EMS 系統，同時增設高雄中央電力調度中心和調度員模擬訓練中心。本案經公開招標，由德國西門子輸配電公司得標簽約。依該合約規定，得標廠商於系統製造完成，出廠前必須由本公司派員逐項驗收。為執行此驗收工作，職等於95/12~96/08間奉派赴美國明尼蘇達州西門子輸配電公司進行SCADA 應用系統、電力應用軟體、排程應用軟體、網路應用軟體、調度員訓練模擬器與相關資料庫等功能驗收，唯驗收期間發現系統之各項功能差異過多，經協商後決議本公司駐廠驗收人員先行返國，俟廠商改善完成後再行重測。因此97年2月職等奉派出國進行重測。本報告為敘述此次駐廠驗收之軟硬體功能架構與組成、驗收期間參與之工作、及所觀察到系統之問題與功能差異項目，期為系統接收及移轉後自行運轉與維護之參考。

本文電子檔已傳至出國報告資訊網 (<http://report.gsn.gov.tw>)

出國報告審核表

出國報告名稱：能源管理系統汰換計劃：「中央調度控制系統」之電力監控與電力應用等軟體出廠驗收		
出國人姓名(2人以上，以1人為代表)	職 稱	服務單位
雷旭民	電機工程師	台灣電力公司
出國期間：97年2月25日至97年5月26日		報告繳交日期：97年7月26日
出國計畫主辦機關審核意見	☒ 1. 依限繳交出國報告 ☒ 2. 格式完整(本文必須具備「目地」、「過程」、「心得」、「建議事項」) ☒ 3. 內容充實完備。 ☒ 4. 建議具參考價值 ☒ 5. 送本機關參考或研辦 ☐ 6. 送上級機關參考 ☐ 7. 退回補正，原因： ☐ 不符原核定出國計畫 ☐ 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容 ☐ 內容空洞簡略 ☐ 電子檔案未依格式辦理 ☐ 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 ☐ 8. 本報告除上傳至出國報告資訊網外，將採行之公開發表： ☐ 辦理本機關出國報告座談會(說明會)，與同人進行知識分享。 ☐ 於本機關業務會報提出報告 ☐ 9. 其他處理意見及方式：	
層轉機關審核意見	☐ 1. 同意主辦機關審核意見 ☐ 全部 ☐ 部分 _____ (填寫審核意見編號) ☐ 2. 退回補正，原因： ☐ 3. 其他處理意見：	

說明：

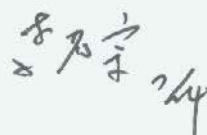
- 一、出國計畫主辦機關即層轉機關時，不需填寫「層轉機關審核意見」。
- 二、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 三、審核作業應於報告提出後二個月內完成。

報告人：      

單位主管：  

主管處主管：  

總經理： 

副總經理： 

目 錄

1、出國任務.....	1
1-1、緣起	1
1-2、出國行程	3
1-3、工作任務	3
2、EMS 簡介	5
2-1、Spectrum 功能	6
2-2. Spectrum 架構.....	6
2-2-1 管理伺服器 Administration Server (ADM)	7
2-2-2 傳播伺服器 Communicator Server (COM)	7
2-2-3 公司間通訊伺服器 Utility Communication Server (UCS)	8
2-2-4 遠端遙控介面 Telecontrol Interface (TCI)	9
2-2-5 人機界面工作站 Man Machine Interface Workstations (MMI)	10
2-2-6 歷史資訊系統伺服器 Historical Information System (HIS) Server	10
2-3、電力系統應用軟體	10
2-3-1、概述	10
2-3-2、電網分析應用軟體	12
2-3-3、發電排程應用	18
2-3-3-1 短期負載預測 Short Term Load Forecast.....	18
2-3-3-2 機組排程 Unit Commitment	20
2-3-3-3 水力排程 Hydro Scheduling	23
2-3-3-4 水火機組協調(Hydro Thermal Coordinator, HTC).....	24
2-3-3-5 最新運轉計劃(Current Operation Plan,COP).....	27
2-3-3-6 獨立發電業發電排程監視功能 IPP Monitoring.....	27
2-4 調度員訓練模擬器 Dispatcher Training Simulator.....	28
2-5 資料收集與控制介面 Tele-control Interface (TCI)	32
2-5-1 即時資料收集	33
2-5-2 RTU 設定	34
3、工作概述.....	35
3-1 出廠測試	35
3-2、功能試驗	39
3-2-1 測試結果	41
3-3、雙調度中心(Multisite)測試。	41
3-3-1 測試架構	41
3-3-2 測試情形	43
3-4、系統性能(Performance) 測試	43
3-4-1 測試環境	44

3-4-2 測試情境.....	46
3-4-2 系統運轉環境.....	47
3-4-3 測試結果.....	48
4、心得與建議.....	54
5、參考文件.....	56
附錄.....	57

1、出國任務

1-1、緣起

本公司中央調度中心(CDCC)是台灣電力系統所屬之三階層調度中心的最高階層，負責全台灣電力系統之調度與控制，範圍包括水力、火力〔燃煤、燃油、天然氣〕、核能等各種電廠及 345KV、161KV 等各主要變電所。

既有中央調度中心之電能管理系統 (EMS)運轉已逾 18 年，除硬體設備無法擴充，備品零件更是難以取得；另軟體方面，資料庫容量已近上限，除新增電廠無法順利加入，相關應用軟體功能亦已無法滿足電力調度需求。為改善現況，93 年起辦理 EMS 設備汰換計畫，經中信局辦理公開招標，由德國西門子總公司得標，並由位於美國明尼蘇達州明尼阿波里斯市之工廠進行 EMS 系統發展與整合之工作。

EMS 系統設計製造完成，西門子依約需辦理出廠測試，惟因應本公司系統持續成長變化，因此職等奉派赴西門子公司明尼蘇達州明尼阿波里斯市之工廠，一同執行資料庫更新與出廠驗收工作。職等於 95/12~96/08 奉派赴美國明尼蘇達州西門子輸配電公司進行 SCADA 應用系統、電力應用軟體、排程應用軟體、網路應用軟體、調度員訓練模擬器與與相關資料庫等功能驗收，期間發現系統各項功能差異過多，短期間該公司無法完成修正。經協商後決議本公司駐廠人員先行

撤離返國，俟廠商改善後再行重測。今年二月底西門子公司依約辦理出廠重新測試，因此職等再次奉派出國。本報告為敘述此次駐廠驗收之軟硬體功能架構與組成、驗收期間所參與之工作、觀察到系統之問題與功能差異項目，期為系統接收及移轉後自行運轉與維護之參考。

1-2、出國行程

日期	地點	工作概要
02 月 25 日~ 02 月 26 日	台北⇨洛杉磯⇨明尼阿波里斯	往程
02 月 27 日~ 03 月 30 日	明尼阿波里斯 - 西門子公司	SCADA 及應用程式功能測試
03 月 31 日~ 04 月 20 日	明尼阿波里斯 - 西門子公司	CNM 及 Multisite 雙調度中心測試
04 月 21 日~ 05 月 4 日	明尼阿波里斯 - 西門子公司	系統性能測試
05 月 5 日~ 05 月 23 日	明尼阿波里斯 - 西門子公司	功能性差異進行重新測試
05 月 24 日~ 05 月 26 日	明尼阿波里斯⇨舊金山⇨台北	返程

1-3、工作任務

1. SCADA 出廠測試。
2. 資料庫出廠測試。
3. AGC 程式出廠測試。
4. 電力系統網路、電源排程、調度員訓練模擬器與應用軟體出廠測試。
5. EMS 系統性能測試
6. 雙主控系統相關測試
7. 相關系統整合測試。

8. 每日與西門子公司進行會議，檢討測試結果與解決問題。
9. 辦理本公司和廠家之連繫及協調等有關事宜。

2、EMS 簡介

EMS 又稱電力調度自動化系統，是以功能強大的電腦為主幹的電力綜合自動化系統，其係由資料獲取與監控的SCADA 系統，發電機組自動發電調度(AGC)、電源、電網應用與分析系統、調度員訓練模擬器，及周邊的網路與輔助設備所構成，主要用於提供電力調度人員電源及電網上的各類即時資訊(包括頻率、發電機功率、線路負載、母線電壓等)，進而依此對發電機及電網進行調度決策管理和控制，以確保電源經濟調度及電網的安全運轉，藉而提高電力系統的品質、安全性及經濟性。

本次汰換之EMS 系統將採用西門子SINAUT (Siemens Network Automation) Spectrum 3.x 系統(本文以Spectrum 簡稱替代)，為一開放型、分散式架構的系統，是歷經30 年持續改進後的系統，西門子公司累計提供給全球客戶之SCADA 及EMS 系統已超過650 套，其中有超過280 個計劃案採用Spectrum，其優點有：

- 軟體/硬體容易增加及升級，Spectrum 是模組化系統，硬體為分散式工作站及伺服器連接而成，軟體亦採用高階語言及結構化設計。
- 軟體具有可攜性，並採用許多工業標準如TCP/IP，及商業軟體發展而成，如UNIX、X Window、ORACLE 等。
- 不會被特定硬體平台廠商限制住，有 IBM 或 SUN 供選擇。

2-1、 Spectrum 功能

Spectrum 系統做為電力調度的功能主要分成兩大部分，SCADA

（Supervisory Control and Data Acquisition，監視遙控及資料收集）功能及EMS 電力應用軟體功能。SCADA 為電能管理系統的基礎，負責監視遙控及資料收集功能，子功能計有遠端遙控、資料收集、資料處理、資料交換、警報與事件訊息、人機界面等。

EMS 電力應用軟體功能，又由四大應用軟體功能組成，分別是電力應用（PA, Power Application）、電網應用（NA, Network Application）、排程應用（SA, Scheduling Application）及調度員訓練模擬系統OTS, Operator Training Simulator），並分佈在各應用伺服器上。

2-2. Spectrum 架構

Spectrum 3.x 是以UNIX 為核心之分散式系統，系統架構是由數個單元模組、應用伺服器和工作站組成，計有Telecontrol Interface (TCI)、Communicator Server、Utility Communication Server (UCS)、Man Machine Interface Workstations、Administration Server、Historical Information System (HIS) Server、Generation Scheduling / Network Analysis (GS/NA) Server、Operator Training Simulator (OTS) Server

及Web UI Server，圖2-2 為Spectrum 架構示意圖，相關模組上之功能分別敘述如下：

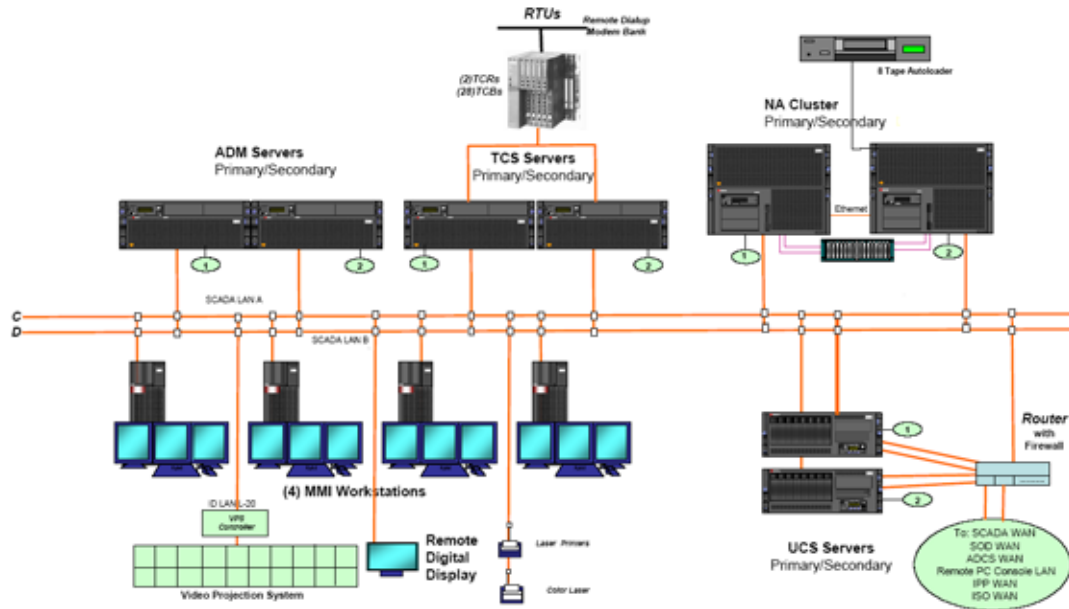


圖 2-2 Spectrum 架構

2-2-1 管理伺服器 Administration Server（ADM）

管理伺服器負責關聯式資料庫之管理與建置、及圖形編輯：

- 資料庫功能：包括資料庫的建立、存取、維護及管理。
- 顯示圖編輯：單線圖及表格之編輯與管理功能。

2-2-2 傳播伺服器 Communicator Server（COM）

傳播伺服器包括Communicator 功能和自動發電功能（AGC），是EMS系統的重要伺服器之一，需要相同功能的伺服器當熱備援（Hot

Stand-by)，以便主伺服器故障時可以馬上接管。

COM 搭配TCI 完成監視遙控及資料收集功能（SCADA），另具有以下功能：

- 警報與事件訊息：監視軟體發現狀態及類比值有異常變化時，以文字、標示、音響等警訊告知調度人員。
- 報表製作：運轉報表之製作及列印。
- 顯示圖顏色處理：拓樸計算及單線圖顯示通電狀態的顏色處理，以利調度員辨認供、停電區段。
- 事件順序記錄：配合RTU 及資料收集功能，用來收集狀態點變化之時間順序，分析保護電驛及開關動作之先後與協調情形。
- 螢光幕走勢圖顯示：在螢光幕上顯示系統頻率、變壓器負載或其他指定點的類比量變化走勢圖。

2-2-3 公司間通訊伺服器 Utility Communication Server（UCS）

UCS 負責調度中心間資料交換，包括中央調度中心和區域調度中心間，還有中央調度中心和獨立發電業者（IPP）間的資料交換，使用WAN專線，透過TASE.2（ICCP）通訊協定進行即時資料傳輸。

2-2-4 遠端遙控介面 Telecontrol Interface (TCI)

TCI 遠端遙控介面包括遠端遙控伺服器 (TCS) 和遠端遙控模板 (TCB)，為遠方變電所及電廠的終端單元 (RTU) 透過DNP3.0 通訊協定將即時資料傳輸回Spectrum 系統，TCI 搭配Communicator Server 完成監視遙控及資料收集功能。

- 資料收集：負責定時收集發電廠、超高壓變電所內的(1)類比量，如實功率 (MW)、虛功率 (MVAR)、電壓 (V)、變壓器分接頭 (Tap)；(2)狀態量，電力設備之開/ 閉 (Open/ Close)、自動/ 手動 (Auto/ Manual)、使用/ 鎖定 (Use/ Lock)；(3) 電量 (累積值)：實電量 (MWH)、虛電量 (MVARH) 等資料，經由通訊網路傳回調度中心，並顯示資料錯誤之原因。
- 資料處理：將RTU 傳回原始資料轉換成工程數據後再行處理，並依定義算式利用取量值來計算衍生值。
- 遠端遙控：對發電廠之機組出力，變電所之開關、變壓器分接點等予以直接遙控。

2-2-5 人機界面工作站 Man Machine Interface Workstations

(MMI)

調度員透過這些工作站使用Spectrum 各項功能，以全圖形顯示

(Full Graphic) 螢幕為核心，顯示電力系統運轉資料、開關狀態及警示資料，並輸入操作指令及參數，以達到監視及控制之目的。

2-2-6 歷史資訊系統伺服器 Historical Information System

(HIS) Server

歷史資訊系統伺服器負責歷史運轉資料收集與儲存，及異常擾動記錄功能：

- 歷史運轉資料收集與儲存：收集/處理/儲存歷史運轉資料及訊息，供報表製作及事後分析。
- 異常擾動記錄：電力系統發生事故時，收集事故前後的系統狀況以供分析、研究。

2-3、電力系統應用軟體

2-3-1、概述

EMS 電力系統應用軟體功能，又由四大應用軟體功能組成，分別

是電力應用（PA，PowerApplication）、電網應用（NA，Network Application）、發電排程應用（SA，Scheduling Application）及調度員訓練模擬系統（OTS，Operator Training Simulator），並分佈在各應用伺服器上。Spectrum系統之電力系統應用軟體區分為網路分析應用軟體，排程應用軟體、電力應用軟體、調度員模擬訓練系統及專家系統，如圖2-1所示，其中專家系統未含在本計畫中。

圖 2-2 為 Spectrum 系統之系統架構，現場 RTU 將資料送至調度中心 TCS 伺服器中，再由 TCS 伺服器利用 Soft Bus 將相關資料傳送到各應用程式中，如電力系統網路分析、電源排程等應用程式中加以運算處理後，將計算結果送往終端機上，供調度人員瞭解目前系統狀況，並利用應用程式所呈現出來結果，做出最有利系統之調度抉擇。

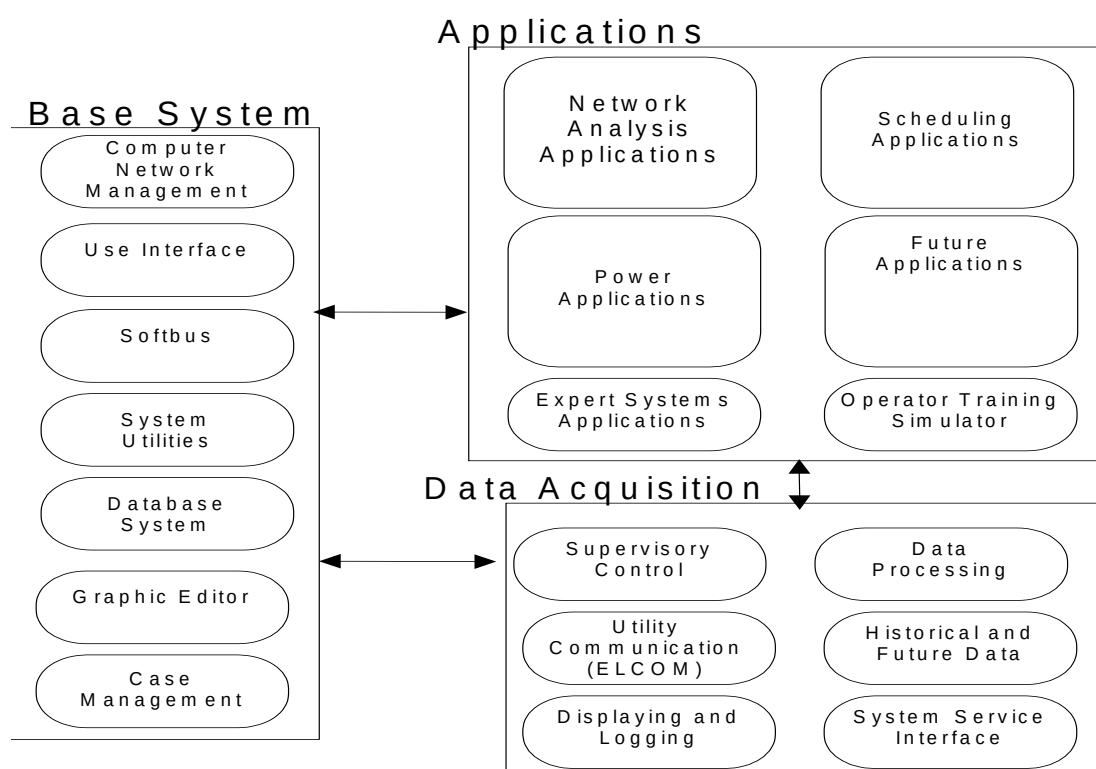


圖 2-1 Spectrum 系統關係圖

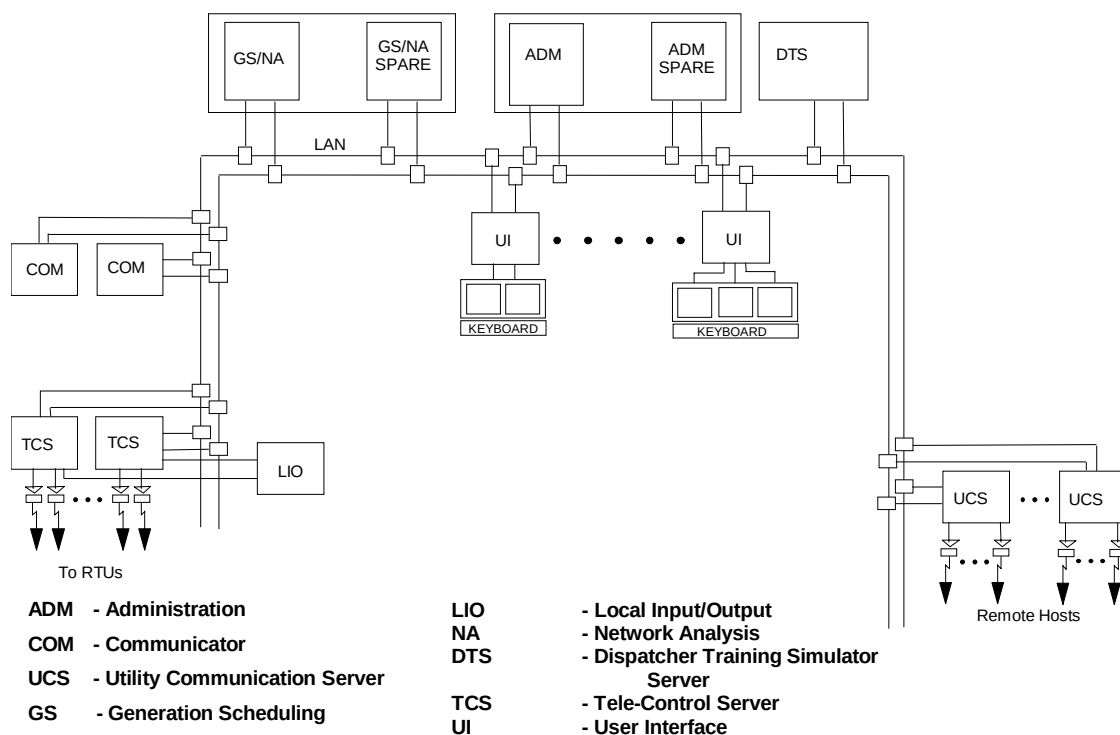


圖 2-2 系統架構

以下就網路分析應用軟體及電源排程應用軟體兩部份做簡要說明。

2.3-2、電網分析應用軟體

圖 2-3 為電網應用程式概略圖，系統之 COM 伺服器將資料收集完成後，利用資訊管理系統程式將即時系統資訊：如 CB 目前狀態、變電所即時負載量、發電機之即時發電量、網路參數以及自動發電控制

(Automatic Generation Control, AGC) 等資訊送至模組更新程式中

(Model Update)，將 Spectrum 資料庫與網路資料庫整合，並將該資訊送到狀態評估程式 (State Estimator, SE)，由狀態評估程式分析判斷系統傳回資料是否有錯誤，或因通訊中斷造成 RTU 無法將即時資訊傳送到調度中心。如 RTU 工作正常，SE 將 RTU 資料直接送網路應用程式中，如 RTU 工作不正常時，SE 依據系統狀況計算評估該 RTU 應送回資料再將資料送到網路應用程式。

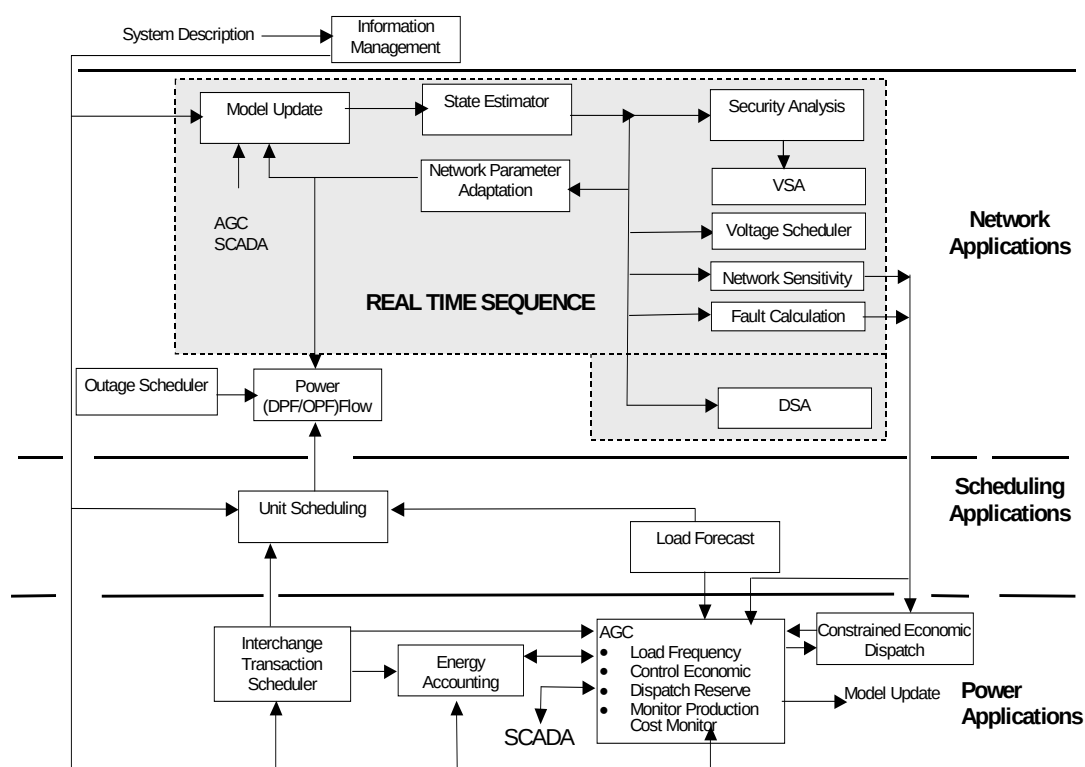


圖 2-3 網路應用程式概略圖

由狀態評估程式評估系統相關資訊後，將系統目前情況資訊傳送

至給相關網路應用程式，如網路靈敏度(Network Sensitivity)、電壓排程(Voltage Scheduler)、故障電流計算(Fault Calculation)、電壓穩定度(VSA)、暫態穩定度分析(DSA)等計算，並將結果顯示在終端機螢幕上。

網路分析應用程式主要功能在於顯示即時電力網路之系統安全狀況及協助調度員藉由監控分析工具找出最佳化系統操作模式。此網路分析應用程式可分成兩大類：

1.即時監控分析模式：

- (1) 分析目前電力系統情況，告知調度人員目前系統安全狀況。
- (2) 監控目前負載情況。
- (3) 計算懲罰因素 (Penalty Factor)。
- (4) 系統發生變動，考量系統安全，調整發電機出力。

2.學習分析模式：

- (1) 提供調度人員分析模擬目前系統安全工具。
- (2) 分析系統並求出最佳化成本效益以及系統最小輸電損失。
- (3) 利用目前電力網路系統情況，調度人員建構模擬可能發生事故，尋求最佳操作模式。

網路應用程式依功能區分，分成：

- (一) 電力潮流分析
- (二) 系統安全度分析
- (三) 電壓穩定度分析
- (四) 電壓排程
- (五) 網路靈敏度分析
- (六) 故障電流分析
- (七) 暫態安全度分析

上述各項功能，茲分述如下：

(一) 電力潮流分析

電力潮流分析屬於學習模式，此程式是依據目前電網情況，考量區域控制參數（如自動發電控制、變壓器有載分接頭、相位控制器、電力電容器/電感器），利用牛頓求解法（Newton-Raphson solution）或是快速解耦合求解法（Fast Decoupled），計算出系統是否有超過設備額定限制，並顯示超載設備情況，可即時監控目前各開關設備投切情形，分析結果可顯示在單線圖（One-Line Display）中，並可輸出 IEEE 或 PTI PSS/E 檔案格式。

(二)、系統安全度分析

系統安全度分析程式主要是分析當系統發生單一或多重事故時，評估系統是否因事故造成不穩定情況發生，調度人員可定義各種不

同事故種類，如

- 區域或全系統負載量之改變。
- 並聯設備(Shunt devices)，如並聯電容器、並聯電抗器等設備跳脫。
- 電力網路元件(Branch Element)，如輸電線路、變壓器、電力調相器、串連設備等跳脫。
- 發電機組跳脫。
- 設備開關狀態改變，如跳脫或投入。

藉由系統安全分析程式分析系統情況，可分析模擬下述情況：

- 所定義各項故發生，依據對系統之衝擊，對所定義之事故做排序，使調度人員清楚瞭解當事故發生時對系統影響程度。
- 模擬連續發生事故，對系統造成衝擊情況。
- 模擬因事故發生時，造成系統分裂成多重系統(multiple islands)。
- 顯示因事故而造成過載之輸電線路。

(三) 電壓穩定度分析

電壓穩定度分析係模擬因系統負載變化對各轄區變電所所造成影響，如遇到事故發生時考量系統各種操作模式，如自動電壓調整模式、經濟調度模式等等計算出各轄區因事故發生而對轄區電壓之影響評估報告。

（四）電壓排程分析

電壓排程程式主要分析虛功率對系統影響程度，提供系統虛功率設備分別為發電機組、變壓器有載分接頭、電壓控制之電容器及電感器，模擬分析各轄區變電所電壓因負載變動或輸電線路超載時，調整發電機虛功率輸出、改變變壓器有載分接頭位置、投入或切離變電所之電容器/電感器設備，是否因及時操作這些設備，使系統損失降低，輸電線路超載情況改善。

（五）網路靈敏度分析

網路靈敏度分析其功能主要是週期性分析評估各發電機傳送至負載所需負擔之懲罰因素。

（六）故障電流分析

故障電流程式主要功能評估系統發生對稱或非對稱故障時，對於鄰近電力網路所提供給該故障點之故障電流，並評估故障點位置之斷路器是否有超出其斷路器遮斷容量。

（七）暫態穩定度分析

暫態穩定度分析為系統發生擾動現象時，觀察系統是否能夠在擾動後仍然穩定運轉，最主要是建構系統發電機組模型，如原動機、勵磁機、發電機模型，定義可能發生事故狀況，模擬所定義事故情況，找出哪一個事故會造成系統不穩定。

2-3-3、發電排程應用

發電排程應用軟體又可細分為短期負載預測、機組排程、水火機組協調、水力排程、最新運轉計劃等，在進行分析前，可自 SCADA 中更新發電資源的各項資訊(最新負載、各發電資源的最即時發電量、各發電資源的最新狀態、系統的檢修時程)，再進行運算分析。以下將各項細分功能做一簡介。

2-3-3-1 短期負載預測 Short Term Load Forecast

短期負載預測是用來預測未來1至15日的各區域負載，以計算全系統的負載。在許多的Study Case中,會有一個符合需求的預測結果被送到COP中，以供其他的應用程式使用。在負載資料中，要同時有歷史負載資料、歷史氣候資料及氣候預測資料以供負載預測功能使用，負載預測功能擁有本身的資料庫，可以選擇15,30,45,60分鐘的級距，以產生不同級距的預測負載。下圖2.4顯示負載預測程式內部資料流程關係。

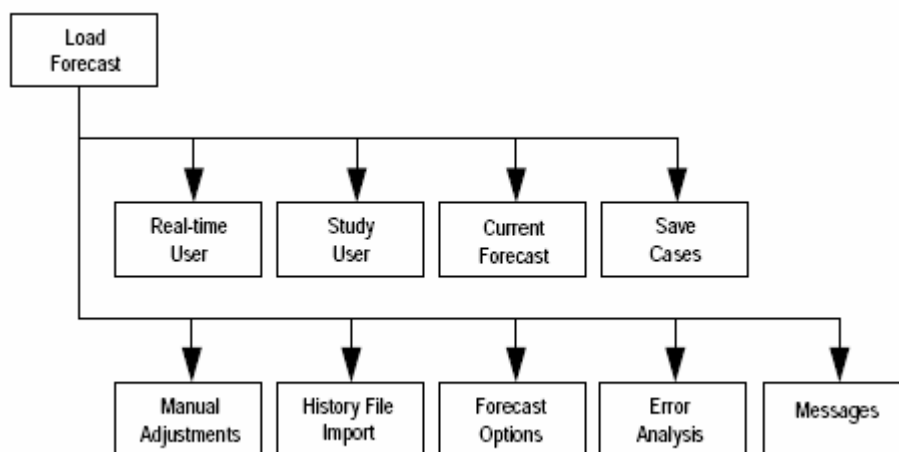


圖 2.4 負載預測程式資料流程關係圖

STLF 內部可定義各種資料的更新週期，目前定義氣象及即時負載的更新週期皆為 15 分鐘，執行完成更新後，程式會自動將最新的資料與預測的資料相比較，若差異大於內定的容忍值時，便會自動重新計算，以產生最新的預測結果。

所採用的預測方式分成下列 3 種：

1. 相似日 (Similar Day)
2. 輪廓比較 (Pattern Matching)
3. 氣候適性 (Weather Adaptive)

上述三種方式均是採用統計再加修正的方式，產生未來的預測資料，但依據的變數不同，使用者須依照當時的主要變數加以選擇運用，以得出最適合的負載預測資料。

所求得的負載預測資料可選擇其中一筆列為正式資料，並存於 COP 中，以供其他應用程式使用。

2-3-3-2 機組排程 Unit Commitment

機組排程可提供計畫人員製作火力機組發電排程，在各項系統安全的限制條件下，尋求最經濟的排程。

本機組排程程式可在執行前，線上更新各項即時資訊後，再進行計算，可即時更新的項目如下：

1. 各發電資源最新狀態
2. 各發電資源即時發電量
3. 各發電資源的最新檢修排程
4. 網路計算的最新靈敏度係數
5. 最新負載量
6. 最新存於資料庫中的發電機資源參數

UC 排程工具所供的功能概述

- 產生火力機組排程 Working Case
- 調度交易評估(Transaction)
- 即時修正燃料成本及其他輸入資訊
- 比較機組在不同調度情形下的各項資訊

■ 儲存機組排程的解

下圖 2.5 顯示 UC 資料庫與其他資料庫間資料流程的關係：

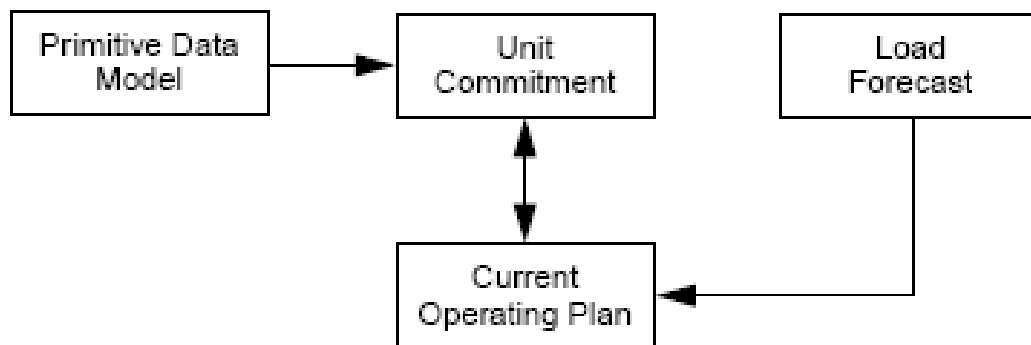
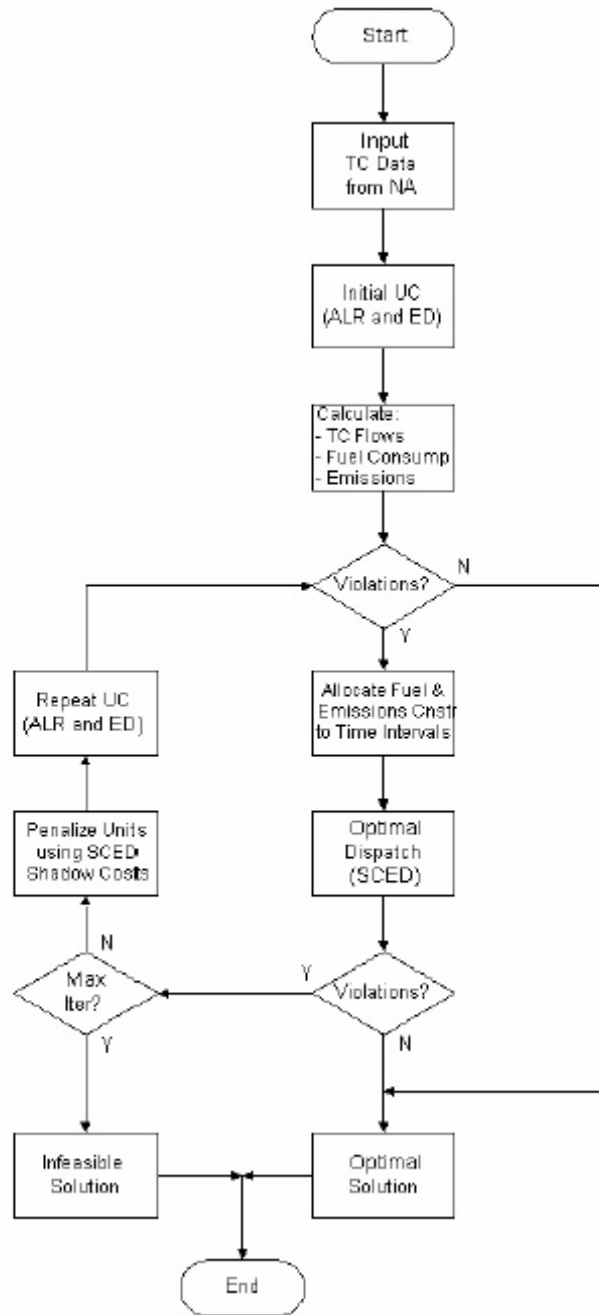


圖 2.5 UC 資料庫

本 UC 在進行計算時的運算流程圖，則顯示如下圖 2.6：



圖表 2.6 UC 資料流程圖

本機組排程程式是採增長拉格朗之鬆弛法((ALR)Augmented Lagrangian Relaxation)，由機組排程中一組最原始的限制條件物件方程式及 Lagrange multipliers 所構成目標函數，並一起考量排程的交易制

度。Security Constrained Economic Dispatch (SCED)；安全限制經濟調度Security Constrained Economic Dispatch (SCED)，強制輸電線安全空間(Transmission corridor)、燃料、排放量限制等，以求解能符合能量平衡以及備轉容量要求，以求取機組排程的最佳計劃。

2-3-3-3 水力排程 Hydro Scheduling

水力機組排程是一套提供水力資源及機組排程的工具，可為計畫人員及調度人員提供自動的水力機組排程以及初步的水力系統發電成本計算。

所產生的水力資源排程計劃，是依據火力機組排程所產生的邊際成本，以最大的水力資源，消去最貴的成本時段為目標，並同時考量系統運轉限制條件，以尋求在系統安全前提下的最經濟系統運轉成本。

HS 水力機組排程工具功能概述

- 產生水力機組排程
- 即時修正輸入資料
- 分析比較水力機組排程結果
- 儲存水力機組排程結果

HS 採用 CPLEX 最佳化程式為核心，將限制條件語法透過程式介面

送入 CPLEX 引擎中，經運算後再透過程式介面轉譯出來，存於即時資料庫及 COP 資料庫中。下圖 2.7 為 HS 內部資料流程圖。

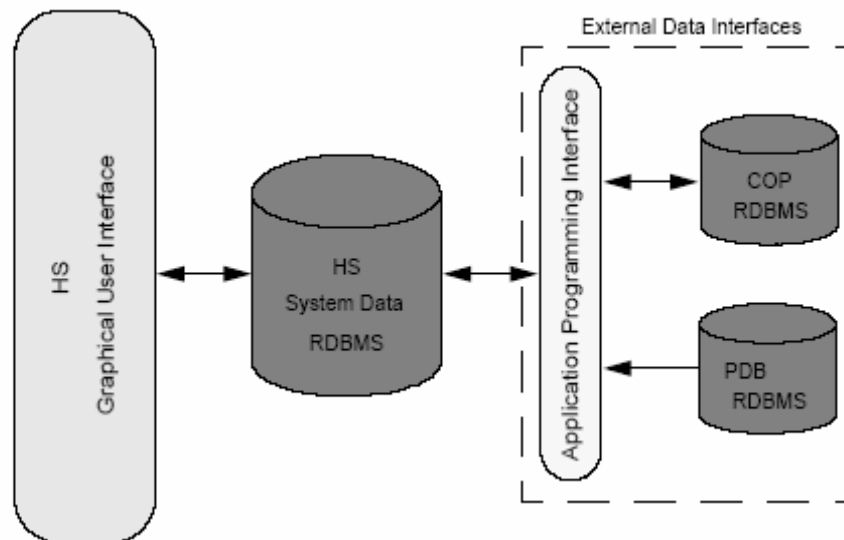


圖 2.7 HS 資料流程圖

2-3-3-4 水火力機組協調(Hydro Thermal Coordinator, HTC)

水火力協調程式是用以整合火力機組排程以及水力機組排程結果的應用程式。本功能會交互運用火力機組排程及水資源排程數次，以將此二功能的結果作最佳化的組合，提供計畫人員製作水、火力機組排程計畫以及初步的系統成本計算。

經水火力機組協调度式計算後的排程結果，理論上能符合下列系統特性的要求：

1 符合各項系統限制條件：

1.1 燃料限制

- 1.2 機組排放量限制
- 1.3 機組起停機限制
- 1.4 區域潮流安全量限制
- 1.5 備轉容量限制
- 1.6 負載變化限制
- 1.7 機組檢修或故障限制
- 1.8 交易排程限制
- 1.9 經濟運轉限制
- 1.10 水庫排水量限制
- 1.11 機組下游放水量限制
- 1.12 水庫水位最終值設定限制

2 運轉成本為符合各項限制條件下最佳

3 低成本運轉時段會配合抽蓄機組抽水，高成本抽水時段會配合抽蓄機組發電。

4 排程結果適合預估的負載量。

HTC 水火機組協調排程工具功能概述：

■ 產生水、火力機組排程

■ 即時修正輸入資料

■ 計算並分析比較各項水火機組協調結果

■ 建檔並儲存水火協調解

在整個完整的水、火力機組排程執行程序中，會交互單獨執行數次火力機組排程及水力機組排程，在符合設定條件後，便會停止並將結果存於資料庫中，供主管及調度人員使用。

下圖2.8為程式執行過程中，交互執行的流程圖。

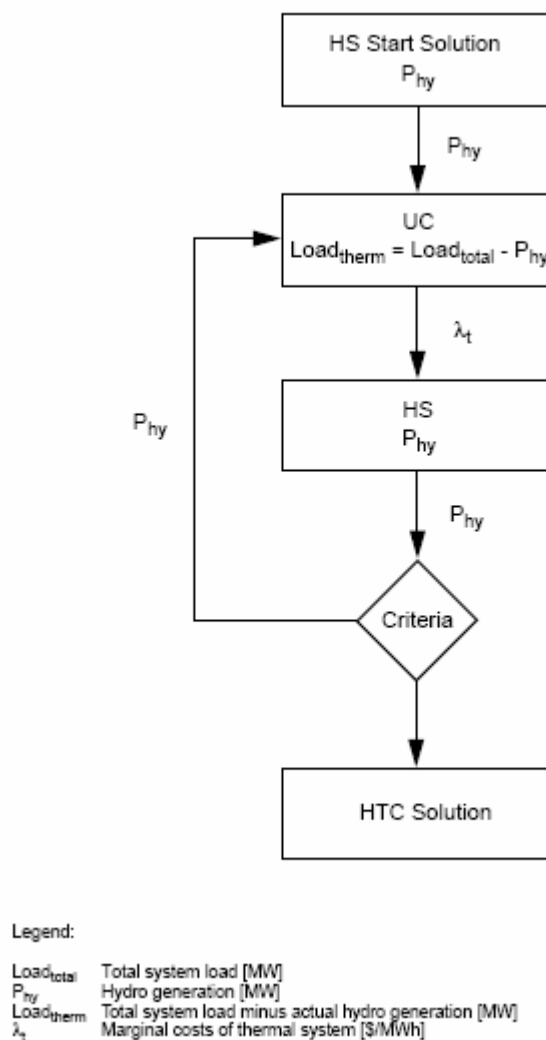


圖 2.8 HTC 資料流程圖

2-3-3-5 最新運轉計劃(Current Operation Plan,COP)

COP 為EMS的應用程式中共同的資料傳輸介面,舉凡各應用程式最終的結果,均會存於COP資料庫內。其中包含電力交易排程(ITS)、網路的大修排程、網路敏感度、負載預測、火力機組排程、水力資源排程、水火機組協調等正式結果,並供各應用程式取用資料及資訊交換。

本程式介面採用網際網路介面(WebUI),操作無區域限制,只要登錄電能管理系統網域的使用者均可以登錄查詢及使用。

計劃管理人員無須各別登錄各應用程式去查看分析結果,只須登錄COP,即可查詢經核准後的最新運轉排程計劃。

2-3-3-6 獨立發電業發電排程監視功能 IPP Monitoring

利用預先於系統編排好的IPP發電機排程計劃,即時監視並記錄獨立發電業者(IPP)的發電行為。在執行發電排程中有違規行為發生時予以自動記錄並產生警報以警示(Alarm)提醒調度員。儲存於資料庫中的各項資訊也可以經由報表功能彙總後製成報表供統計及管理。

本程式包含以下特長：

1. 預先於EMS中建入IPP的合約發電排程。

2. 在監視時間發生時，系統自動由SCADA取回即時發電量。
3. 與IPP透過ICCP交換各項交易資訊。
4. 即時取樣頻率與AGC頻率相同，每2秒進行取樣一次。
5. 所有計算皆採即時計算，內部統計資料皆即時計算。
6. 全部違反運轉排程的事件皆會自動記錄並儲存。
7. 有違反運轉排程的事件產生時，會自動產生警示，以提醒調度員。
8. 所有事件皆可完整儲存於資料庫中，可選定報表產生週期產生報表。

2-4 調度員訓練模擬器 Dispatcher Training Simulator

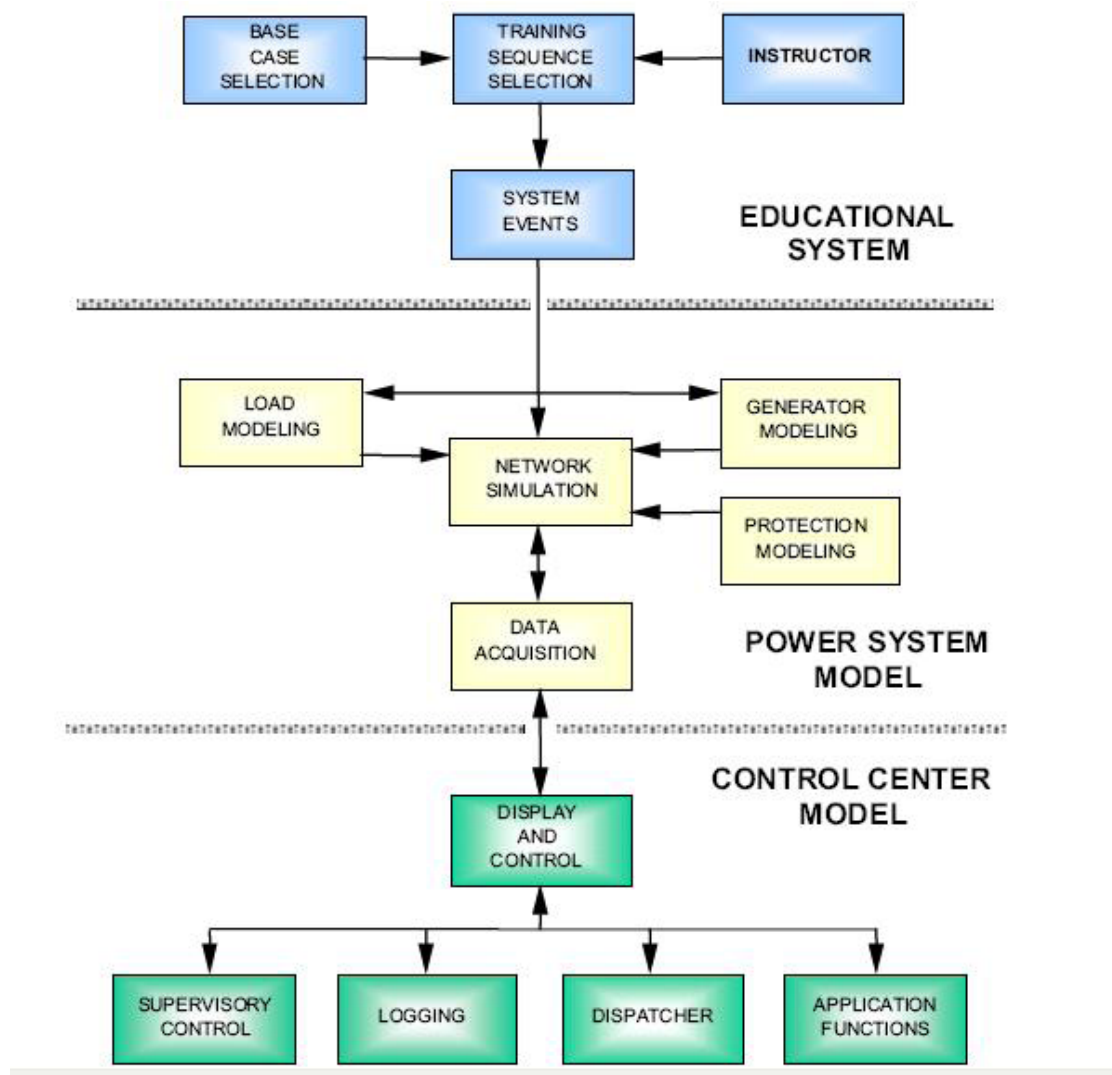
用以訓練調度員運轉電力系統及提升操作品質。舉凡日常操作、意外事件模擬、歷史事件重新演練…等，均能利用此調度員訓練模擬器實現訓練的目的地。本訓練模擬器包含了以下功能與特性：

1. 模擬器環境與EMS完全相同，可以有效的訓練調度人員。
2. 以與EMS 相同的網路模型初始化本訓練模擬器。
3. 與EMS 使用完全相同的資料庫。
4. 與EMS 使用完全相同的單線圖，維護容易。
5. 所有的模擬，與EMS 的AGC、SCADA 有相同的特性。
6. 針對發電機的原動機提供不同層級的原動機模型。

7. 允許使用者使用多組操作台及一台教官操作台以實現群體訓練。
8. 可模擬孤島系統及全停電事件。
9. 可模擬包含頻率響應、負載特性、以電容電抗器及變壓器有載分接頭操作影響。
10. 提供全黑啟動模擬。
11. 提供直流輸電的模擬。
12. 可模擬低頻卸載的模型。
13. 訓練模擬器可由EMS 的即時資訊初始化。
14. 可模擬各種電力系統事件。
15. 可模擬外公司(external companies)的AGC 行為。
16. 包含各種電驛模型。
 - 過/欠頻電驛
 - 過流電驛
 - 過/欠壓電驛
 - 同步並聯電驛
 - 時間開關電驛
 - 過/欠壓激磁電驛
17. 教官可模擬電廠的操作行為。
18. 包括EMS的即時分析軟體,可訓練調度人員使用且不影響即時系

統。

在調度員訓練模擬器中共包含了三大層級，分別是教育層級、電力系統模擬層級、及控制中心模擬層級。本三層可分別聯想成介面層級、應用程式層級及SCADA層級。下圖2.9顯示了OTS的各層級圖。



圖表 2.9 OTS 操作層級

調度員訓練模擬器採用運算週期(Cycle Time)的方式，不斷的在循環

計算。此運算週期時間可透過程式碼修改，此週期時間愈短則在模擬期間更新愈快，但須配合下列事件調整：

1. 伺服器運算速度。
2. 模擬的事件所佔用的資源。

當運算週期調整至恰當時，整體模擬才能達到最佳效能。在每一次運算週期中，包含了幾個部份的程序：

- 1 更新負載模型。
- 2 計算保護電驛動作。
- 3 靜態計算
 - 3.1 檢查線路及開關變化
 - 3.2 計算全系統電力潮流
- 4 動態計算
 - 4.1 孤島系統負載計算
 - 4.2 區外 AGC 模型計算
 - 4.3 時間累積效應
 - 4.4 頻率模型計算
 - 4.5 電廠模型計算
- 5 變壓器模型計算

圖表 2.10 中顯示在 OTS 裡每一個計算週期的流程程序。

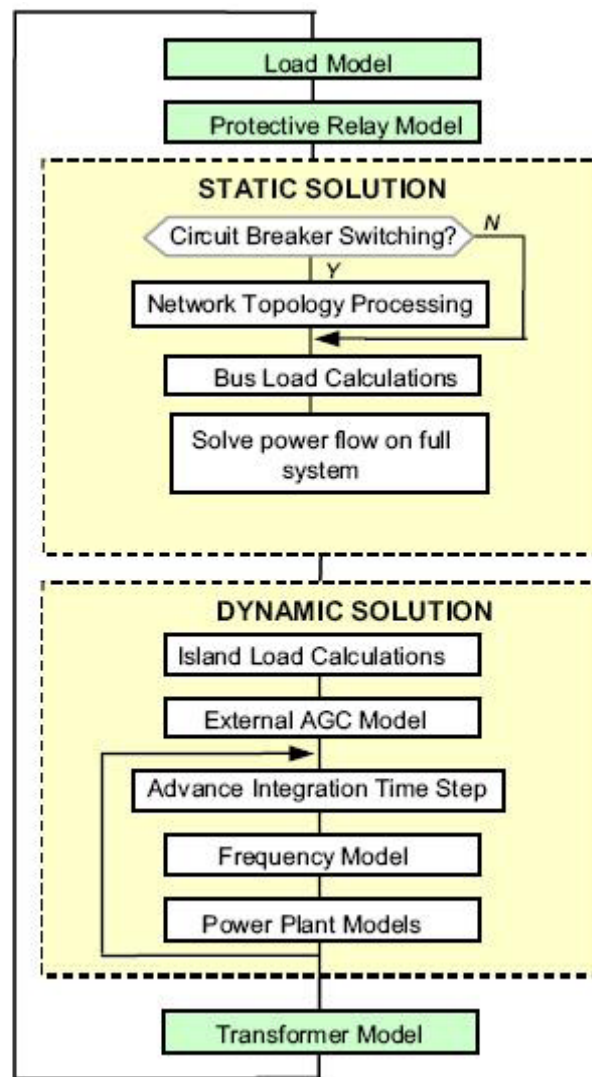


圖 2.10 OTS 迴圈結構圖

2-5 資料收集與控制介面 Tele-control Interface (TCI)

資料收集與控制介面(TCI)包括資料收集與控制介面(TCS)和資料收集與控制介面模板(TCB)等主要元件。各遠端變電所及電廠的資訊末端設備(RTU)，透過數據機(使用DNP協定)，將現場(遠端變電所及電廠)之即時資料，傳送至TCI，再經Communicator Server，傳送至Spectrum之

EMS系統，完成監視遙控及資料收集功能。

- 資料收集：負責定時收集發電廠、變電所內的類比量與數位狀態值等資料，經由通訊網路傳回主站(調度中心)。
- 資料處理：將RTU設備傳回的原始資料轉換成可用的資訊。
- 遠端遙控：對發電廠機組出力，變電所開關、變壓器分接點等予以控制。

通訊方式可分下列三種：

1.網路連線(DNPi)

TCI利用TCP/IP網路與RTU連線收集資料。

2.直接連線(DNP3 PtP)

TCI利用modem 用專線直接與RTU連線收集資料。

3.撥接連線(DNP3 Dial up)

TCI利用撥接線路使用撥接modem連接RTU收集資料。

2-5-1 即時資料收集

Spectrum支援5種資料收集設定方式

1.週期性資料擷取 (Periodic Scan or Continuous Scan)

主站週期性的向RTU設備發出收集資料的指令，RTU設備回送全部遠端資料(類比點或數位點)，可設定連續不間斷的發出收集資料的指令。

2.變化偵測資料擷取(Report by Exception)

主站週期性的向RTU設備發出收集資料的指令，只有異動(更新)的遠端資料被回送至主站。

3.主動回報資料擷取(Unsolicited Data Acquisition)

當遠端資料有變化時，RTU設備主動送回遠端資料。

4.累積值(發電量)之資料擷取 (Accumulator Data Acquisition)

在預先設好的週期下(通常為一小時)，向單個或多個RTU設備發出凍結指令(Freeze Command)，再發出收集資料的指令，使RTU設備送回累積值。

5.強制資料擷取(Forced Scan / General Interrogation)

要求RTU設備將所有遠端資料送回主站，通常在系統起動時、資料庫異動、RTU重置或調度人員要求下，將會執行此命令，強制擷取遠端資料。

2-5-2 RTU 設定

為達成上述遠端現場電力即時資料收集，需要應用一軟體Config Pro在RTU 設備設定相配合的協定和傳輸方式，才能讓RTU 正常動作。

3、工作概述

此次出廠驗收工作，主要是重新測試上次 FAT 時發現之功能差異。由台電與西門子雙方工程師共同進行測試及認定測試結果。

3-1 出廠測試

由於整體電能管理系統有許多的功能要測試驗收，其可概分為 SCADA、HIS、電源應用程式、排程應用程式、網路分析應用軟體及調度員訓練系統之驗收及後續之 Multi-Site 及系統效能驗收測試。整個出廠驗收測試時程如圖 3-1 所示。

在出廠驗收測試過程中，由台電與西門子工程師共同進行，依據測試程序書逐項完成，並在每個功能測試程序書完成後進行非結構性的測試，以找出可能的問題。如果有問題產生，記錄為功能差異，在西門子提供網頁的功能差異管理軟體上，由測試人員將測得之功能差異登錄進此系統，做為雙方修復功能差異的追蹤依據。功能差異嚴重性定義如圖 3-2，功能差異作業流程如圖 3-3

ID	Task Name	Duration	Start	Finish	% complete	Resource Names
1	TPC FAT Schedule	61 days	2/29/08	5/23/08	81%	
2	Kick Off	1 day	2/29/08	3/3/08	0%	
3	Kick-off Meeting	1 day	2/29/08	2/29/08	0%	
4	Test Initiation	0 days	3/3/08	3/3/08	0%	TPC/ SAG
5	EMS Hardware	0 days	3/3/08	3/3/08	0%	
6	T1400 - Equipment testing / IBM Only	0 days	3/3/08	3/3/08	0%	C.S. Lin -- D. Haro-Gonzales / M.S Choy
7	T1400 - Equipment testing / None-Disruptive	0 days	3/3/08	3/3/08	0%	C.S. Lin -- D. Haro-Gonzales / M.S. Choy
8	R6010 - Remote Digital Display	0 days	3/3/08	3/3/08	100%	C.S. Lin -- G. Chang
9	SCADA	20 days	3/3/08	3/28/08	97%	
10	Base Functions	7 days	3/3/08	3/11/08	100%	
11	T0210 - User Interface	3 days	3/3/08	3/5/08	100%	J. Fan -- J. Chua / K.N. Tan
12	T0240 - Graphic Editor	1 day	3/6/08	3/6/08	100%	J. Fan -- J. Chua / K.N. Tan
13	T0320 - RDBMS Interface	3 days	3/7/08	3/11/08	100%	J. Fan -- N. Bogachev / P. White
14	SCADA Applications	11 days	3/10/08	3/24/08	100%	
15	T0580 - Data Processing	3 days	3/10/08	3/12/08	100%	C.S. Lin -- J. Chua / K.N. Tan
16	T0540 - Alarm Processing	2 days	3/13/08	3/14/08	100%	C.S. Lin -- J. Chua / K.N. Tan
17	T0535 - Supervisory Control	2 days	3/17/08	3/18/08	100%	C.S. Lin -- J. Chua / K.N. Tan
18	T0538 - SOPM	2 days	3/19/08	3/20/08	100%	C.S. Lin -- J. Chua / K.N. Tan
19	T0520 - Sequence of Events (100%)	2 days	3/21/08	3/24/08	100%	C.S. Lin -- J. Chua / K.N. Tan
20	Communication	9 days	3/3/08	3/13/08	100%	
21	T0442 - ICCP	2 days	3/12/08	3/13/08	100%	J. Fan -- G. Chang / P. White
22	T0591 - TCI	5 days	3/3/08	3/7/08	100%	C.S. Lin -- S. Pradhan / P. White
23	Historical Information System	11 days	3/14/08	3/28/08	90%	
24	T0511 - HIS (50%)	7 days	3/14/08	3/24/08	85%	J. Fan -- S. Caudill / P. White
25	T0516 - Disturbance Data Collection	4 days	3/25/08	3/28/08	100%	J. Fan -- S. Caudill / J. Chua
26	Advanced Applications	20 days	3/3/08	3/28/08	99%	
27	Power Applications	20 days	3/3/08	3/28/08	100%	
28	T0601 - Generation Scheduling - IPP (100%)	5 days	3/3/08	3/7/08	100%	C.C. Tsai -- G.K. Chia / H. Hong
29	T0603 - Reserve Monitor	1 day	3/3/08	3/3/08	100%	H.M. Lei -- G.K. Chia / H. Hong
30	T0602 - Economic Dispatch	2 days	3/4/08	3/5/08	100%	H.M. Lei -- G.K. Chia / H. Hong
31	T0604 - Production Cost Monitor	2 days	3/6/08	3/7/08	100%	H.M. Lei -- G.K. Chia / H. Hong
32	T0601 - Generation Scheduling - LFC (100%)	10 days	3/10/08	3/21/08	100%	H.M. Lei -- G.K. Chia / H. Hong
33	T0705 - Economy-A (50%)	3 days	3/26/08	3/28/08	100%	H.M. Lei -- G.K. Chia / H. Hong
34	T0605 - ITS	1 day	3/24/08	3/24/08	100%	H.M. Lei -- G.K. Chia / L. Crow
35	T0610 - CPS	1 day	3/25/08	3/25/08	100%	H.M. Lei -- G.K. Chia / B. Johnson

36	✓	Network Applications	20 days	3/3/08	3/28/08	100%	
37	✓	T0859 - Optimal Power Flow	3 days	3/3/08	3/5/08	100%	W.H. Chiu – L.P. Lau / B. Gao
38	✓	T0853 - State Estimator	3 days	3/6/08	3/10/08	100%	W.H. Chiu – L.P. Lau / B. Gao
39	✓	T0856 - Security Analysis	3 days	3/11/08	3/13/08	100%	W.H. Chiu – L.P. Lau / B. Gao
40	✓	T0875 - VSA	1 day	3/14/08	3/14/08	100%	W.H. Chiu – L.P. Lau / B. Gao
41	✓	T0860 - Outage Scheduler	1 day	3/17/08	3/17/08	100%	W.H. Chiu – B. Gao / L.P. Lau
42	✓	T0870 - Fault Calculation	1 day	3/18/08	3/18/08	100%	W.H. Chiu – B. Gao / L.P. Lau
43	✓	T0854 - Network Parameter Adapt.	2 days	3/19/08	3/20/08	100%	W.H. Chiu – L.P. Lau / B. Gao
44	✓	T0873 - DSA	2 days	3/21/08	3/24/08	100%	W.H. Chiu – L.P. Lau / B. Gao
45	✓	T0855 - Network Sensitivity	1 day	3/25/08	3/25/08	100%	W.H. Chiu – L.P. Lau / B. Gao
46	✓	T0858 - Voltage Scheduler	1 day	3/26/08	3/26/08	100%	W.H. Chiu – L.P. Lau / B. Gao
47	✓	T0851 - Real Time Sequence Control	2 days	3/27/08	3/28/08	100%	W.H. Chiu – L.P. Lau / B. Gao
48	✓	Scheduling Applications	15 days	3/3/08	3/21/08	100%	
49	✓	T0501 - COP	1 day	3/11/08	3/11/08	100%	C.C. Tsai – D. Gadberry / H.J. Wang
50	✓	T0704 - Load Forecast	6 days	3/12/08	3/19/08	100%	C.C. Tsai – M. Hawley / H.J. Wang
51	✓	T0702/1 - Unit Commitment	5 days	3/3/08	3/7/08	100%	C.H. Chen -- W. Snyder / H.J. Wang
52	✓	T0702/2 - Hydro Scheduling	6 days	3/10/08	3/17/08	100%	C.H. Chen -- W. Snyder / H.J. Wang
53	✓	T0702/3 - Hydro Thermal Coordination	4 days	3/18/08	3/21/08	100%	C.H. Chen -- W. Snyder / H.J. Wang
54		Operator Training Simulator	6 days	3/21/08	3/28/08	90%	
55	☐	T0650 - DTS	6 days	3/21/08	3/28/08	90%	C.C. Tsai / C.H. Chen -- B.Y. Choo / J. La
56		Reserve	0 days	3/28/08	3/28/08	0%	
57		SCADA & Application Testing Complete	0 days	3/28/08	3/28/08	0%	
58		System Testing	25 days	3/31/08	5/2/08	54%	
59		System Redundancy	4 days	3/31/08	4/3/08	90%	
60		T0450 - CNM	4 days	3/31/08	4/3/08	90%	Team – L.Michael / P. White
61		Multi Site	11 days	4/4/08	4/18/08	90%	
62		T0470 - MultiSite / Base (75%)	7 days	4/4/08	4/14/08	85%	Team – P. White / R. Schmitter
63	✓	T0470 - MultiSite for Applications (75%)	4 days	4/15/08	4/18/08	100%	Team – P. White / R. Schmitter
64		System Performance	10 days	4/21/08	5/2/08	0%	
65		T0101 - System Performance & Sizing (100%)	10 days	4/21/08	5/2/08	0%	Team – M. Begic / P. White
66		100 Hour Stability test	0 days	5/2/08	5/2/08	0%	
67	☐	100 Hour Test	0 days	5/2/08	5/2/08	0%	Team – P. White / L. Michael
68		Retest of new Variances	15 days	5/5/08	5/23/08	0%	Team
69		FAT Completed	0 days	5/23/08	5/23/08	0%	

圖 3-1 出廠驗收測試時程表

0 : Review	Review is needed to determine severity.
1 : Critical	Problem that prevents the use of a system feature that is essential to operation. Used only if the system is in commercial use. (TS 13.5.5)
2 : High	Failure of the system to perform a required feature in a manner that significantly reduces the utility of the system or feature or which delays further testing of the system or feature. (TS 13.5.5)
3 : Medium	Failure of the system to perform a required feature in a manner that reduces the utility of the system or feature. By definition, medium severity variances shall not delay any testing. (TS 13.5.5)
4 : Low	Failure of the system to perform a required feature in a manner that reduces the utility of the system or feature only slightly. By definition, low severity variances shall not delay any testing. Variances that record transient failures, that are failures that cannot be readily reproduced, are initially assigned to this severity. (TS 13.5.5)
5 : Info	The problem documented is not a variance, e.g. it is an enhancement which is not required according to the Contract, or it is for information.
6 : Documentation	Documentation irregularity or inconsistency.

Excerpt from R0001 : Siemens Web-Based Variance Tool

圖 3-2 功能差異嚴重性定義

Variance Recording and Resolution – Variance Categories

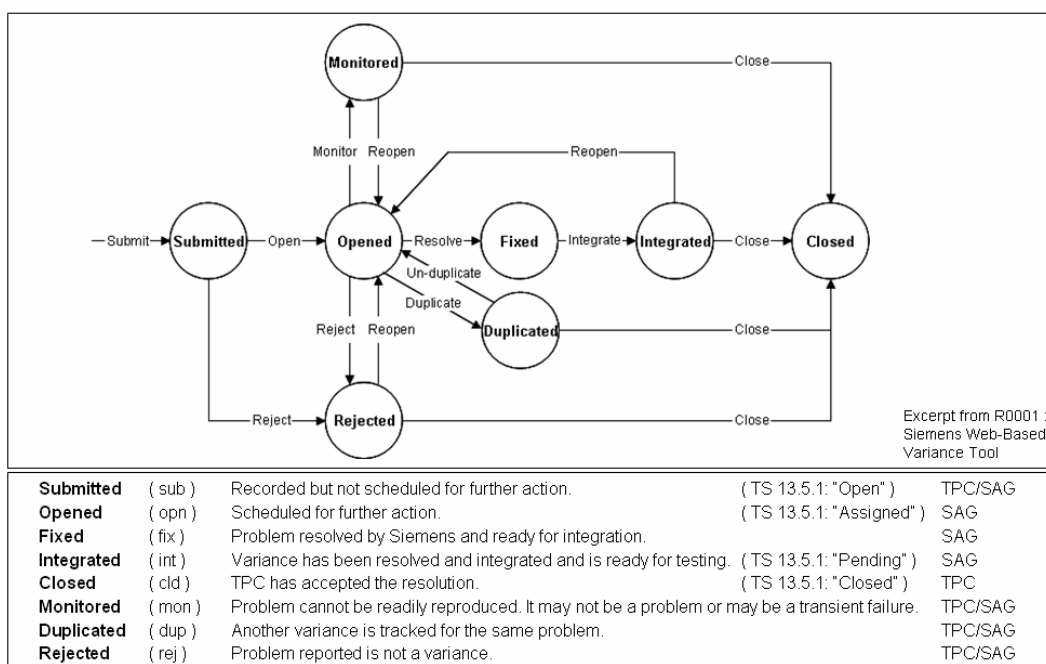


圖 3-3 功能差異作業流程

全系統總共有 1689 個功能差異，統計表如圖 3-4 所示，其中包含操作畫面異常、輸出入功能異常、執行功能異常及功能與技術規範要求不符等。

TPC FAT Variance Count

5/21/2008	sub	opn	fix	int	mon	dup	rej	cld	TOTAL
severity-0	0	1	0	0	0	0	0	1	2
severity-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
severity-2	0	0	0	0	0	0	0	10	10
severity-3	0	51	13	11	2	3	0	397	477
severity-4	0	172	78	44	5	2	3	689	993
severity-5	0	1	0	0	0	0	0	1	2
severity-6	0	12	4	3	0	0	1	185	205
TOTAL	0	237	95	58	7	5	4	1283	1689

5/21/2008	sub	opn	fix	int	mon	dup	rej	cld	TOTAL
Spectrum System	0	54	7	23	3	4	0	192	283
User Interface	0	10	5	0	0	0	0	104	119
Spectrum Database	0	0	0	0	0	0	0	2	2
PDM	0	12	1	2	0	0	0	27	42
Communications	0	6	0	3	0	0	0	14	23
Data Acquisition	0	9	0	0	0	0	0	57	66
Historical Information	0	31	16	5	4	0	0	89	145
Data Processing and Supy Ct	0	33	5	1	0	1	2	99	141
Network Applications	0	20	20	10	0	0	0	216	266
Dispatcher Training Simulat	0	31	3	0	0	0	0	107	141
Power Applications	0	10	17	8	0	0	0	176	211
Scheduling Applications	0	12	20	3	0	0	2	180	217
Hardware	0	9	1	3	0	0	0	20	33
TOTAL	0	237	95	58	7	5	4	1283	1689

圖 3-4 功能差異統計表

此次廠測期間，所有駐廠同仁，全都戮力以赴，幾乎每日超時工作，以期能按預定工作進度完成任務。參考圖 3-4 與 3-5，可看出重測期間，關閉之功能性差異高達 1134 個，但新發現之功能差異亦達 420 個。

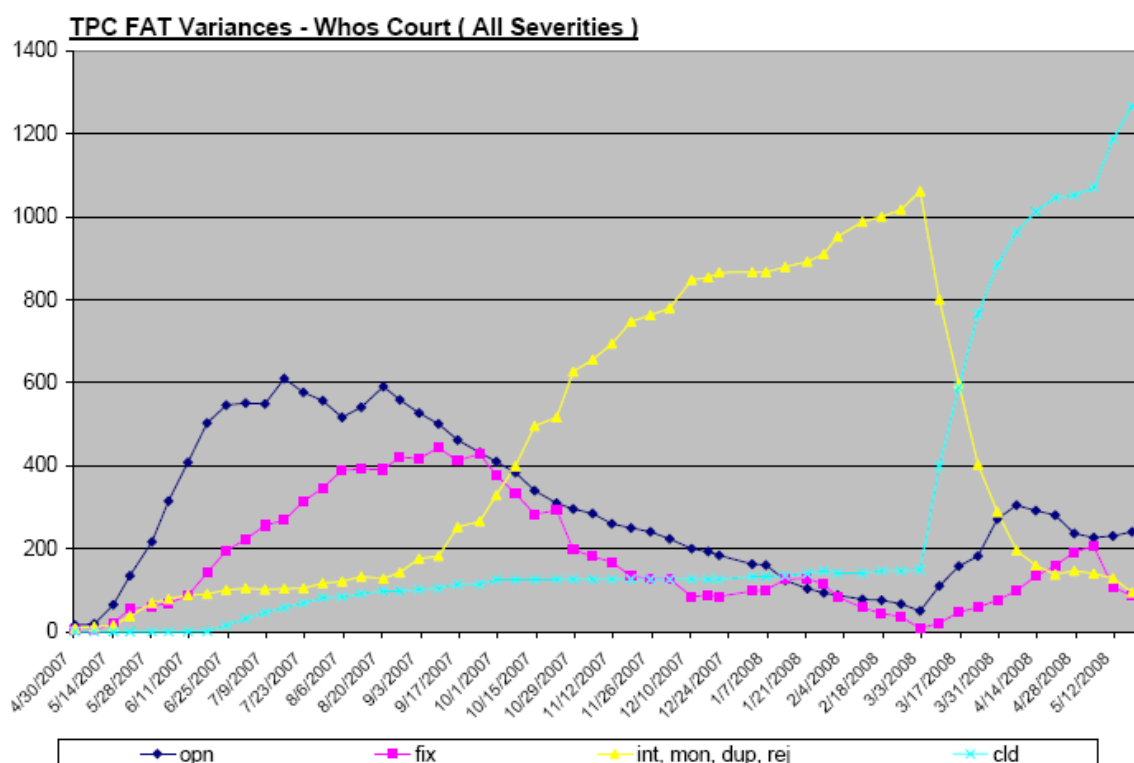


圖 3-5 功能差異變化狀況圖

以下將本次驗收項目，區分為功能測試、雙主控測試及系統性能測試結果加以說明。

3-2、功能試驗

駐廠人員利用了約1個多月時間完成下列40 項功能測試

- (1) T0101 System Performance and Sizing
- (2) T0210 User Interface
- (3) T0240 Graphic Editor
- (4) T0320 RDBMS
- (5) T0442 ICCP
- (6) T0450 Computer Network Management
- (7) T0470 Multi-site
- (8) T0501 Current Operating Plan
- (9) T0511 Historical Information System
- (10) T0516 Disturbance Data Collection
- (11) T0520 Sequence of Events
- (12) T0535 Supervisory Control
- (13) T0540 Alarm Processing
- (14) T0580 Data Processing
- (15) T0591 Telecontrol Interface (TCI)
- (16) T0601 Load Frequency Control
- (17) T0602 Economic Dispatch
- (18) T0603 Reserve Monitor
- (19) T0604 Production Cost Monitor
- (20) T0605 Interchange Transaction Schedule
- (21) T0610 Control Performance Standard
- (22) T0702-1 Unit Commitment
- (23) T0702-2 Hydro Scheduling
- (24) T0702-3 Hydro Thermal Coordination
- (25) T0704 Load Forecast
- (26) T0705 Economy A
- (27) T0851 Real Time Sequence Control
- (28) T0853 State Estimator
- (29) T0854 Network Parameter Adaptation
- (30) T0855 Network Sensitivity
- (31) T0856 Security Analysis
- (32) T0858 Voltage Scheduler
- (33) T0859 Power Flow
- (34) T0860 Outage Scheduler
- (35) T0870 Fault calculation
- (36) T0873 Dynamic Security Assessment
- (37) T0875 Voltage Stability Assessment
- (38) T0950 Operator Training Simulator

- (39) T1400 Equipment Testing
- (40) T6010 Remote Digital Display

3-2-1 測試結果

Performance完成測試後，新增功能差異共420項，其中包含一些重覆（duplicate）或因其他原因被拒絕（reject）外，大部分之差異集中在下列的功能：

- (1) Historical Information (44項)
- (2) Spectrum System (91項)
- (3) Data Processing and Supy Control (51項)
- (4) Power Applications(56項)
- (5) Network Applications (60項)
- (6) Scheduling Applications (40項)
- (7) Operator Training Simulator (50項)。

另請參考附件二：功能差異統計分析表，有更詳細之資訊。

3-3 、雙調度中心(Multisite)測試。

3-3-1 測試架構

系統測試架構如圖3-6所示，係利用兩組RTU設備，利用DNP3.0傳送資

料;另外,利用一台伺服器(bl1c)同時模擬兩個遠端控制中心,利用ICCP
交換資料。

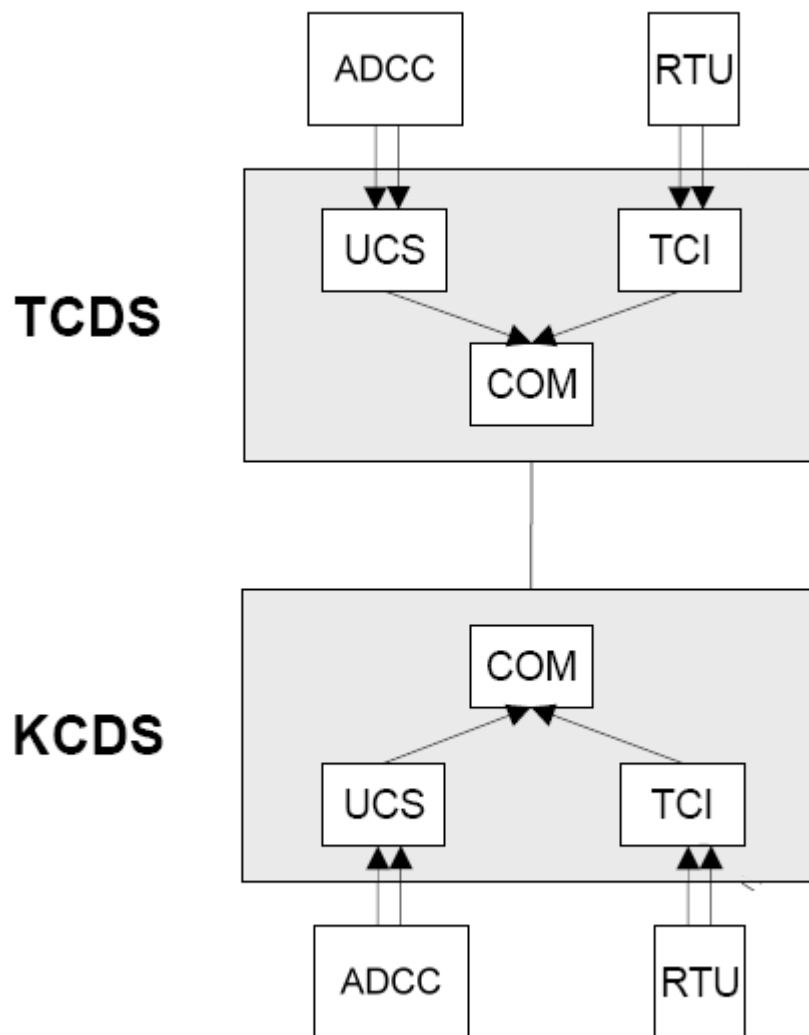


圖 3-6 雙調度中心(Multisite)測示意图

3-3-2 測試情形

幾天測試下來，Multisites功能大多能正常運作，測試結果也讓同仁非常滿意。雖然仍有部分功能差異待修復，但已較去年大幅改善，同仁對於雙調度中心同時運轉能力，亦深具信心。

3-4 、系統性能(Performance) 測試

依據如下所述合約規範條件，執行性能測試(Performance Test) ，包括：

- 10.2.1.1 Base Condition
- 10.2.1.2 Steady State Scenario
- 10.2.1.3 High Activity Scenario
- 10.2.2.1 Steady State Usage
- 10.2.2.2 High Activity State Usage
- 10.2.3 User Interface Response
- 10.2.4 Degraded operation

效能測試係模擬在設備正常(Normal)、伺服器減量 (Degraded Server Operation Test)、網路頻寬降低 (Degraded LAN Operation Test) 等三個運轉條件下，測試系統在穩態(Steady State)及高負載(High Activity) 情境 (Scenario) 時，各伺服器包括CPU、網路、記憶體等之負荷量， SCADA及電力應用系統等反應時間、執行時間等。

由於效能測試是測量EMS性能重要依據，本公司與SIEMENS皆非常重視。本公司測試人員一再檢視測試環境是否符合規範要求；SIEMENS

工程師則檢視是否測試環境超過規範要求。測試前，雙方常會為了檢視場景條件而有爭執，再加上測試前之環境設定約需一小時左右，所以每一場景常需耗時半天來測試。

3-4-1 測試環境

測試系統架構如圖3-7所示，係利用三台筆記型電腦及兩組RTU設備模擬RTU測試點，另利用兩台伺服器模擬遠端控制中心ICCP測試點。另外，硬體連線架構詳如圖3-8

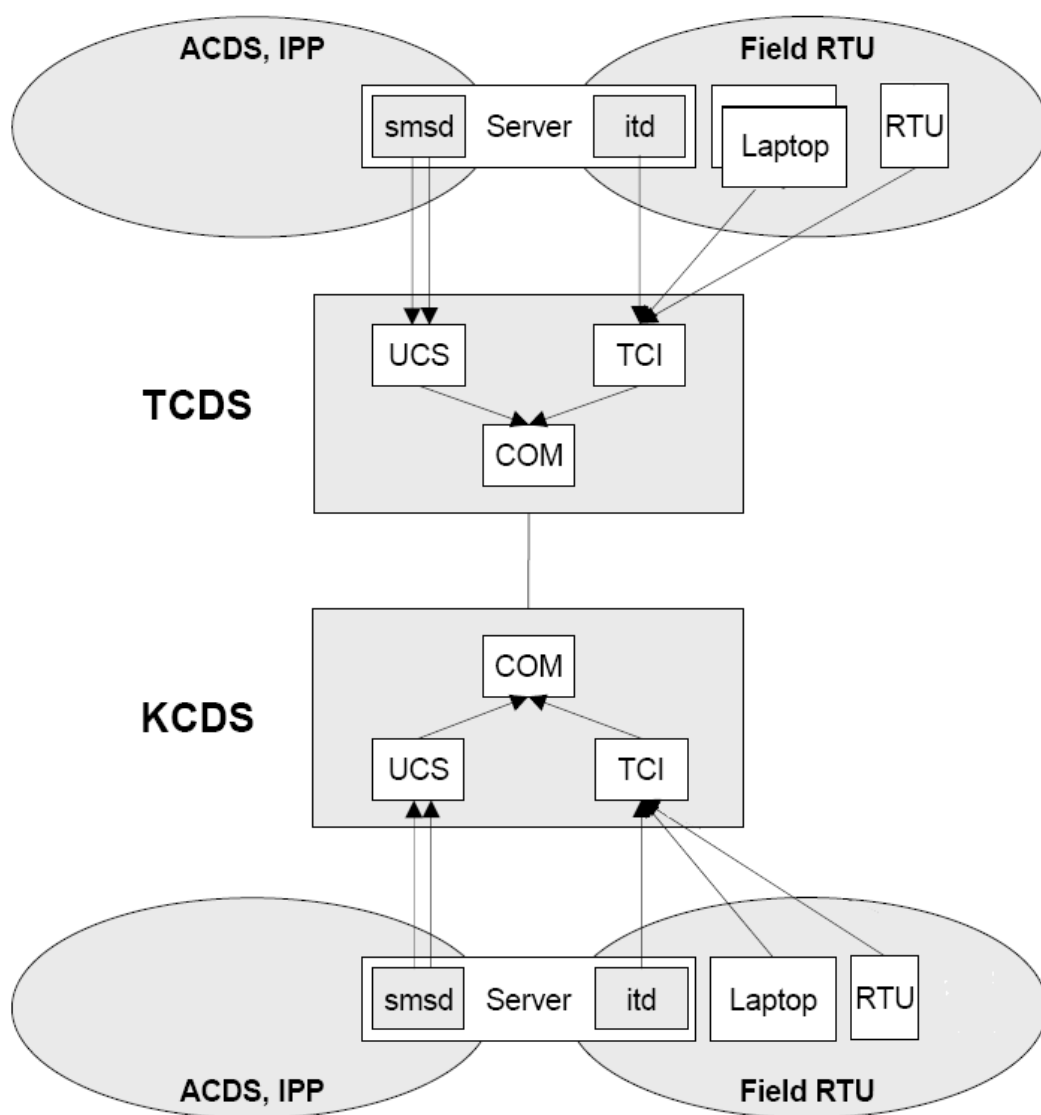


圖3-7 測試系統架構

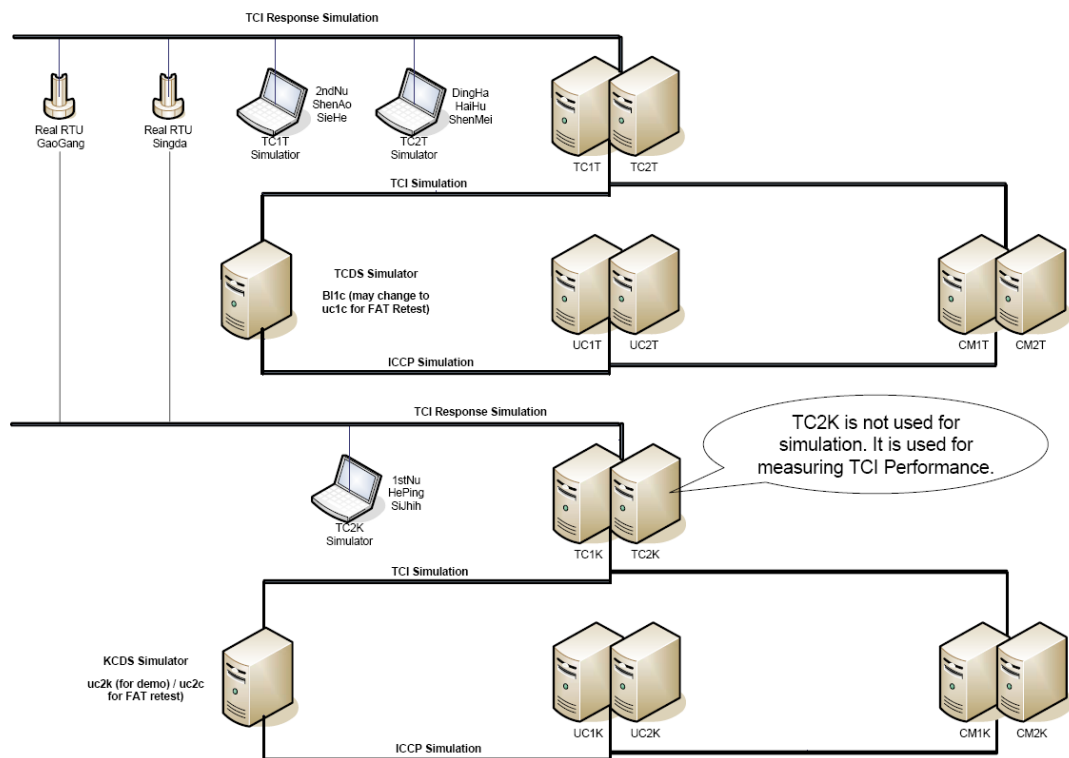


圖3-8 硬體連線架構

3-4-2 測試情境

測試情境分成穩態測試及高負載測試，各情境系統要求如下：

穩態(Steady State)情境

	TS Requirements		Implementation	
	Source	Changes	Source	Changes
Analog	RTU	5,000 / 2 sec	RTU	2,500 / 1 sec
	ICCP	12,500 / 4 sec	ICCP	8,113 / 2 sec
	ICCP	1,863 / 2 sec		
Status Alarms		15 / min	RTU	15 / min
Limit Viaolations		15 / min	RTU	15 / min

高負載(High Activity)情境

	TS Requirements		Implementation	
	Source	Changes	Source	Changes
Analog	RTU	10,000 / 2 sec	RTU	5,000 / 1 sec
	ICCP	25,000 / 4 sec	ICCP	16,226 / 2 sec
	ICCP	3,726 / 2 sec		
Status Alarms		1,000 / min	RTU	1,000 / min
Limit Viaolations		500 / min	RTU	500 / min
	Source	Burst	Source	Burst
Status Alarms		2,000 1 st min	RTU	2,000 1 st min
Limit Viaolations		1,000 1 st min	RTU	1,000 1 st min

3-4-2 系統運轉環境

為求系統效能能符合目前與未來需求，因此測試系統在設備正常、伺服器減量 (Degraded Server Operation Test)、網路頻寬降低 (Degraded LAN Operation Test) 環境等三個運轉條件下，是否能正常運轉。其中伺服器減量測試是將伺服器數量減少一半，觀察系統運轉結果；網路頻寬降低測試是將台北與高雄間主要通訊網路移除，僅靠備用網路，觀察系統運轉結果。

3-4-3 測試結果

Steady State 條件下，不合格伺服器 CPU Loading (單位：%)

伺服器 名稱	Normal 第一次測試 08/04/22	Normal 第二次測試 08/04/29	Normal 第三次測試 08/05/22	Degrade LAN 08/04/29	Degrade Server 08/04/29	平均值
cm1t	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
cm2t	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
gn1t	39.0	46.2	43.2	50.3	47.0	45.1
hs1t	44.6	72.6	71.5	78.8	57.5	65.0
hs2t	36.4	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
cm1k	32.6	NA	NA	NA	NA	NA
cm2k	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
gn1k	Pass	Pass	Pass	31.8	37.0	
hs1k	71.3	81.7	36.4	85.4	52.8	65.5
m01t	Pass	34.0	Pass	Pass	Pass	
m02t	Pass	25.3	25.3	31.5	Pass	
m03t	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	
m04t	26.0	28.3	Pass	25.8	29.3	27.3
t02t	25.6	Pass	Pass	Pass	Pass	

Note：

NA：no perf directory on cm1k, cannot SNAP cpumeas.

平均值謹供評估參考，依合約規定每種情境必須低於 25%，因此不能以平均方式處理

藍色數字：高於 TPC TS 規範要求 10%以內

綠色數字：高於 TPC TS 規範要求在 10%~50%以內

紅色數字：高於 TPC TS 規範要求 50%以上

High Activity 條件下，不合格伺服器 CPU Loading (單位：%)

伺服器 名稱	Normal 第一次測試 08/04/23	Normal 第二次測試 08/04/29	Normal 第三次測試 08/05/22	Degrade LAN 08/04/29	Degrade Server 08/04/29	平均值
cm1t	84.1	Pass	51.0	69.7	Pass	81.4
cm2t	Pass	82.4	82.8	74.4	83.5	
gn1t	Pass	Pass	45.5(Pass)	56.0	Pass	
hs1t	52.5 *	82.1	73.8	82.0	Pass **	79.3
hs2t	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
cm1k	64.6	83.6	65.6	NA	NA	71.3
cm2k	Pass	75.7	Pass	66.6	Pass	
gn1k	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
hs1k	Pass *	77.5	72.0	82.7	66.1 **	77.4
m01t	63.4	Pass	Pass	Pass	Pass	
m02t	63.5	Pass	Pass	Pass	69.9	
m03t	61.8	Pass	Pass	Pass	52.5	
m04t	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	
t02t	86.9	Pass	Pass	Pass	56.5	

Note：

NA：no perf directory on cm1k, cannot SNAP cpumeas

平均值謹供評估參考，依合約規定每種情境必須低於 50%，因此不能以平均方式處理

藍色數字：高於 TPC TS 規範要求 10%以內

綠色數字：高於 TPC TS 規範要求在 10%~50%以內

紅色數字：高於 TPC TS 規範要求 50%以上

* HIS down

** Trending 改用 image data.

1. COM 伺服器 CPU 負荷>Loading)

a、Steady State 必須測試三種情境 Normal case、Degrade LAN、Degrade Server，每一情境之 CPU Loading 必須低於 25%。駐

廠其間 Normal case 曾測試三次、Degrade LAN 測試一次、Degrade Server 測試一次，總計共測試五次，結果高雄系統有四次 CPU Loading 測試符合合約要求(低於 25%)，一次 CPU 32.6%未符合合約要求，台北系統則在五次測試中 CPU Loading 均符合合約要求。

b、High Activity 必須測試三種情境 Normal case、Degrade LAN、Degrade Server。每一情境之 CPU 負荷必須低於 50%。駐廠其間 Normal case 曾測試三次、Degrade LAN 測試一次、Degrade Server 測試一次，總計共測試五次 CPU Loading，每次均未達到合約要求，平均 CPU 負荷台北系統是 81.4%、高雄系統是 71.3%，表示 COM 伺服器在 High Activity 運轉時負荷相當沉重。

c、CPU Loading 經 4 月 22 日至 4 月 29 日兩週性能測試後，證實 COM 伺服器在 High Activity 情況負荷相當重，西門子方面認為是 Alarm Window 設計不當和 Alarm Summary 中 Alarm 訊息數量過多所致，因此將 Alarm Window 搬移至 Basic Signal Window 並將 Alarm 訊息數量由 10000 項縮減至 5000 項，並於 5 月 22 日要求重測，測試結果台北系統 COM 伺服器 CPU Loading 82.4%，高雄系統 65.6%，並未有顯著改善。

2. HS 伺服器 CPU Loading 在三種不同情境十次測試中(Steady State 五次，High Activity 五次)，均未達到合約要求：。

a、Steady State 台北系統 HS 伺服器平均 CPU Loading 65.0%，高雄系統 HS 伺服器平均 CPU Loading 65.5%，規範要求低於 25%以下。

- b、High Activity 台北系統 HS 伺服器平均 CPU Loading 79.3%，高雄系統 HS 伺服器平均 CPU Loading 77.4%，規範要求在 High Activity CPU Loading 低於 50%以下。
- c、上述數據顯示 HS 不論在 Steady State、High Activity，台北高雄兩系統 HS 伺服器 CPU Loading 均相當沉重，在平時運轉時已有潛在風險。
- d、第 18 次工程進度會議中，西門子承諾將 HS 伺服器升級俾改善上述缺失，直到符合合約要求。

3. GTNA 伺服器

- a、在 Steady State 三種情境，五次測試，結果 CPU Loading 均未達到合約要求，平均 CPU Loading 45.1%(規範要求每種情境均應低於 25%)。
- b、在 High Activity 五次測試，結果有四次 CPU Loading 達到合約要求，另一次稍高出規範要求 12%。
- c、電力系統應用程式執行時間(Power Application Function Elapsed Time)：
 - i. State Estimate：
 - ◆ Steady State：合約規定 10 秒以下，測試結果：29.5 秒（4/29 磁碟機升級前），17.9 秒（5/22 磁碟機升級後）。
 - ◆ High Activity：合約規定 15 秒以下，測試結果：24.1 秒（4/29 磁碟機升級前），14.4 秒（5/22 磁碟機升級

後)。

ii. Dispatcher Power Flow

◆ Steady State：合約規定 4 秒以下，測試結果：25.0 秒 (4/29 磁碟機升級前)，12.3 秒(5/22 磁碟機升級後)。

◆ High Activity：合約規定 4 秒以下，測試結果：21.7 秒 (4/29 磁碟機升級前)，11.8 秒(5/22 磁碟機升級後)。

d、第 18 次工程進度會議中，西門子承諾增加一台 GCNA 伺服器，即將原 GCNA 伺服器功能分散俾改善上述缺失，但要求本公司接受 State Estimate 程式執行時間 18-22 秒，Dispatcher Power Flow 程式執行時間 10-12 秒(同 5 月 22 日所測知之電力系統應用程式執行時間)。在該次會議中本公司同意接受上述數據，但要求依合約方式解決(contractual issue)。由上述結論可知西門子無意將 GCNA 升級至更快之 CPU 以改善電力系統應用程式執行時間，最終只願意以增加同等級之伺服器以改善 Steady State CPU Loading。

4. MMI 伺服器 CPU Loading

a、在 Normal Steady State 測試結果有 m02t(25.3%)未能符合合約要求。

b、在 Degrade LAN Steady State 測試結果有 m02t (31.5%)、m04t(25.8%)未能符合合約要求。

c、在 Degrade Server Steady State 測試有 m04t (29.3%)未能

符合合約要求。

d、在 Degrade Server High Activity 測試有 m02t (69.9%)、m03t(52.5%)、t02t(56.5%)未能符合合約要求。

4、心得與建議

本次出國期間為期3個月，在駐廠同仁的努力下，電能管理系統（EMS）汰換案目前已完成規劃中的FAT出廠試驗；雖駐廠同仁檢測出的功能差異(Variance)項目仍多，惟西門子公司已針對嚴重程度3的功能差異個別提出了改善措施。新電能管理系統所具有之功能較現有系統多，且因具有異地備援及調度員模擬訓練功能，在人力與工作整合方面需及早做更周詳的規劃與調整，以期在交貨後儘速發揮新電能管理系統的功能，進而讓調度員在軟硬體配備完整下，進行安全且經濟的調度，提供用戶穩定可靠的電力。

本次參與各項功能的測試，獲益良多，茲就本次出國任務提出心得與建議如下：

一、密切督促西門子儘速修復功能差異

目前電能管理系統（EMS）設備老舊、功能無法滿足運轉需求，必須儘早更新。新EMS採用分散式系統架構，具有多項功能及更佳的穩定性，現雖尚有許多功能差異，但西門子已承諾期限修復，為確保西門子能如期修復功能性差異，建議隨時監督其功能差異修改進度，以期早日完成系統汰換，提昇電力系統安全。

二、SAT 測試進行時，建議加入非制式測試並注意異常狀況

驗收測試時，須測試之功能項目繁多，每項功能所分配的測試時間有限，若依測試程序書內的測試步驟操作，並不足以達成整個功能

的測試，必須加入非制式測試，方屬完備，因此建議 SAT 測試人員必須在整個測試過程中加入非制式測試，並隨時注意可能的異常狀況，記錄成為功能差異，要求西門子公司修正。

三、建議同仁詳讀各項技術文件

整個電能管理系統應用軟體功能及相關文件資料繁多，同仁應熟稔自己的技術規範及西門子公司所提供相關文件，並反覆研讀這些資料，才會瞭解此電能管理系統，以利驗收。當西門子公司移交後，才更有能力應付及解決各種不同的問題，使得電能管理系統在同仁努力維護下，能提供系統調度人員一套完善穩定的即時監控系統。

四、有關系統維護 建議參考其他電力公司做法

像 EMS 如此複雜龐大之系統，為維護系統穩定，一般公司都會在驗收後之兩三年內，先跟原廠商簽訂服務合約，俾逐步提升自行維護系統之能力，建議公司參考其他電力公司做法，以發揮系統之最大效益。

五、建議儘早加強應用程式之維護人力

新EMS之功能相當複雜繁多，所使用之程式語言及公用程式更為複雜，內有C程式語言，FORTRAN，Pascal，Oracal指令，AIX指令，bq，dbx, vau, mpu, adu 等共用程式，在語法上和結構上差異甚大，建議儘早規畫或加強應用程式之維護人力，俾能順利維護不同之功能。

5、參考文件

1. 鄭金龍，張木軍，石連柱。台電中央調度中心分散型電能管理系統的規劃與建置。台電工程月刊 第 688 期 94 年 12 月號。
2. 陳化乙，邱文賢。電能管理系統汰換計劃出廠驗收 EMS 電力應用軟體。95 年出國報告。
3. 陳政宏、林琦軒 「中央調度控制系統」資料庫工作，出廠驗收「中央調度控制系統」EMS 電力應用軟體。96 年出國報告。
4. 邱文賢 「中央調度控制系統」資料庫工作，出廠驗收「中央調度控制系統」EMS 電力應用軟體。96 年出國報告。
5. 雷旭民、范 正 「中央調度控制系統」資料庫工作，出廠驗收「中央調度控制系統」EMS 電力應用軟體。96 年出國報告。
6. 王增雄 「中央調度控制系統」資料庫工作，出廠驗收「中央調度控制系統」EMS 電力應用軟體。96 年出國報告。
7. Network Applications Training Course
8. TPC Import Data Definition U332

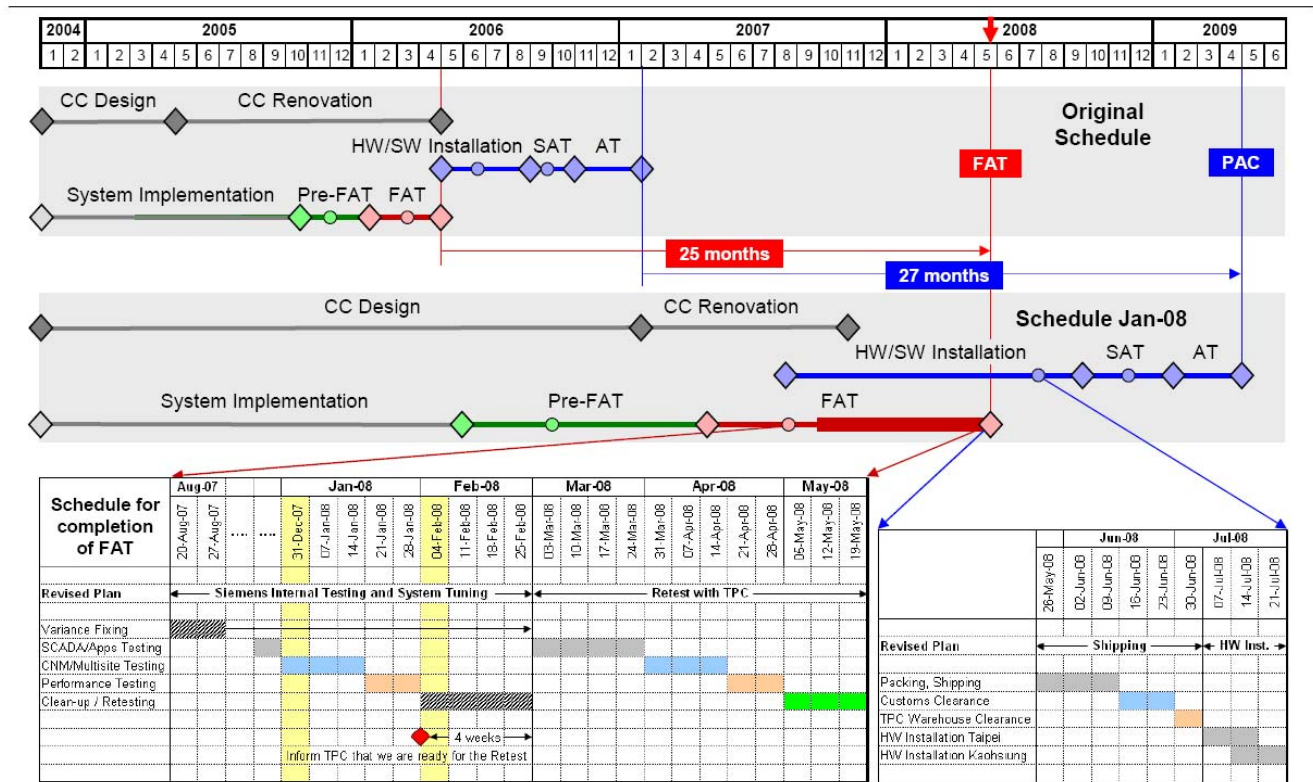
附錄

附件一：FAT 重新測試時程表

附件二：FAT 重新測試統計表

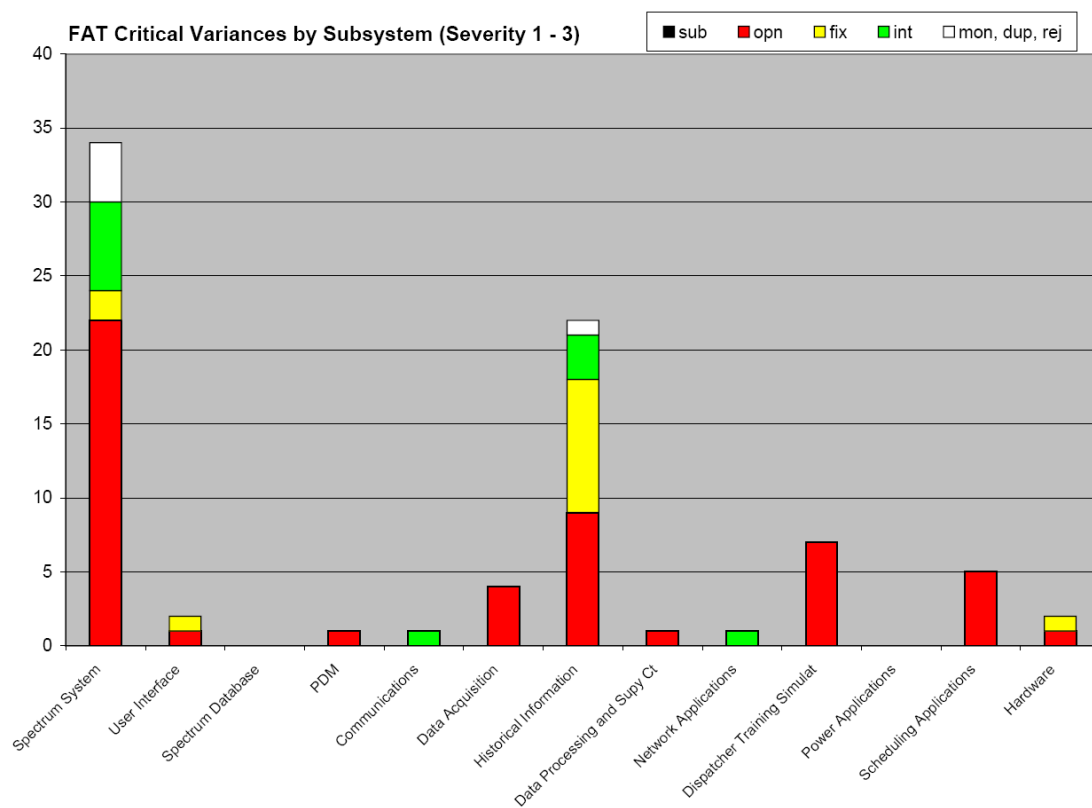
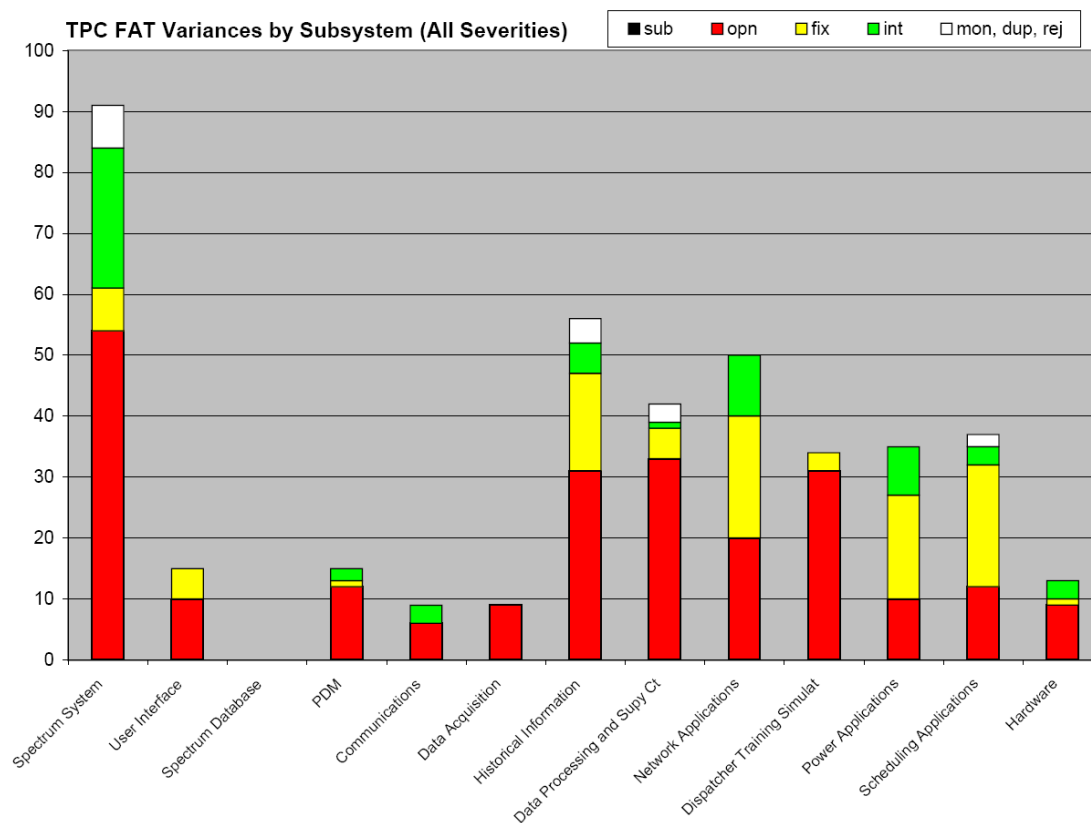
附件一：FAT 重新測試時程表

Schedule January 2008



SIEMENS

附件二：FAT 重新測試統計表



TPC FAT Variance Count

5/21/2008	sub	opn	fix	int	mon	dup	rej	cld	TOTAL
severity-0	0	1	0	0	0	0	0	1	2
severity-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
severity-2	0	0	0	0	0	0	0	10	10
severity-3	0	51	13	11	2	3	0	397	477
severity-4	0	172	78	44	5	2	3	689	993
severity-5	0	1	0	0	0	0	0	1	2
severity-6	0	12	4	3	0	0	1	185	205
TOTAL	0	237	95	58	7	5	4	1283	1689

5/21/2008	sub	opn	fix	int	mon	dup	rej	cld	TOTAL
Spectrum System	0	54	7	23	3	4	0	192	283
User Interface	0	10	5	0	0	0	0	104	119
Spectrum Database	0	0	0	0	0	0	0	2	2
PDM	0	12	1	2	0	0	0	27	42
Communications	0	6	0	3	0	0	0	14	23
Data Acquisition	0	9	0	0	0	0	0	57	66
Historical Information	0	31	16	5	4	0	0	89	145
Data Processing and Supy Ct	0	33	5	1	0	1	2	99	141
Network Applications	0	20	20	10	0	0	0	216	266
Dispatcher Training Simulat	0	31	3	0	0	0	0	107	141
Power Applications	0	10	17	8	0	0	0	176	211
Scheduling Applications	0	12	20	3	0	0	2	180	217
Hardware	0	9	1	3	0	0	0	20	33
TOTAL	0	237	95	58	7	5	4	1283	1689