

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：實習)

(裝訂線)

### 配電饋線自動化系統現場設備實務研討

服務機關：台灣電力公司  
出國人職稱：電機工程監  
電機工程師  
姓名：李武漢(449557)  
黃啟通(866362)  
出國地區：韓國、德國、法國  
出國日期：92.12.28~93.01.19  
出國計畫：92年度第239號  
報告日期：93.03.12

G3/  
C09205593

## 行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：配電饋線自動化系統現場設備實務研討

頁數 38 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

李武漢/台灣電力公司/台中區營業處/電機工程監/(04)22245141-450

黃啟通/台灣電力公司/業務處/電機工程師/(02) 23667662

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他

出國期間：92.12.28~93.01.19 出國地區：南韓、德國、法國

報告日期：93年3月12日

分類號/目

關鍵詞：Network Manager、MicroSCADA、Seefox M8400、FLISR、FRTU、FTU、  
環路開關

內容摘要：(二百至三百字)

為提昇配電系統供電品質，加強用戶服務，本公司正依「加速配電饋線自動化整體實施計畫」陸續推動相關區處之配電饋線自動化系統，然因「配電饋線自動化系統」之技術日新月異，為確保本公司各區處建置中之「配電饋線自動化工程」相關系統功能及設備能發揮預期中的成效，故實地前往國外具配電饋線自動化經驗之廠家及電力公司，收集「配電饋線自動化系統」和其所需現場設備最新發展趨勢、相關技術及經驗，以供本公司進行中「配電饋線自動化工程」建置參考。

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

## 目 錄

壹、實習任務	1
貳、出國行程	1
參、實習內容	1
肆、漢江奇蹟與韓電的配電自動化	1
一、韓電的配電自動化系統之實施現況	3
二、韓電的配電自動化系統之架構與功能	4
(一)、韓電的 Small DAS 與 Total DAS 之差異	4
(二)、韓電的配電自動化系統之特色	7
三、韓電 DAS 的配電調度中心—以水原區營業處為例	8
四、韓電的架空及地下環路開關	10
五、韓國廠家的自動開關	11
(一)、ILJIN 公司的自動開關	11
(二)、ENTEC 公司的自動開關	13
伍、歐洲的電業與配電自動化	18
一、ABB 集團的配電自動化系統	19
(一)、大型的配電自動化系統—Network Manager	19
(二)、中小型的配電自動化系統—MicroSCADA 加 Open ++ Opera	22
二、德國 ABB 公司之現場設備	24

陸、	浪漫法國與法國的配電自動化	27
一、	Schneider 的配電自動化系統—Seefox M8400	28
二、	Schneider 公司之現場設備	29
柒、	結論	33
捌、	參考資料	37 <sub>36</sub>
玖、	進階參考資料	38 <sub>37</sub>

## 壹、實習任務

赴韓國、德國、法國等地研習配電饋線自動化系統現場設備實務。

## 貳、出國行程

- 一、92年12月28日～93年1月3日 韓國  
赴韓國電力公司(KEPCO)、ILJIN公司及ENTEC公司研習。
- 二、93年1月4日～93年1月5日 德國往程。
- 三、93年1月6日～93年1月11日 德國。  
赴德國ABB公司研習。
- 四、93年1月12日 法國往程
- 五、93年1月13日～93年1月16日 法國。  
赴法國Schneider公司研習。
- 六、93年1月17日～93年1月19日 返程。

## 參、實習內容

本公司為提高配電系統供電可靠度、縮減停電時間及範圍，加強服務用戶，目前正積極進行配電饋線自動化系統之建置，然「配電饋線自動化系統」之技術日新月異，為確保本公司各區處建置中之「配電饋線自動化工程」相關系統功能及設備能發揮預期中的成效，故實地前往國外具配電饋線自動化經驗之廠家及電力公司，收集「配電饋線自動化系統」和其所需現場設備最新發展趨勢、相關技術及經驗，以供本公司進行中「配電饋線自動化工程」建置參考。

今就本次赴韓國、德國及法國有實務經驗廠家及電力公司所收集到之「配電饋線自動化系統」相關技術與經驗資料整理詳述如後。

## 肆、漢江奇蹟與韓電的配電自動化

第一次到韓國的人往往會被韓國人的旺盛企圖心與魄力所震攝。除了新穎雄偉的機場、四通八達的公路網、現代與傳統融合的城市建設以外，到處可見其大企業(財團)的痕跡，韓國人每天生活幾乎都在三星(Samsung)、LG、現代等大企業的影子之下，從上班工作的商社、代行的汽車、加油的油氣站，以迄住的高聳公寓、購物的便利商店、家用的冷暖氣機與溝通用的手機等，無一不是韓國人自有的品牌。韓國人愛用國貨而

排斥舶來品，其民族自尊心與榮譽感，經由參訪的韓國友人解說，是極令人敬畏的。當然這與從朴正熙總統以來，由政府主導企業發展的政策密不可分。雖然現在韓國已發現如此的產業發展政策有缺失，轉而也想發展中小企業。但這種由政府主導，產業界全力配合，全國百姓也因民族自尊，畏於旁人指責而樂於使用，然後讓所有「韓國」有關的東西，皆能在世界拔得頭籌或佔有一席之地，已蔚然成為韓國人精神的一部份。

韓電(KEPCO)的配電自動化，大體也是循上述的發展模式。韓國政府意識到配電自動化是一項產業，雖非極大但應屬可為，故透過目前仍屬國營的韓電(KEPCO)之電力研究所(Korea Electric Power Research Institute)來主導，邀集相關的產業界，例如開關/斷路器製造者、通訊與資訊(IT)產業，其中有的是韓電轉投資的子公司等共七家，於 1991 年開始研發韓國的配電自動化系統。

韓電與歐洲的電業一樣，擬藉由實施配電自動化系統，來達成縮短事故停電時間、減少人事成本支出與延緩投資配電系統的資本支出[3][6]，而於 1998 年到 2001 年間，在韓電位於鄉下偏遠地方的 173 個服務所(low-grade business offices)安裝有小型配電自動化系統(Small DAS)[1]。2000 年韓電再針對都會地區的需要，提昇系統的功能，而發展成為現在的完整型配電自動化系統(Total DAS)。2003 年起更雄心勃勃的推出中文及英文版的配電自動化系統，準備要外銷搶佔國外市場。韓電配電自動化系統的詳細研究與發展現況[2]，請參閱表一。

表一、韓電(KEPCO)配電自動化系統的研究與發展現況

年度	工作內容
1987—1990	Field test of foreign system (W.H. system for 2 s/s, 20 d/l, 42 switches by PLC)
1991—1993	Development Korea Distribution Automation System (KODAS)
1994—1996	Field Test of KODAS (4 s/s, 25 d/l, 125 switches by twist pair cable)
1997—2000	Development of new distribution automation system by mobile and optical fiber
2000—2002	Development of DAS application programs and the interface between systems
2002—2004	Software upgrade for optimal operation of distribution networks
2003—2004	Development of DAS for export written by Chinese and English

### 一、韓電的配電自動化系統之實施現況

韓電的配電自動化系統之推展，基本上可分成兩個不同階段，首先針對供電要求較不嚴苛之鄉下地方，發展與安裝小型配電自動化系統(Small DAS)，而後提昇系統的功能與可靠度，將其升級為完整型配電自動化系統(Total DAS)並在都會地區安裝及運轉。由於韓電的配電自動化系統之推展乃循序漸進，先鄉村而後都市，故目前兩套系統都還並存，只是韓電已著手將前者逐年汰換升級為後者。

韓電的配電電壓為 3 相 4 線 22.9KV 多重接地系統，饋線的最大故障電流限制在 8,000 安培以下，每條饋線上約有 3 到 4 個自動化開關來分區段。目前韓電共有 6,010 條配電饋線，其中有 3,726 條(約 62%)已於 2003 月底前完成自動化了[1]。表二說明韓電從 1998 年以來完成 DAS 的情形[1][3]。表三則說明 DAS 運用各種通訊媒體的情形[1][3]。

表二、韓電從 1998 年以來實行配電自動化系統的情形

項目	1998 年	1999 年	2000 年	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年	合計
# of Small DAS	18	66	61	29		-8	-8	158
# of Total DAS			2	1	9	8	8	28
# of Automated Switches	896	4,390	2,951	4,519	2,489	2,500	2,600	20,345
Ratio of Automated Distribution Feeder(%)	5	23	42	45	50	62	70	6,010
Ratio of Remote Operation Switch(%)	1	6	9	13	15	17	20	103,000

表三、韓電的 DAS 運用各種通訊媒體的情形

Media	Speed(bps)	\$Fee/month	App. Year	Ratio(%)
Telephone Wire	1,200	25,300	1998	48
Wireless(Mobile)	9,600	15,000	1998	23
PCS(CDMA)	9,600	10,000	2000	1
Trunked Radio	9,600	0	2000	14
Optical Fiber	1,200	28,000	2000	12
Twist Pair Cable	1,200	0	1995	2
PLC	72	0	1987	Not Used
CATV	9,600	0	1998	Not used

## 二、韓電的配電自動化系統之架構與功能

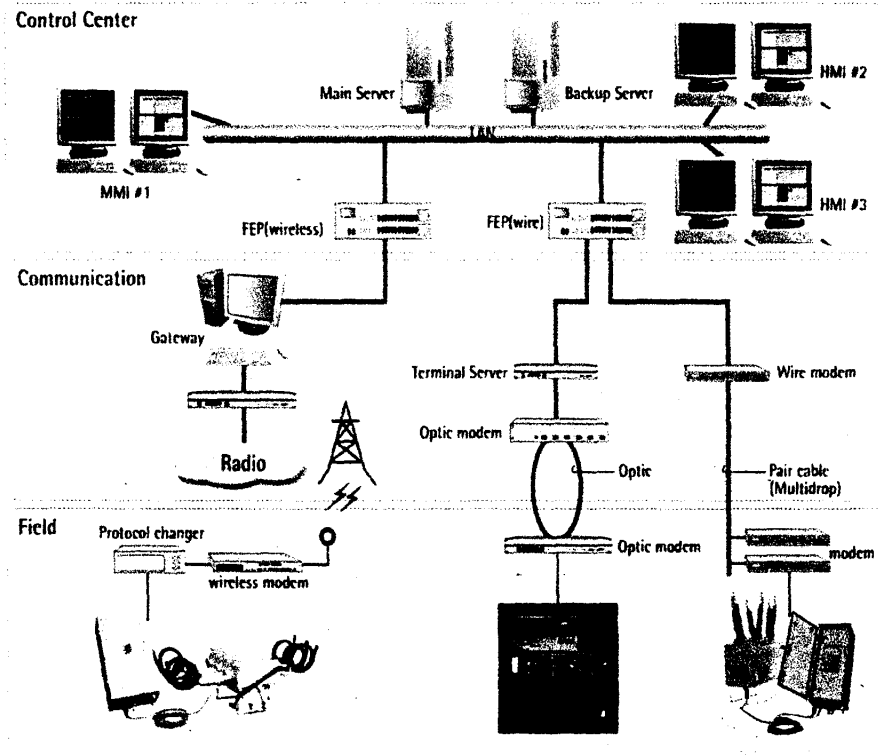
### (一)、韓電的 Small DAS 與 Total DAS 之差異

#### 1、架構

小型配電自動化系統(Small DAS)	完整型配電自動化系統((Total DAS)
<p>(1)、控制中心僅使用一台工業級 PC、二個 21 吋螢幕、一台雷射印表機、HUB 與 LAN。沒有使用資料庫或 GIS 工具。</p> <p>(2)、系統的容量只僅能遙控少於 200 台饋線開關。</p> <p>(3)、圖控畫面為單線圖顯示</p> <p>(4)、架構簡單且成本低。</p>	<p>(1)、可採單個或雙伺服器，採 Optical Raid 5 雙硬碟做資料備分，作業系統在工作站與伺服器皆使用 Windows 2000，資料庫系統為 MS SQL server，Middleware 使用 Basestar 3.2。</p> <p>(2)、圖控畫面為 GIS-Based 但也可以轉換成單線圖顯示。</p> <p>(3)、可視控制中心需要，安裝一或多部電腦供調度員使用(圖二)。</p> <p>(4)、DAS 設備包括一中央控制系統 (CCS)、FEP、通訊媒體、FTU 與自動化開關等(圖一)。</p> <p>(5)、增刪應用軟體很容易。</p> <p>(6)、系統架構與規模富彈性— Multiple HMI/FEP, Redundancy or single。</p> <p>(7)、DAS 軟體從筆記型電腦到伺服器皆可執行。</p>

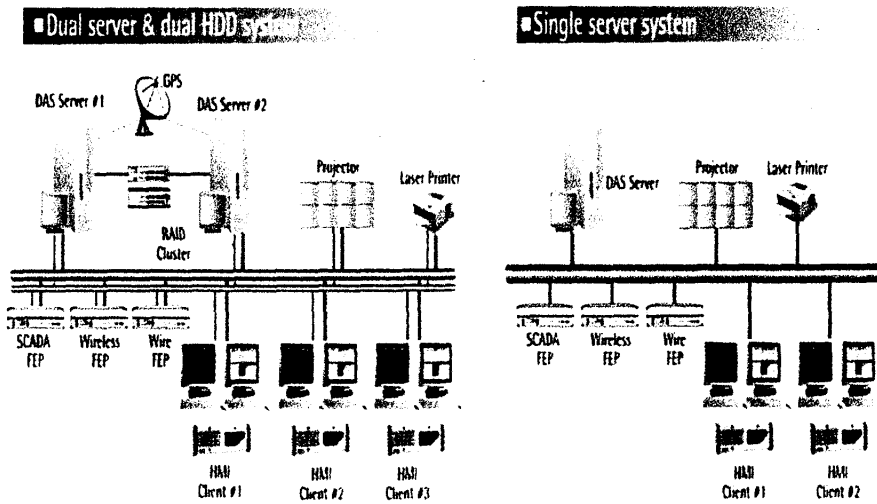


圖一、韓電的 Total DAS 架構圖



\* FEP : Front End Processor, FRTU : Feeder Remote Terminal Unit

圖二、配電調度中心的 Total DAS 架構圖



## 2、功能

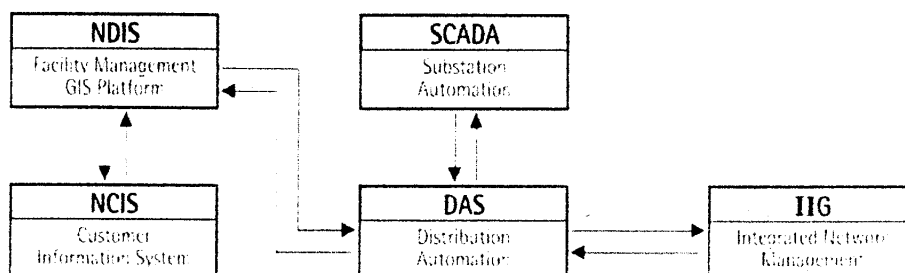
Small DAS 只具備 SCDAD 的四遙基本功能(遠端監視、遠端控制、遠端測量、遠端設定之功能如表四)，而 Total DAS 除了上述基本功能外，還有 System Networking，即與變電所自動化有介面，以取得主變最大負載、饋線斷路器狀態、饋線出口電流；與 GIS-based 的 NDIS(New Distribution Information System) 有介面，以取得配電設備的資料；與 Small DAS 有介面，以便執行遠端控制。此外就是故障地點偵測、隔離、復電(FLISR)，保護協調，饋線最佳化，調度員模擬訓練，過載偵測與負載移轉的應用軟體功能。

表四、韓電 DAS 的四遙基本功能

遠端監視	遠端控制	遠端測量	遠端設定
1.open/close	1.open/close	1.current (A, B, C, N)	1.minimum pickup current (phase, ground)
2.lock/unlock	2.lock/unlock	2.voltage (A-N, B-N, C-N)	2.time delay for inrush current
3.remote/local	3.battery test	3.fault current (A, B, C, N)	*3.angle of phase unbalance
4.gas pressure normal/abnormal	4.fault indicator reset		*4.voltage magnitude low limit
5.battery voltage normal/abnormal			*表示 Total DAS 才有的功能
6.fault indicator (instant/permanent)			
7.open line(phase missing)			
8.phase unbalance			

## 3、介面與整合

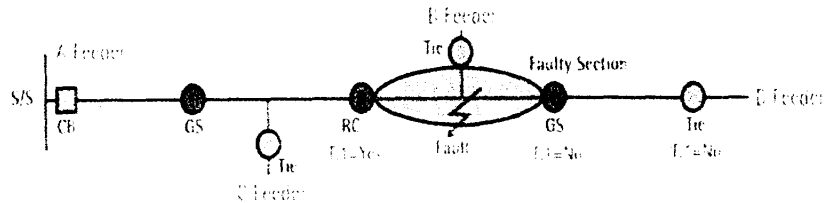
Small DAS 只有 SCDAD 的基本功能，且圖控畫面係單線示意圖，故不須要與其他系統介面或整合，便可發揮與達成系統的功能與目標。惟 Total DAS 乃 GIS-Based，故與 GIS 為平台的 NDIS 系統有介面，以取得配電設備的圖形資料，至於配電設備的屬性資料則從 IIG 系統取得，另為減少系統成本、簡化系統架構，故透過變電所自動化(SCADA)，取得主變之 Mw、Mvar、匯流排電壓、饋線斷路器的 ON/OFF 狀態與電流等資料。下圖為韓電 Total DAS 的介面示意圖。



#### 4、FLISR(Fault Location, Isolation and Service Restoration)功能

韓電的配電自動化饋線通常分成四段並與相鄰的三饋線設常開點聯絡。下圖舉一個韓電典型的自動化饋線，說明 FLISR 的處理程序。

Standard configuration of distribution feeder (4 section & 3 link)



- (1)、從饋線斷路器或復閉器跳脫知道饋線發生永久故障。
- (2)、收到從 FTU 傳回來之故障指示信號(F.I)
- (3)、調度員的監控畫面自動轉成饋線單線圖顯示
- (4)、比對故障指示信號找到故障點
- (5)、從監控畫面的單線圖上看到故障區段、區段負載、聯絡饋線的名稱與容量
- (6)、饋線自動化程式(Feeder Automation Program)計算轉供負載
- (7)、饋線自動化程式提出開關操作程序書
- (8)、利用遠端控制指令執行開關投切，恢復健全區段的供電

#### (二)、韓電的配電自動化系統之特色

Total DAS 乃韓電最新一代的產品，參訪後發現它有幾項特色：

- 1、GIS-based 的調度監控畫面可與單線圖相互自動轉換。

通常調度員會從 GIS-based 的調度監控畫面，來查看自動化設備的座落與配電系統走向，而且沿著地理街道來展現，正是 GIS-based 強調的特點，但正因它依比例與地理方位來展現，有時總覺得太複雜且不易跟隨。Total DAS 提供此一方便功能，調度員只要點選某個開關，系統即自動將此開關的饋線 CB 及其下游與聯絡的開關點找出來，而後繪出單線圖，上面並標示導線別/長度、開關的電流量、線段的負載、聯絡開關的負載容量等，顯示的模式可選擇只有自動或自動與非自動開關或含所有分歧線的開關等。只可惜現場請韓電人員示範時，卻稱因資料庫的某種緣故，現在暫時無法示範。

- 2、配電自動化的圖控畫面很簡單，只標示開關而已，其他如變壓器或與用戶關聯的資料等皆略去，而且其 GIS-Based 的配電線路係沿著街道而繪，就如同本公司的系統圖，而非目前台中 DAS 所用的線路圖。
- 3、復閉器(Recloser)仍是韓電的架空配電自動化系統的主要設備。目前韓

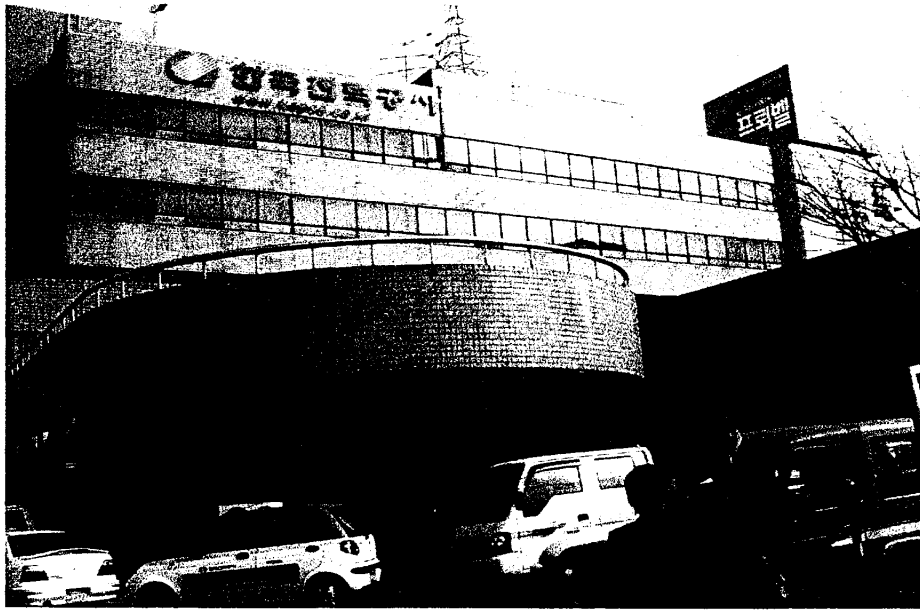
電的 22.9KV 仍存在很多復閉器，只是配合配電自動化，都改成可遠端遙控的自動化型式罷了。

4、韓電的配電自動化目前只有 open loop 系統，而沒有 closed loop 系統。

5、韓電自行研發的配電自動化系統而非歐美的產品。

### 三、韓電 DAS 的配電調度中心—以水原區營業處為例

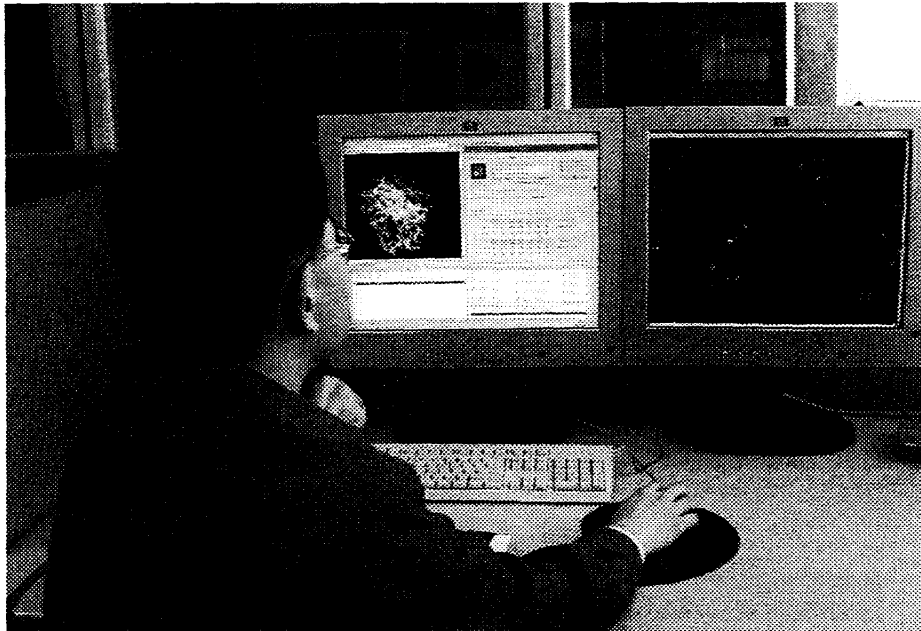
水原(Suwon)為僅次於漢城、釜山、仁川的第四大都市，屬韓國的直轄市，人口約 100 萬。韓電在水源市中心設有區營業處，下圖建築物之一樓為區處的服務中心，五樓有配電調度中心，照片中停有一部紅頂白底小汽車，其顏色乃韓電車輛之標記，專供員工外出抄表之用。



配電調度中心為四班三值，每值(每班)有二人，調度監控工作不分 DDCC 與 FDCC 而係合而為一，由當班之二人負責。每班之下另配有搶修工作班，白天二班晚上一班，每班四員。目前該配電調度中心監控市區內之四所無人與三所有人 154/22.9KV 配電變電所，共 111 條 22.9KV 配電饋線與 35 萬用戶，其中大多數饋線(數目尚待與韓方再確認)已納入 Total DAS 運轉中。下圖為配電調度中心的實景。



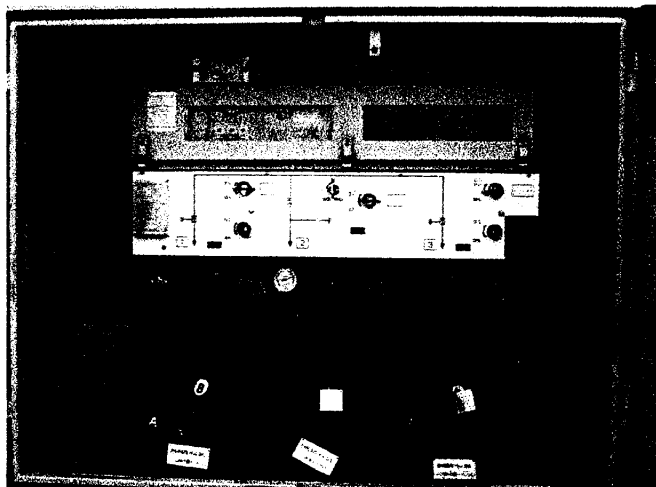
至於 Total DAS 的系統維護(含圖資更新)，則由一位約 7 年工作年資的年輕工程師擔任。當包商前一天施工妥自動化開關後，當天或次日必須再由資控員確認點對點後，才能將相關的圖資上線運轉。下圖為配電調度中心旁的電腦室，韓電人員解說 Total DAS 的情形。左螢幕為系統主畫面，其左上為 Navigation 圖，右上為指令顯示區，下面為警報/事件訊息顯示區。右螢幕為 Zoom in 後的配電自動化圖控畫面。



#### 四、韓電的架空及地下環路開關

KEPCO 架空配電用開關乃採用 25.8kV 氣體絕緣柱上負載啟斷開關及 25.8kV 氣體絕緣柱上自動負載啟斷開關，地下配電用環路開關則依系統需要分為 25.8kV 氣體負荷開關、25.8kV 氣體絕緣多路斷路器及 25.8kV 配電自動化用氣體負荷開關等幾種型式。此等開關之主要額定值及特性要求等，除架空系統相關之開關設備外，餘與本公司目前使用之四路亭置式開關（手動操作）及地下自動線路開關等大致類似，均係依照 ANSI C37.72 及 IEC 60265 等規範訂定，其電氣特性要求亦大部分與本公司目前使用者相同，惟 KEPCO 環路開關在構造上仍有多項可供本公司參考學習之處，茲分述如下：

- (一)、KEPCO 架空開關及環路開關無論何種型式均為 KEPCO 與其國內開關製造廠共同開發，故各廠牌開關及其配件之尺寸、面板安排等，均極為相近，對於材料管理、現場裝置、維護點檢等之作業標準統一有極大幫助。
- (二)、KEPCO 配電饋線自動化用開關之電源設備、控制箱、FTU、接線端板、數據機等配件設備均設置於同一箱體內（如圖肆-1），且不會因此而增加太多整體尺寸（KEPCO 環路開關手動型為 1600mm(W)×800mm(D)×1200mm(H)，自動型為 1600mm(W)×800mm(D)×1300mm(H)），亦不妨礙開關之操作、接線與觀瞻，極適合屋內外裝置。



圖肆-1. KEPCO 配電饋線自動化用開關

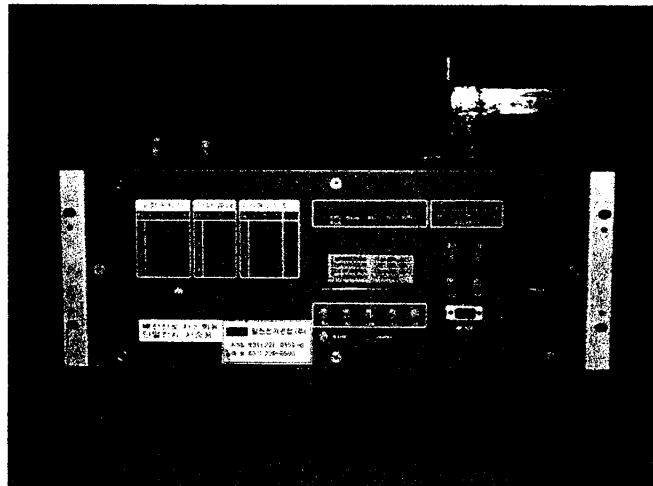
- (三)、所有開關接點及高壓套管均採 600A 額定，方便依負載需要引接不同線徑之電纜。
- (四)、每具環路開關均附有接地開關，可供工作停電後之接地，不需再另購其他接地工具。

(五)、配電饋線自動化用開關之電源設備、控制箱、FTU、接線端板、數據機等配件設備均為統一化規格（如圖肆-2 開關控制箱、圖肆-3 開關 FTU），有利於自動化設備介面連接及未來擴充。

(六)、KEPCO 之開關設備種類較少，且外形尺寸顏色甚為一致，對道路景觀之影響可減至最低。



圖肆-2 KEPCO 自動化用開關之控制箱



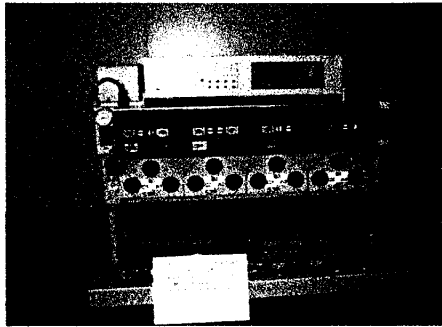
圖肆-3 KEPCO 自動化用開關之 FTU

## 五、韓國廠家的自動開關

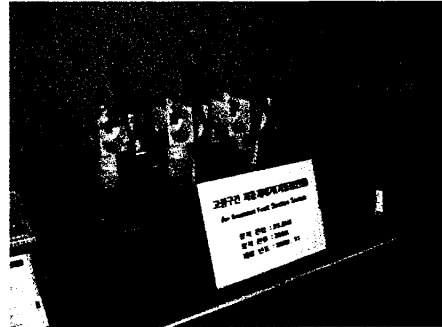
### (一)、ILJIN 公司的自動開關

ILJIN 公司乃提供 KEPCO 相關電力設備之主要供應商之一，近年來其著眼於國際化亦大力拓展如澳洲、中國大陸、泰國等之海外市場，所生產之配電級開關可分為 15/25/36kV 級之 SF6 架空負載啟斷開關、25.8kV 級

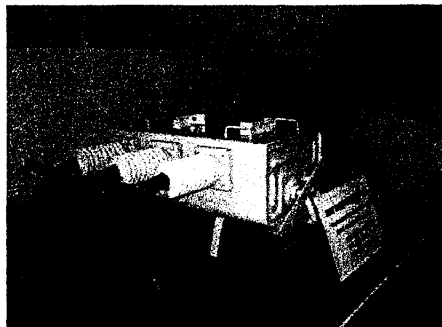
亭置式開關(圖肆-4)、自動切換開關、自動區段開關(圖肆-5)及 15/25kV 級架空、25kV 地下自動開關(圖肆-6 及圖肆-7)等型式。此等開關之主要額定值及特性要求等，與本公司目前使用之負載起斷開關、四路亭置式開關(手動操作)、自動切換開關及地下二路自動線路開關(不具斷路器功能)等大致類似，均係依照 ANSI C37.72 及 IEC 60265 等規範訂定，其電氣特性要求亦大部分與本公司目前使用者相同，惟其亭置式開關之額定負載啟斷電流啟斷能力僅有 100 次，與本公司之 200 次稍有差異。



圖肆-4 亭置式開關



圖肆-5 自動區段開關



圖肆-6 架空自動開關



圖肆-7 地下自動開關

ILJIN 公司配合本公司饋線自動化功能需求所產製之開關型式有二：

#### 1、架空自動線路開關

(1)、ILJIN 之架空自動線路開關乃依照 ANSI C37.72 之標準製造，額定、電氣等特性與本公司材規 Y210 架空自動線路開關(門鎖型)相似，亦具饋線自動化系統最終執行單元所需之

- A. 開關狀態監視功能、
- B. 量測功能、
- C. 遙控電動投切功能。



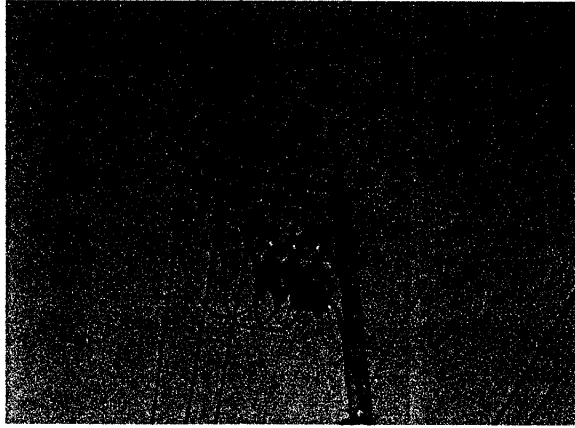
- (2)、ILJIN 架空自動線路開關之特色為其開關操作機構亦密封於開關 SF6 之本體內，因此其強調開關操作機構不會因年久及天候環境等因素而腐蝕，可確保開關之長期可靠運轉。

## 2、地下二路自動線路開關

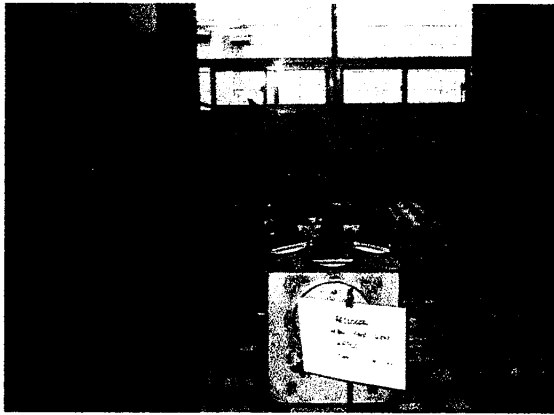
- (1)、ILJIN 之地下二路自動線路開關乃依照 IEC 60265 之標準製造，額定、電氣等特性與本公司材規 Y241 地下二路自動線路開關相似，亦具饋線自動化系統最終執行單元所需之
- A. 開關狀態監視功能、
  - B. 量測功能、
  - C. 遙控電動投切功能。
- (2)、ILJIN 地下二路自動線路開關，乃由其提供給韓國電力公司所使用之地下四路自動開關（四路均為負載啟斷開關型）修改而成，其配合本公司之需求做以下之修正：
- A. 加裝三只比流器於開關套管處以方便未來之安裝、維護施工。
  - B. 修訂其開關與饋線資訊末端設備（FTU）之界面，並將其界面變更為符合美國軍事規格之防水型插座式金屬接頭。
  - C. 增加 CT 二次開路保護回路及短路開關之設計。
  - D. 提升開關外箱除外之相關設備密封性等級。

### (二)、ENTEC 公司的自動開關開關

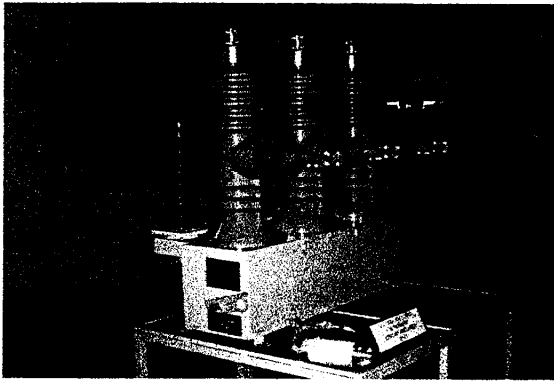
ENTEC 公司與 ILJIN 公司類似，所生產之開關主要亦為提供 KEPCO 使用，近年來亦大力拓展外銷以提升其競爭力，因 ENTEC 公司乃以生產復閉器起家，故其產品中乃以斷路器相關製品為其強項。其所生產之配電級開關可分為 15/27kV 級之 SF6 架空負載啟斷開關（分手動及電動二種型式）（圖肆-8）、15/27kV 級亭置式開關、15/27/38K SF6 絕緣真空復閉器（圖肆-9）及 15/27kV 級固態復閉器（圖肆-10）、27kV 地下自動開關及故障指示器等。此等架空負載啟斷開關、四路亭置式開關（手動操作）及地下四路自動線路開關（分支回路具斷路器功能）（圖肆-11）之主要額定值及特性要求等大體與本公司目前使用之開關類似，均係依照 ANSI C37.72 及 IEC 60265 等規範訂定。



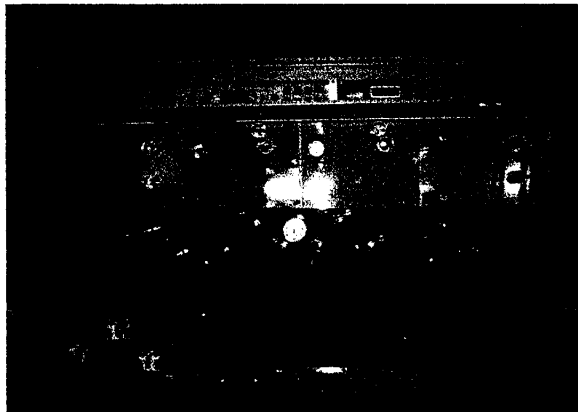
圖肆-8 架空負載啟斷開關



圖肆-9 真空復閉器



圖肆-10 固態復閉器



圖肆-11 地下四路自動線路開關

### 1、ENTEC 公司開關發展沿革

項目	開 關 型 式	發 展 時 期
1	27kV 級 SF6 氣體絕緣真空復閉器	1997
2	SF6 氣體絕緣亭置式開關	1997~1998
3	屋外型 SF6 氣體絕緣斷路器	1998~1999
4	15 & 38kV 級 SF6 氣體絕緣真空復閉器	1998~1999
5	配電系統用數位電驛	1998~1999
6	無線電流計及故障指示器	1998~1999
7	高速直流斷路器 (DC 1500V 4000A, 50kA)	1997~1998
8	發電機用直流斷路器 (DC 750V 4000A, 50kA)	1999~2000
9	輕軌鐵道高速直流斷路器 (DC 900V 4000A, 50kA)	2000~2003
10	聚合體 (高分子) 絕緣自動復閉器	2001~2003
11	核能電廠直流斷路器	2001~2003
12	聚合體 (高分子) 絕緣架空負載啟斷開關	2001~2003

### 2、ENTEC 公司架空及地下四路自動開關之特色

#### (1)、架空自動線路開關部分

- A. ENTEC 之 15kV 架空自動線路開關乃依照 ANSI C37.72 之標準製造，額定、電氣等特性與本公司材規 Y210 架空自動線路開關 (閃鎖型) 相似，亦具饋線自動化系統所需之量測、監視、遙控等相關功能。
- B. ENTEC 15kV 架空自動線路開關控制箱，不僅可由開關箱內之比流器監視到饋線之相間及接地故障，亦可由開關箱內之電壓感測元件偵測到開關兩側電壓之有無，另其可將線路故障詳細資料及事件訊息

儲存並配合 SCADA 系統經由數據機傳回控制中心。

- C. ENTEC 不僅具有 15kV 架空自動線路開關，同時亦產製 27/38kV 架空開關，三種開關之外觀尺寸幾乎一致，另其與架空導線之引接可分為三類(A)磁製高壓套管型(B)mold-core 導線型 (C)EPR 高分子高壓套管型，可分別應用於不同之環境需求。
- D. ENTEC 之 27kV 級架空自動線路開關建議安裝於電桿之方式如圖（肆-12）所示，為便於未來開關之點檢維護，開關之控制箱下另設一維護平台供維護人員於點檢時使用，此方便的設計及增進工作安全之控制箱安裝方式可做為本公司制定架空開關之安裝標準參考。



圖肆-12 架空自動線路開關安裝圖

(2)、地下四路自動開關部分

- A. ENTEC 之地下四路自動開關乃依照 IEC 60265 之標準製造，額定、電氣等特性與本公司材規 Y234 地下四路自動線路開關相似，亦具饋線自動化系統所需之量測、監視、遙控等相關功能。
- B. ENTEC 地下四路自動開關之分支回路係由真空斷路器組成，其操作機構乃由永久磁鐵外加電磁線圈，藉由電池電流流經線圈之方向以改變磁鐵之極性，觸發開關投入或切開。因此 ENTEC 公司強調其操作機構不若傳統機械機構需有複雜之零組件，所以使用壽命長、操作次數多且具有免維護之特性。另為確保萬一電池故障時，開關仍可正常使用，特設計一組彈簧儲能機構，只要操作人員現場以儲能棒將彈簧儲能妥，即可現場投切開關。

- C. ENTEC 以一具保護電驛，同時提供地下四路自動開關二分支回路斷路器使用，其具 CO/LCO 及 CO/LCO 瞬跳保護功能，可由現場及透過通訊系統遠方設定相關保護電驛參數與設定資料，另可儲存故障波形資料，以做為未來故障分析之用。

## 伍、歐洲的電業與配電自動化

歐洲的電業由於受到英國對電業解除管制與束縛(Deregulation)的潮流影響，配電電力公司到處林立，每家擁有的用戶數都不太多(相較於韓電與台電)，從幾萬戶到幾十萬戶都有，但絕大多數都為民營且處於企業併購的環境中，例如位於瑞典南方 Malmo 的 Sydkraft 就於 After-Christmas 節日後，被德國的 E.CON 集團併購，原來的組織、人員皆沒改變，一切仍運轉如昔。對我們做介紹的 Bengt-Tore Sondh 先生說，「明天是否又會被哪家公司併購或併購別人，誰也不知道」。此外，歐洲電業的用戶是擁有用電選擇權的，但由於用戶想到更換電業，則電表也必須更換，有些麻煩，再來是原來的電業與用戶都是”在地”，都屬於同一個社區(Community)，更換電業後，這種關係不復存在，對用戶在社區的立場也不好，因此，用戶雖有權卻極少行使，以芬蘭為例，從實施至今也只不過發生五或六例而已。歐洲的電業因屬民營，對自動化的觀點是高壓以上優先辦理，至於中低壓以下，則以實施線路開關的遠端監測或進一步於常開點的聯絡開關實施遙控為優先，最後才考慮全面配電自動化。以瑞典的 Sydkraft 為例，暴風雪來襲前，先預告各媒體與用戶，等到災害發生後，立即告知媒體災害情況與將如何動員搶修最為重要，再來才是派員赴現場搶修與復電。芬蘭與瑞典的電業認為知道事故發生地點後，再派員赴現場操作開關或搶修復原，這期間的停電時間是很合理且可被接受的。

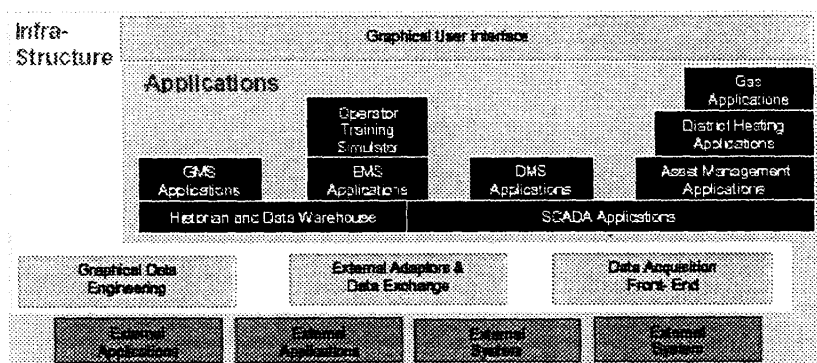
ABB 集團係以歐洲為重心的世界級大公司，2002 全年獲利約 182 億美元，其中約 102 億(56%)為歐洲地區，41 億(22.5%)為美國市場，26 億(14.3%)為亞洲市場，其他 13 億(7.1%)為中亞及非洲地區。全球約 100 個國家有 ABB 集團的分公司，共有約 14 萬個員工。本次參訪位於德國 Mannheim 的 ABB 公司及由 ABB 介紹與 Mannheim 不分彼此共同合作開發系統的瑞典 ABB 公司(位於 Vasteras)，以及專責配電網路自動化開發工作的芬蘭 ABB 公司(位於 Tampere)。整體而言，ABB 以電力與自動化技術為核心，提供公用事業與工業用戶相關設備與系統產品，提昇客戶們的經營績效並減少對環境的衝擊。

ABB 集團專長於電力及自動化技術，德國與瑞典 ABB 關於配電自動化系統的產品是 Network Manager；芬蘭則是 MicroSCADA 與 Open++ opera。ABB 對台電的行銷策略是 Network Manager 係針對大範圍應用的系統，例如取樣點(Measured points)與被控制的設備(Objects)很多，像香港電力公司(CLP)的 20 萬與 5 萬點以上；MicroSCADA 加 Open++ Opera 則應用於較小規模的系統，例如中小型的區處或山區的饋線自動化系統。

## 一、ABB 集團的配電自動化系統

### (一)、大型的配電自動化系統—Network Manager

Network Manager 是 ABB 對於電網管理(Network Management)之 SCADA、EMS、DMS 與 GMS 的解決方案。雖然 Network Manager 是個新名字，但其實是 ABB 整合 SPIDER 與 RANGER(併購而來)再增加一些新功能而成。Network Manager 是 ABB 的一項大產品，可視電業的發、輸、配電之需要，像下圖如積木般的來組合各項合適使用的功能。



Network Manager/Generation 係用於發電廠的調度運轉。Network Manager/Transmission 係用於自由化(Deregulated)或傳統式的電力市場之輸電網路運轉。Network Manager/Distribution 係用於提昇中壓(Medium Voltage)與低壓配電系統的運轉；藉由提供正確與即時資訊，使得工作安排更容易與提昇客戶服務。下表乃 ABB 公司之 Network Manager 的主要功能。

Network Manager/Generation	Network Manager/Transmission	Network manager/Distribution
1. Supervisory monitoring and control	1. Supervisory operation and control	1. Real-time monitoring and control
2. Optimal use of generation resources	2. Accurate scheduling – loadings and generation	2. MV network operations and analysis
3. Generation control tuned to market demands	3. Statistical information – data warehousing	3. Operational information in data warehouse
4. Storing of operational results and contractual agreements in a data warehouse	4. HV network monitoring in real-time	4. Optimal network utilization and loading
5. Savings in fuel consumption	5. Security analysis of operational states	5. Outage management including trouble call interface

6.Reducing need for generation reserves.	6.Enhancement of operations, optimization	6.Work management for smooth scheduling
7.Interacts with wholesale trading	7.Interfaces market operations	7.Crew and resource management

### Network Manager 的應用實例—瑞典 Sydkraft 電力公司

Sydkraft 是全瑞典最富擴張力的一家配電公司，它正企圖於未來幾年內大幅增加它在瑞典全國電力市場的佔有率。這意味 Sydkraft 公司須要把許多不同類別的系統整合到現有的資訊架構(IT structure)之下，而且要能滿足公司處理未來更多、更大範圍的電力網路的挑戰。ABB 的 Network Manager 就是在這種需求下雀屏中選的。

這個被稱為 Eldorado 的建置計畫將於 2004 年的春天完成，目前正在交貨與現場做最後測試階段。初期這系統能處理 65 萬用戶，但未來準備要擴充到能處理 2 百萬用戶。

#### ABB 的解決方案

ABB 提供的概念是讓 Sydkraft 了解到在一個全面整合的解決方案之下，公司內的每個作業人員都能以最快、最可靠的方式取得他工作中所必須的資訊。這個概念包含一個用於監控的 SPIDER 系統、停電管理的新模組、地理圖資的 Faciplus Spatial、電網規劃(network planning)與文件管理(documentation)；此外，與外面的系統，例如 SAP R/3 及電話系統的介面關係，也必須驗證妥。

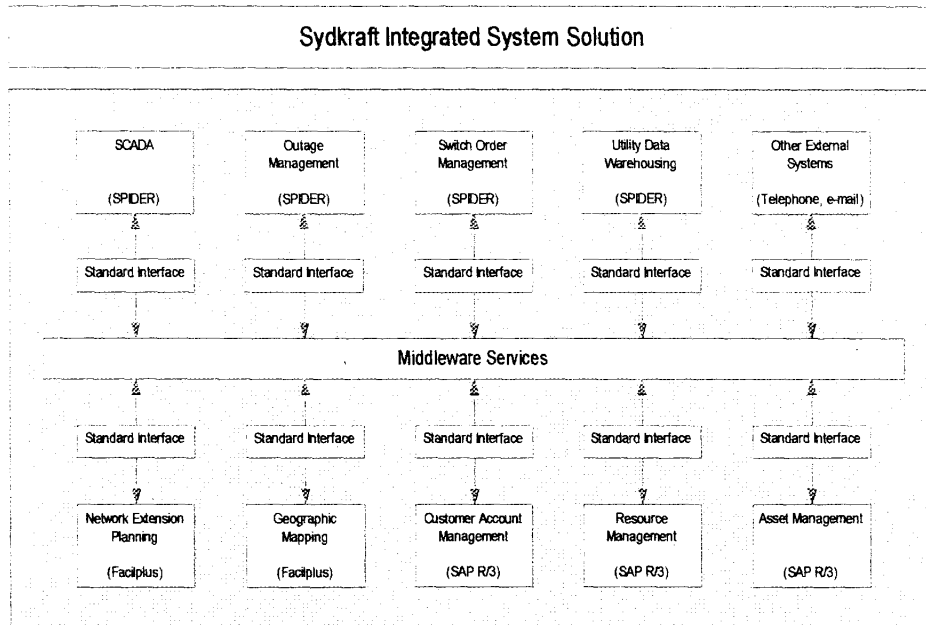
整體而言，超過 19 個 SCADA 系統會過渡或連結到這個新系統。3 個地理圖資(geographic mapping)與電網資訊系統(NIS-network information systems)也會遷移過渡到一個用來編輯配電圖資的共同系統之中。這些系統集中化後將大幅減少運轉與維護成本。在 Sydkraft 公司內任何一項變更只會輸入一次，且變更的資料會同時被複製到所有的子系統。下圖即說明 Sydkraft 公司的整合系統之解決方案。

#### 靈活的系統調度

Sydkraft 公司有 4 班 3 值的控制中心也有數日才換班一次的控制中心，因此該公司必須以最方便又快速的方式來移轉控制中心的調度權。SPIDER 所提供的工具，例如調度權限處置、靈活的電話處理技巧與資訊管理系統等便可支援達成上述目的。為有條不紊且有效率地指揮工作，調度員的手邊隨時要有所有必須的資訊才行，一但當調度員登錄系統，所有用於控制特定區域的資訊，例如，用戶來電、電子郵件及調度員所為的特定註記等，都應立即轉移且到位。這些功能對其他人員也要透明化，例如，屬於某特



定區域的來電，被轉移到某個對該區域有權限的調度員，而不管他身處哪個地理位置的控之中心。此外，資通安全也是控制中心所關心的課題。本系統提供一套核對機制，避免非授權人員闖入 Sydkraf 的電力系統與非授權者使用系統的某特定功能。



### 停電管理(Outage Management)

停電管理的目標乃保持調度員隨時皆掌握停電事故的狀況，俾採取有效且安全的回應。因此，Sydkraft 公司將可快速的提供資訊給受影響的用戶與通知媒體停電有關的訊息。用戶來電乃 Sydkraft 的 Call Center 接聽，並透過 Sydkraft 的 SAP R/3 系統加以辨認。SPIDER 透過 GIS Business Connector (GBC) 與 SAP R/3 介面，並利用此產生事故報告單。SPIDER 再根據此報告單與現場搶修人員來確定事故地點，並協助調度員處理事故復原。由於 SAP R/3 系統不停的經由 SPIDER 更新停電資訊，故 Call Center 可提供停電用戶最及時且最正確的資訊。用戶來電與事故訊息以全圖形呈現，因此配電調度員能在單線圖上看出故障區域。假如同一用戶再次來電話，除了會標示出先前此用戶已來過電話外，同時也回報他最新的停電狀況與原因。假如用戶第一次來電，但事故是在已知的故障範圍內，停電資訊會直接通報用戶。停電蒐尋引擎(Outage Engine)分析用戶來電，並將那些與已知事故無關的事故集成另一個可能事故。蒐尋引擎進而產生新的可能事故與刪除先前的事故，並會有一個“參考事故”在每個可能地點。如此會讓調度員會知道一個或一個以上的事故，可能正影響某一群用戶。此外，可靠度指標，例如，SAIFI、SAIDI、CAIFI 等可由系統自動產生。SPIDER

可以週期性的或以線上報案為例，彙整事故狀態與其他例如來電話數、受影響戶數等資訊。然後利用網際網路或企業網路傳送給一般大眾或公司的管理階層。這些報告可以全公司、區處或服務所，以變電所與饋線，以原因與設備，或以特定的某用戶來分門別類。若用戶來電話通報的是工作停電，只要 SPIDER 輸入相關資訊，同樣也能利用 SAP R/3 來處理。

#### **開關切換順序管理(Switch Order Management)**

Sydkraft 每年約有超過 5,000 次的開關切換。由於次數極多，若有一個有效率且強有力的工具來管理，將可減少 Sydkraft 的人員一半以上的時間。SPIDER 的工具很容易使用，使用者只要在電腦螢幕上，施以簡單的拖-拉-放動作及操作內文輸入畫面，便可產生開關切換順序。

#### **配電網路分析**

配電網路分析的套裝軟體也用於 Sydkraft 的系統。負載校準(Load Calibration)/負載潮流(Load Flow)功能用來最佳化使用配電網路上已有的電流量測。故障偵測(Fault Location)、隔離(Isolation)與復電(System Restoration)的功能幫調度員處理停電區域的復電等工作。

#### **配電網路的圖資編輯(Documentation of the Distribution Network)**

Sydkraft 將更換所有目前正在使用的圖資編輯工具。整個公司內的辦公室約有 50 個使用者將被連結到一部中央伺服器上，透過它來支援他們每日工作的規劃、準備與配電網路的專案工作。Faciplus Spatial 為所有配電網路資訊的主要資料來源，它能處理各面向的配電網路圖資管理，例如地理位置，拓樸與電氣特性等，除此，它還提供電網計算、資產管理報告與客戶管理等應用功能。更重要的也最有感覺的提昇乃 Faciplus Spatial 的上網功能，它給電業新的彈性，例如使用手提電腦與無線通訊連線到中央系統，以及圖資編輯的委外處理。Faciplus Spatial 是 ABB 針對配電圖資管理的解決方案，也是目標瞄準國際市場的一項產品。

#### **(二)、中小型的配電自動化系統—MicroSCADA 加 Open++ Opera**

MicroSCADA 係用於變電所自動化的監控管理系統，就像現在台電各區處 DDCC 用於監控變電所的小型 SCADA 系統一樣。從變電所再往外(即配電饋線)擴充自動化的功能，例如停電管理(Outage management)與事故點偵測、隔離與復電等功能，則是 Open++ Opera 所扮演的角色。ABB 稱前者為電網控制系統 (NCS-Network Control System)，稱後者為配電網路管理系統(DMS-Distribution network Management System)

Open++ Opera 整合數化後存於配電網路資料庫的配電設備資料與從 MicroSCADA 所傳回的即時資料，便能正確地監控配電系統的供電狀態，縮短事故恢復供電時間，減少人員往返事故現場搜尋事故地點與操作開關的人力成本，提昇配電系統的管理效能。

MicroSCADA 的主要功能可再細分成 1. 變電所的連線監視系統：處理電驛資料監視，電驛參數設定與電驛事件的警報等 2. 變電所自動化：處理

變電所的監控，電力品質量測，時間同步與讀表等 3.電網控制系統 4.能源資料管理：處理自動讀表、電價控制/及時電價等。

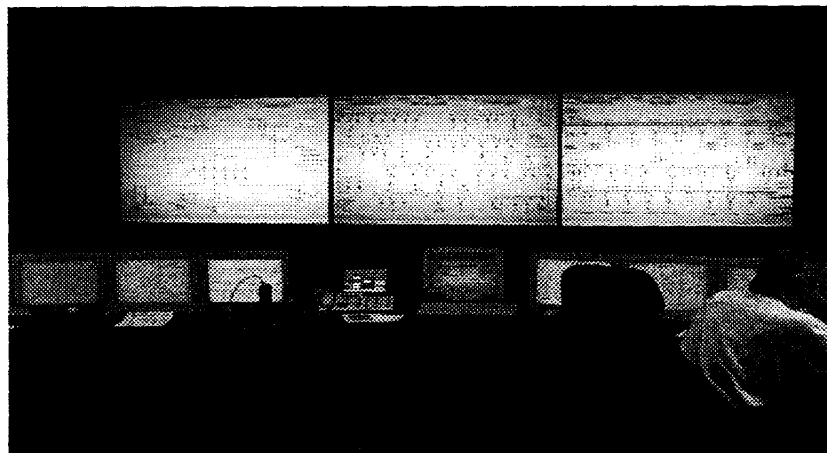
Open++ Opera 主要功能可再細分成 1.拓撲管理：包含可快速閱覽所有饋線、開關、變壓器、變電所的資料，分析配電網路的電氣連結性等 2.事故點定位：偵測出永久事故，計算事故點的距離，並在圖面上以顏色標出可能的故障區段 3.事故隔離與電網復電：決定開關順序以恢復最大供電量，核對技術限制條件確保復電安全，可自動執行復電程序等 4.事故報表與統計 5.電網分析：潮流計算與保護協調分析等。

此外，為擴大 Open++ Opera 的應用範圍，不僅只 open loop 也要能應用於 closed loop，ABB 另增加閉環路保護(Closed Ring Protection)的應用 [8]。其原理係利用智慧型電子裝置(IED)與方向性比較及選擇性抑制的設計方式(Directional comparison blocking scheme)來做常閉環路的保護，並配合 IED 與 IED 間的光纖通訊來完成。方向性比較及選擇性抑制的設計方式乃利用 LON Protocol (Local Operating Network Protocol)以光纖通訊方式傳遞抑制訊號於 IEDs 間。此方法讓所有常閉環路內的保護元件有同樣的動作時間，並可選擇性地將故障快速隔離，而不論環路開關之間的距離遠近。惟目前 ABB 的這個保護方式(protection scheme)仍只是理論，目前還沒有電力公司的應用實例。

#### MicroSCADA 的應用實例—芬蘭 Tampere 電力公司

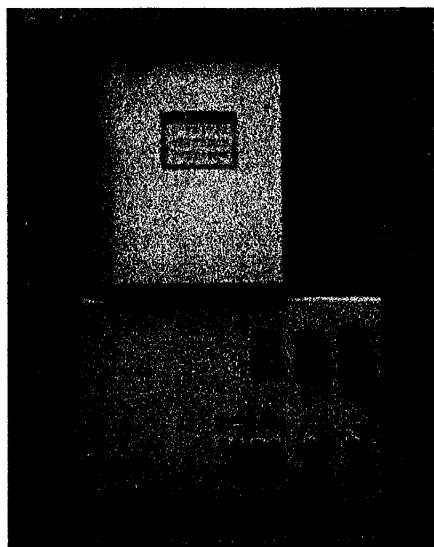
1999 年 12 月 Tampere 電力公司安裝一套 ABB 公司 MicroSCADA 以便控制與監視配電網路。此系統包含一個備援用的控制系統，通訊設備與軟體、兩套各配有 3 螢幕的工作站，以及一套雙螢幕的工作站與具安全性的 SCADA-LAN/WAN。Tampere 電力公司有員工 595 位，用戶數 11.5 萬，最大尖載 302MVA，二次變電所有 1,300 所，110KV 輸電線路 48 公里，20KV 配電線路 870 公里。

下圖為該公司的中央控制室，平時僅有一位值班人員，正中央的三個背投式燈箱顯示其發電廠與變電所內的圖控單線圖。



## 二、德國 ABB 公司之現場設備

ABB 公司乃以 REC523 電子智慧型設備，附加 DTU131 開關控制設備與外加防水密閉式外箱整體組合，作為本公司變電所資訊末端設備 (FRTU) 及饋線資訊末端設備 (FTU) (圖伍-1)，其相關模組之功能分述如下：



圖伍-1 饋線資訊末端設備 (FTU)

### (一)、REC523 電子智慧型設備 (圖伍-2)

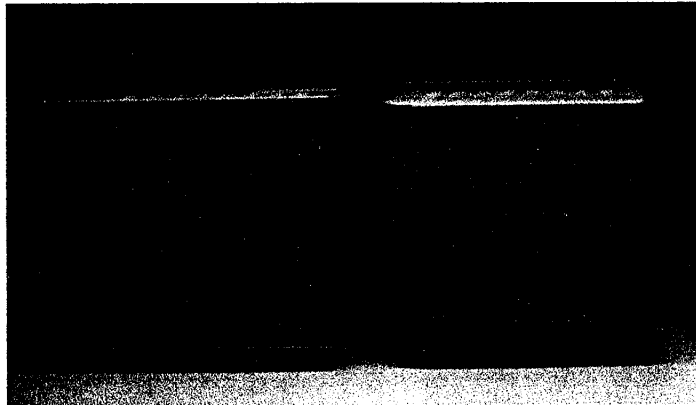
#### 1、故障指示及保護功能

- (1)、A、B、C 及 N 相過電流指示及保護
- (2)、A、B、C 三相接地故障指示及保護
- (3)、A、B、C 三相不平衡電流指示及保護
- (4)、三相低電壓指示及保護
- (5)、三相突波指示
- (6)、A、B、C 及 N 三相方向性過電流指示及保護(選配)
- (7)、A、B、C 三相方向性接地故障指示及保護(選配)

#### 2、量測及資料記錄功能

- (1)、相電流及相間/相對地電壓量測
- (2)、殘餘電壓及電流量測
- (3)、電池電壓及週溫量測
- (4)、有效及無效功率及能源量測
- (5)、需量值量測
- (6)、功率因素量測
- (7)、暫態不平衡事件記錄
- (8)、諧波量測(選配)

- 3、狀態監視功能
  - (1)、開關 ON/OFF 狀態監視
  - (2)、開關 SF6 壓力監視
  - (3)、控制電路監視
  - (4)、電池狀態監視
  - (5)、電池過放電保護
  - (6)、開關操作次數計數
  - (7)、內部模組自我診斷
- 4、控制功能
  - (1)、控制開關 ON/OFF
  - (2)、整體溫度補償充電控制
  - (3)、控制外部電熱器 ON/OFF
- 5、REC523 通訊功能
  - (1)、外接之通訊媒體
    - ★通訊電纜
    - ★無線電通訊
    - ★DLC
    - ★行動電話
    - ★其他 RS232 接頭設備
  - (2) 通訊協定
    - ★SPA
    - ★LON
    - ★IEC870-5-101
    - ★Modbus
    - ★DNP 3.0



圖伍-2、REC523 外觀圖

## (二)、控制單元 DTU131

控制單元 DTU131 作為 REC523 與開關間之介面控制單元，提供操作人員可現場操作開關之相關選擇開關及控制按鈕，另提供 FTU 箱體內之環境控制設備與整體設備之電源保護單元，其主要提供之介面單元包括：

- 1、開關 ON/OFF 控制按鈕
- 2、Local/Remote 選擇開關
- 3、相關控制電路保護所需之 NFB 及接觸器
- 4、控制箱內所需之電熱器

## (三)、FTU 外箱

FTU 外箱乃採用符合 IP56 密閉性材質材料製作而成，可完全符合本公司之環境需求。

## (四)、FTU 之應用軟體

ABB REC523 乃使用 CAP505 及 CAP510 Tool Boxes 作為組態重組和參數設定之應用軟體，其組態重組和參數設定可以連線方式透過控制中心做遙控設定，亦可藉由筆記型電腦現場直接與 FTU 作直接溝通設定。另此二種參數設定應用軟體乃以 Window 畫面要求輸入相關之參數，以方便使用者觀看及使用。

## (五)、ABB 製 FTU 與本公司 FTU 規範之差異處

ABB 製 FTU 與本公司 FTU 規範之差異處僅在於中性線電流之取得方式，ABB 公司依其過往經驗，認為中性線電流可由實體量測之 A、B、C 三相電流綜合計算而成，且其精確度亦可滿足實際需求，但本公司對中性線電流取得方式乃由工作安全方面著眼，認為只有實際量得之電流才具代表性，故於規範中要求中性線電流須實體量測，此點造成大部分 FTU 製造廠須增加一點類比量測點之困擾，因此本公司實有必要檢討實體量測中性線電流之必要性，以降低成本，並取得廠商無須針對本公司需求而裁適之成熟穩定商品。

## 陸、浪漫法國與法國的配電自動化

不同於日耳曼語系，如德國、瑞典的民族性喜歡寧靜、生活嚴謹、愛思考，法國就如同其他的拉丁語系國家，如義大利、西班牙等，對一個初訪的外國人而言，他們的生活態度就比較浪漫、隨興與更多采多姿。

法國電力公司(Electricite de France, EdF)為全歐洲居最領先地位的電業。EdF 負責與主導法國的發、輸、配電業超過 50 年的歷史，而隨著英國政府對公用事業的解除管制，歐洲大多數電業都改為民營化之際，唯獨它仍維持國營型態。2000 年 EdF 輸出到歐洲其他國家的電力約 469TWh，約佔全公司四分之一的發電量。它在法國國內約有 3 千 1 百萬用戶，在海外約有 1 千 7 百萬用戶，整個 EdF 集團包含海外的子公司共有約十三萬三千多個員工。2000 年 EdF 有豐厚的銷售獲利約 283 億美元，也因而造就它在歐洲的龍頭地位[9]。EdF 曾併購英國的倫敦電力，也擁有德國第四大電業—Energie Baden-Wuerttemberg AG 的四分之一股權，所以有句話說：「歐洲代表 EdF 百分之七十的國際市場」。EdF 另一特殊處為約有 80% 的電力來自核能，水力約佔 15%，傳統的火力發電約佔 5%，由於這樣的能源組合，才大幅提高法國的能源自主比率從 1973 年的 23% 到 2000 年的 49%，也因此才有法國電廠之排放二氧化碳每 GWh 才 46 噸的遠低於全歐洲的 570 噸之驚人水準[9]。

就如同其他電業一樣，EdF 也極關心他們所能承擔之對用戶的供電可靠度及品質，並由此來考慮應用新技術以提昇既設配電網路的效能。為了提昇供電可靠度，法國的配電業者有四個主要的行動方向：1. 電力網路設計架構的選擇(Choice of network design structures) 2. 改進電力設備的可靠性(Improvement of the reliability of facilities and equipment) 3. 電力網路的自動化(Automation of network) 與 4. 改進運轉效率(Improvement of operation efficiency)等。

其中，電力網路的自動化又可再細分成以下由低到高，各有不同程度之效能(Performance)與成本(Cost)的作法：

- 針對高壓/中壓變電所(HV/MV Substation) 的系統保護。
- 針對高壓/中壓變電所與線路上的復閉器、區分器等自動控制設備進行儀控。
- 於配電網路上安裝可遙控開關，以隔離饋線上的故障部分，並迅速對同饋線上的其他用戶恢復供電，例如，EdF 於每條市區的配電饋線上平均安裝 1.5 具遙控開關。
- 於配電線路上安裝只能現場實地查看或者是納入遙控監視的線路故障指示器。
- 建置一個 SCADA 系統的控制中心，其內容包括調度員控制台與處理的應用軟體、可遙控的自動化開關、以及電壓、電流量測與

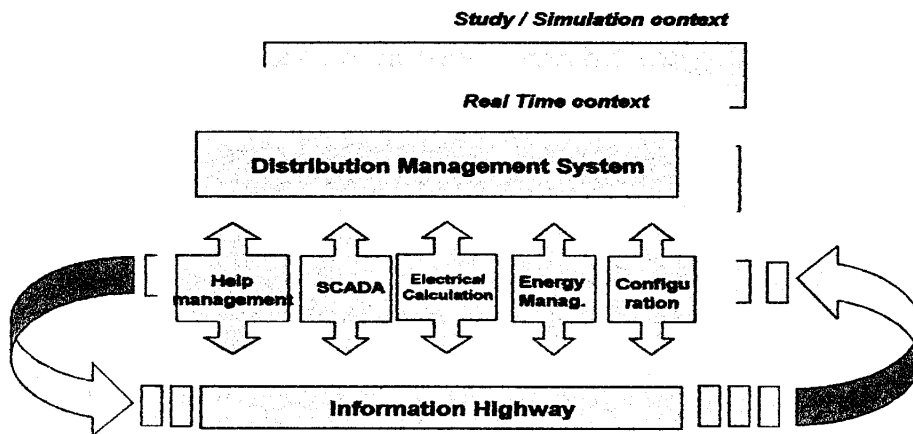
故障發生偵測等的訊號傳輸。

上述的每項做法或系統，都代表一個不同等級的的效能 (Performance)，配電業者因此能夠依據其可運用的資本投資，來進行系統可靠度的改善。實際上，法國的配電業者多年來即已分階段投資在配電自動化上，提供用戶永不停止的可靠度改善[10]。

#### 一、Schneider 的配電自動化系統—Seefox M8400

Schneider 的配電自動化系統有兩類，其一是只具備 SCADA 基本功能且硬體係採用 Windows NT 環境的個人電腦，其主要乃應用於小規模的配電系統，Schneider 稱為 DAS 的配電自動化系統—產品代號為 Seefox M8100 與 Seefox M8200。另一為具備進階的配電管理功能，例如事故點定位、隔離與復電功能(FDIR)以及模擬功能的負載潮流、短路電流計算等，其伺服器採 Unix 作業系統，Schneider 稱為 DMS 的配電自動化系統—產品代號為 Seefox M8400。

由於 Schneider 稱為 DAS 的配電自動化系統只是 SCADA 基本功能，故以下圖來說明 DMS 的配電自動化系統—Seefox M8400 的詳細功能。



#### 架構功能(The Configuration Functions)

從 Schneider 所寫的英文字義，很難體會這個功能究竟是做什麼事。其實它包括一個關聯式資料庫，裡面存放每個應用功能都會用到的共通資訊，再加上管理配電圖資、設備屬性、變電所內等新設與異動資料的工具。利用此功能，系統可自動建立資料庫元件與配電網路拓撲等，此外，配電圖資資料可以從 GIS 以 DXF、ASCII 格式直接轉檔而來。

#### 監視與控制功能(The Monitoring and Control Functions)

調度員利用此功能可閱覽配電網路最新的系統供電狀態，並維持圖控



畫面的資料與現場一致。此功能特別是讓調度員可以遠端控制、遠端設定變電所的設備，可以擷取上述變電所的狀態值與 Kwh 資料，事件(Events)與警報(Alarms)的檔案管理。此外，此功能還可以顏色與標記來顯示配電系統的正常與故障區段。

#### **電力計算(The Electrical Calculation)**

電力計算應用於高壓(HV)的環路系統與中壓(MV)的樹狀架構，例如。計算流過電力設備的電流及有效與無效功率，監測流經電纜的電流，核對開關能否支撐計算出來的負載等。

#### **能源管理功能(The Energy Management Functions)**

此功能又分成對外購電的管理(Energy Purchase Management)、供電服務中斷的管理(Service Interruptions Management)與電力設備維護管理(Equipment's Maintenance Management)等。購電管理乃調度員利用此功能控制購入電力的演變且可採取措施以防過度預約；服務品質乃配電業者最關心的一件事，服務中斷管理包括 1.用戶合約管理 2.停電預測管理 3.品質指標計算等；設備維護管理乃以配電網路的拓樸架構來編輯年度的設備維護點檢計畫等。

#### **人機介面(The Man Machine Interface)**

除了具備找圖看圖的基本功能如如 Zooming、Panning、decluttering、從 alarm lists 直接找圖外，Schneider 也強調以調度員工作站上的畫面來取代舊型牆壁紙張式的圖資。

像所有及時系統一樣，Schneider 的 DMS—Seefox M8400 也有三種軟體運作模式—即時模式(Real Time Context)、研究與模擬模式(Study and Simulation Context)及系統修正模式(System Modification)。即時模式當然係用於現場開關設備的立即監控，例如執行開關操作；研究與模擬模式之研究案例，固然第一次可從即時模式得來，但爾後的執行即與即時模式無關，其應用很多，例如電力系統分析、準備開關操作計畫、訓練等；系統修正模式乃若配電系統的屬性、圖形資料與通訊參數等有異動，應於即時模式操作前修正妥。

## **二、Schneider 公司之現場設備**

Schneider 公司為提供各國電力公司及工業界所需相關電力設備之世界級大廠，所生產之電力設備中尤以中壓環路開關設備更執世界牛耳，環路開關之年產量約 20,000 具，行銷 50 餘國（50%客戶在歐洲、30%客戶在亞洲、20%客戶在中東）。其所生產之配電級環路開關可分為傳統 LBS 型環路開關、斷路器型環路開關及可擴充之斷路器型環路開關等。此等開關之主要額定值及特性要求等大體均係依照 ANSI C37.72 及 IEC 60265 等規範訂定。

### (一)、Schneider 公司環路開關發展沿革

- 1、1975 年第一具 LBS 型環路開關問世
- 2、1983 年 LBS 型環路開關開始量產
- 3、1987 年斷路器型環路開關開始量產
- 4、1998 年可擴充之斷路器型環路開關開始量產

### (二)、Schneider 環路開關之特色

- 1、具可視接地視窗：提供接地視窗，供維護操作檢視開關接地情形，以確保工作安全。
- 2、分支回路採斷路器設計：開關以具保護電驛之斷路器做為開關分支回路之主保護，藉以提昇系統可靠度。
- 3、自有電源型式之保護電驛：開關分支回路之跳脫，乃以自有電源型式之保護電驛回路驅動斷路器跳脫，因此不會受限於系統電壓之有無。
- 4、可設定之保護協調特性曲線：保護電驛之保護協調特性曲線設定，不會侷限於開關出廠前所固定之數條「時間-電流」特性曲線，而是可由使用者依需要設定。
- 5、三位置開關設計：開關之投入、切開及接地開關合併於同一消弧室內，每操作一次開關，其接點狀態僅變化一次，因此可避免開關同時投入與接地之情況產生，可確保開關使用壽命及操作人員工作安全。
- 6、模組化之開關設計：開關採模組化組裝設計，以方便開關未來點檢維護。
- 7、20 年以上之環路開關製造經驗：Schneider 公司所產製之環路開關已於電力市場運轉 20 年以上，因此環路開關之品質及壽命為現今唯一安裝於現場印證過之公司。

### (三)、Schneider 環路開關製程特色

- 1、環路開關之生產幾近全自動化：由於 Schneider 公司年生產環路開關 20,000 具，故其大量採用相關機械設備或機器人生產，藉以提高開關產量並減少人員介入生產流程可能造成之品質誤差。
- 2、百分之百品質管制：每具開關每組裝一部分模組後，即做相關之功能性測試，藉此減少開關未來可能維修之成本並確保開關品質。
- 3、關鍵零組件廠內生產：為確保開關品質及商譽，Schneider 公司強調其關鍵零組件一律由廠內生產，以避免委由外界生產所帶來之品管風險。

#### (四)、Schneider 之 FTU (圖陸-1)

為配合全世界配電饋線自動化系統之發展趨勢，Schneider 於其環路開關內部設計一 Easergy T200 I 型 FTU，藉以配合饋線自動化系統遙控、監視及量測開關。其相關之軟、硬體功能說明如下：

##### 1、Schneider Easergy T200 I 型 FTU 硬體功能簡介

- (1)、通訊功能：可與上游控制中心及開關通訊交換相關資料。
- (2)、提供自動化開關介面：提供與自動化開關實體界介面，作為控制中心與開關之溝通橋樑。
- (3)、故障檢知功能：FTU 內具有故障檢知模組，藉由開關 CT 所量得之電流大小或線路故障指示器傳送而來之故障訊號，判斷各迴路開關是否產生相間或相對地故障。
- (4)、控制功能：FTU 除具遙控開關功能外，於其面板上亦具投入/切開之操作按鍵及狀態指示畫面，供現場投/切開關。
- (5)、不斷電電源供應設備功能：FTU 之不斷電電源供應設備除提供 FTU 控制電路所需電力外，亦提供自動化開關所需操作電力，且其本身亦具電源供應設備故障檢知功能，藉以使控制中心了解 FTU 之電源供應設備狀態。
- (6)、開關組態自動重組功能：為配合工業界自動控制功能，開關投入/切開控制時點，可由 FTU 外接之筆記型電腦程式設定其組態。

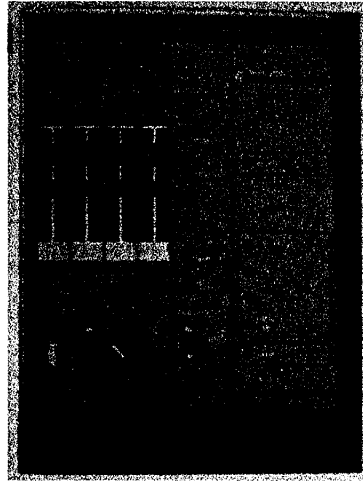
2、FTU 外箱：由於 Schneider FTU 設計裝於其自動化環路開關外箱內部，故其設計之密閉性僅須達 IEC 60529 之 IP33 等級即可。

##### 3、Schneider FTU 之應用軟體

Schneider FTU-Easergy T200 I 組態和診斷應用軟體，須藉由筆記型電腦現場直接與 FTU 作直接溝通設定，此組態及參數設定應用軟體乃以 DOS 畫面要求輸入相關之參數，及以點線箭頭方式指示現場設備之動作狀態，以方便使用者了解現場設備狀態。

#### (五)、Schneider 製 FTU 與本公司 FTU 規範之差異處

由於 Schneider 要求 FTU 須整合於開關箱內之設計理念，其 FTU 外箱密閉性僅達 IP33，另其 FTU 組態及參數設定方式目前僅容許現場透過筆記型電腦修訂，此與本公司要求密閉性等級與可遙控設定有所不同，因此為配合本公司之要求，其 FTU 將做局部之修訂。



圖陸-1 Schneider FTU

## 柒、結論

韓電的配電自動化乃從 17 年前使用與檢討國外的西屋公司之系統開始，繼而於 13 年前研發自有的 Small DAS 並於鄉下偏遠地區安裝使用，目前正以 7 年前研發升級後的 Total DAS 來取代並於都會地區大力推展，今年起並著眼於外銷市場。歐洲的自動化系統廠商，例如 ABB、Schneider 公司則完全以市場為著眼，統合多數電業的需求，研發與行銷自動化系統的軟、硬體，獲取商業利益。

韓電的 Total DAS 只侷限於配電系統的 SCADA 與 FDIR、饋線最佳化、保護協調等 DAS 主要應用功能，而 ABB 的自動化系統就比較全面性，例如 Network Manager(前身叫 SPIDER SCADA/DMS)乃是一項大產品，應用層面涵蓋發、輸、配電(甚至瓦斯與熱氣)，且應用功能除了 SCADA、網路分析(即故障偵測、隔離與復電)外還整合停電管理(Outage Management)等。

韓電目前仍為國營且兼負韓國配電自動化產業的發展走向，但歐洲則迥然不同。歐洲的電業由於受到英國解除電業管制與束縛(Deregulation)的潮流影響，除了法國的 EDF 還維持國營外，配電電力公司已是百家爭鳴的情況，以芬蘭為例就有近 80 到 100 家，通常其擁有的用戶數大都是幾萬到幾十萬而已，例如位於瑞典南方的 Skydraft 電力公司約 80 萬用戶，芬蘭的 Tampere 電力公司約 11.5 萬用戶，比利時的 Interelectra 電力公司約 34.5 萬用戶(另有 9.7 萬天然氣用戶與 29.5 萬 Cable Network 用戶)，這些電業是處於用戶有電業選擇權與企業併購激烈的競爭環境中，他們對於推動配電自動化的想法是高壓以上優先辦理，中低壓(20kv/400v)以下因為成本考量，以先納入遠端監測或於常開聯絡點實施遙控，以後才能全面自動化。

茲參考韓國與歐洲國家的現場設備發展趨勢與電業推展配電自動化之現況，建議本公司的做法如下：

一、為縮短事故恢復供電時間，本公司應全面加速建置配電自動化系統。韓電是先有 Small DAS 後有 Total DAS，先在鄉村繼而在都會區建置。本公司先有台中區處於 91 年底完成的 DAS(該系統涵蓋的應用層面極廣，稱 DMS 比 DAS 還貼切)，一年後將有北南、高雄區處的系統，在此同時還有其他 9 個區處建置具備 SCADA 功能之系統，而後再升級成為北南或高雄之功能的系統。此外，屬於重要用戶的饋線另建置 Closed loop 系統與山區具備 SCADA 功能之系統也陸續展開中。建置配電自動化系統，除了可縮短事故恢復供電時間外，對縮短施工事故恢復供電時間也極有效益，以同為亞洲國家的韓日兩國相比，我們應用配電自動化的進度已屬落後，上述推展策略與進度，正可讓我們迎頭趕上。

二、發揮台中區處建置 DAS 的先鋒角色，提昇本公司配電自動化的技術能力與水準。台中區處應於密集且吃重的自動化擴充工作外，還要發

揮火車頭的角色，將現有自動化工程的建置與運轉經驗，透過配電自動化技術研討會(而非參訪觀摩會)或網路知識分享，與其他單位人員研討、交流，提昇本公司配電自動化的技術能力與水準。

三、本公司若仿韓電自主開發配電自動化系統，應有相對應的開發團隊。目前業務處匯集各區處的自動化人才，成立「配電饋線自動化系統技術小組」，目的在配合北南、高雄區處之建置，探討程式運作，確保各區處導入系統順利運作。這個組織只能達成系統接收與運轉，卻很難達成自行開發與技術自主。若仿韓電擬自主開發配電自動化系統的應用功能，則應有組織及其成員擔任或兼任下列一個以上的工作角色[7]。

團隊角色	工作職掌
專案經理(Project Manager)	負責自動化系統建置計畫過程中的所有非技術性課題。
專案系統工程師(Project System Engineer)	負責確保自動化系統有效的整體架構以及各個子系統的主要元件(Components)之間的相互關係與互動。
系統分析師(System Analyst)	確定找到自動化系統真正的問題而且設法解決該問題。
領導設計師(Lead Designers)	負責自動化系統各主要元件(Components)的技術設計工作。
建構經理(Configuration Manager)	負責自動化系統的開發與運轉期間的建構管理。
測試團隊(Test Team)	負責查對與確認系統是否符合各項規範所記載。
程式設計師(Programmers)	根據領導設計師於文件規格上的描述來建造一個自動化系統。
文件專家(Document Specialist)	負責編輯與撰寫包括使用者文件在內的各種自動化系統文件，
品質保證師(Quality Assurance)	這些人的職責與系統的品質有關，他們在自動化系統的發展過程中隨時貢獻必要的協助，以確保系統達成令人滿意的品質目標。

四、積極培訓與投入具備新觀念、新視野與新技術的人力到建置、運轉、維護與使用部門，俾全面發揮系統的效益。公司經過這幾年的培訓，各單位都已擁有一批適合從事自動化工作的精英人力，惟只著重在建置階段的技術人力還不夠，尚應加強對應用部門人員的觀念啟迪與轉化。未

來，日常工作透過新技術的使用轉變成自動化後，若觀念上不知或不願跟著轉化，只會以舊方式來面對，行動上便會產生抗拒、退縮而不會主動積極迎上前去，這對發揮系統效益是有折損的，因此公司應再積極培訓與投入優秀人力到運轉、維護與使用部門。

五、全面實施配電自動化後，應將 DDCC 與 FDCC 的調度監控值班人力整合為一，不再分彼此。以國外的經驗來看，調度中心的人力很少超過兩人。韓電每班只有二人，歐洲更只有一人且還負責發電廠的監控，若安全無虞，他們甚至可從家裡透過 Internet/Intranet 監控。其實全面實施自動化後，調度員透過通訊與軟硬體等技術，只要憑靠一隻滑鼠，就能及時掌控複雜的配電網路，而不像人工的時代，調度員必須有豐富的現場經驗與綜合人工圖資研判事故的本能才行。因為該有的知識與能力，自動化系統都具備且比人的反應與判斷還精確迅速，因此，現有的兩類值班人力應可考慮整合為一。

六、統一各廠牌開關及其配件之尺寸、面板安排等，以簡化材料管理、現場裝置、維護點檢等之作業流程。

七、將地下自動開關之電源設備、控制箱、FTU、金屬界面接頭、數據機等配件設備均設置於開關箱體內，以簡化未來開關及 FTU 施工。

八、統一化規格化各類自動開關之電源設備、控制箱、FTU、金屬界面接頭、數據機等配件設備，以利於自動化設備介面連接及未來之擴充。

九、FTU 與開關所需之電源供應設備合併由開關或 FTU 統一提供，以減少投資及未來電源供應設備維護工作量。

十、配合相關國際標準，提升 CB 型式開關之機械操作次數，並可考慮使用先進之永磁操作機構，以簡化操作機構之維護工作。

十一、順應減量使用 SF6 之環保時代潮流，逐步接受以高分子聚合物絕緣之各類開關。

十二、架空山區等距離較長饋線，可考慮恢復使用自動復閉器以縮短事故範圍增加供電可靠度，另其亦可視為簡易自動化之一種形式。

十三、逐步引導國外廠商將其已商品化之自動開關技轉國內廠家生產，以提供本公司良好之售後服務。

## 捌、參考資料

- [1] Ha, Bok-nam and Leel-ho Seol, “Utility Modifies Rural A/A System for Urban Use,” Transmission & Distribution, (September 2003), Vol. 55, No. 9, PP. 69-76.
- [2] KEPCO Distribution Automation System , Korea Electric Power Corporation Korea Electric Power Research Institute , 第2頁.
- [3] Enhanced TEChnology 先進的技術 , ENTEC electric & Electronic Co. , Ltd, 2003.
- [4] Chan, F.C. and K.K Leung, “CLP Power Distribution Automation Project-Implementation and Management,” POWER-GEN ASIA 1999, Singapore, September 22-24, 1999.
- [5] Tannlund, Per and G. Bjorkman, “An Advanced Distribution Automation System Experience from Application Development and Project Implementation,” POWERCON 2000, Paper Number: PC-B6-04.
- [6] Verho, pekka and et al. “Distribution Automation as the Core Strategy in Koillis-Stakunnan Sahko OY,”
- [7] Carson, John H. Class Lecture, MGT. 280, The George Washington University, Information Systems Development Points, October, 1992.
- [8] Altonen J. and et al. “New Approach to Closed Ring Protection Application”
- [9] “EDF at the Forefront of the Electricity Exporters,” Transmission & Distribution, (Special Millennium Issue 2000), Vol. 52, No. 14, PP. 44-48.
- [10] Bernard, Gilles and Jean-Luc Farges, “Reliability Takes Center Stage – EdF Shares its approach to improve the reliability of supply in urban areas,” Transmission & Distribution, (August 2001), Vol. 53, No. 8, PP. 50-55.



玖、進階參考資料

- [1] Kussel, R. and et al. "A Network Application Package with a Centralized Topology Engine," IEEE Budapest, PowerTech '99, Budapest, Hungary, August 29-September 2.
- [2] Kussel, R. and et al. "A New Approach to Initializing and Updating the Topology of an Electrical Network," 12<sup>th</sup> PSCC Proceedings, PP. 598-605, Dresden, Germany, August 19-23, 1996.
- [3] Kussel, R. and et al. "Fault Management in Electrical Distribution Networks," ABB Utility Automation GmbH, Germany.
- [4] Grein, W. and et al. "Dynamic Network Coloring," 8<sup>th</sup> PSCC Proceedings, Helsinki, Finland, 1984.
- [5] Ho, S. K. and et al. "Application of Remote Terminal Unit for a Distribution Automation Project," IEEE'99 Hong Kong, August 16-18, 1999.
- [6] Chan, F. C., and K. C. Lo, "Data Engineering for a Distribution Management System," Distribution 2000, Brisbane, November 9-12, 1999.
- [7] Chan, F. C., and K. C. Lo, "System Design and Development for a Distribution Automation Project," 12CEPSI, Pattaya, Thailand, November 2-4, 1998.