

出國報告（出國類別：實習）

## 電業新監控標準與企業智慧電網整合應用

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：林哲毅 電機工程專員

派赴國家：德國、瑞士

出國期間：104 年 11 月 09 日至 104 年 11 月 22 日



## 行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：電業新監控標準與企業智慧電網整合應用

頁數 42 含附件：是 否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

台灣電力公司 人力資源處/陳德隆/02-23667685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

林哲毅/台灣電力公司 綜合研究所/六等電機工程師/02-80782263

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他

出國期間：104 年 11 月 9~22 日

出國地區：德國、瑞士

分類號/目

關鍵詞：智慧變電所(Smart Substation)、資通訊技術(Information and Communication Technology, ICT)、IEC 61850

內容摘要：

智慧電網為本公司近年來重要政策之一，在智慧電網的架構下，資訊及通訊傳輸技術(ICT)扮演著一個關鍵性的角色，而 IEC 61850 為電力設備資訊傳輸的唯一核心國際標準。本公司綜研所已於今年度完成台灣第一座以 IEC 61850 為標準的全功能智慧變電所，並將本案建置經驗投稿至國際電機研究交換協會(International Electric Research Exchange, IERE)。IERE 成立於 1968 年，為電力事業研究單位指標性的技術交換平台，每年固定於世界各地集結電力事業領域的研究機構舉辦交流及研討論壇會。本人參加今年 IERE 舉辦於德國柏林的研討會，並於” Future Role of Grids and Storage” 場次口頭發表本公司 IEC 61850 智慧變電所之內容及經驗。IERE 研討會廣邀學術界、產業界和電力公司專家進行交流，因應未來電網的應用不斷演變，本公司需要遵循新一代的標準，以確保本公司在智慧電網的道路上能夠與世界先進各國接軌。

此外，ABB 公司為 IEC 61850 先進電力設備開發的技術先驅之一，本次出國參訪 ABB 位於瑞士的先進實驗室及建置場域，內容包含了變電所自動化應用與管理、新一代的數位化變電所、及 IEC61850 在變電所自動化和保護電驛之應用與管理等議題。上述於台灣所建置的智慧型變電所部分設備也為 ABB 所提供，本次參訪也與實際開發團隊交流此計畫執行時所遇到之難題。

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

# 電業新監控標準與企業智慧電網整合應用

## 目 錄

### 頁次

壹、 出國緣由及目的 .....	4
貳、 出國行程 .....	5
參、 <b>IERE 研討會</b> .....	6
I. IERE 介紹 .....	6
II. 研討會發表內容 .....	7
III. 技術參訪 .....	19
肆、 <b>ABB 參訪內容</b> .....	23
I. ABB 公司簡介及參訪主題 .....	23
II. 變電所自動化演進 .....	24
III. 新版 IEC 61850 Edition 2 介紹 .....	27
IV. 新社 IEC 61850 先導型計畫檢討 .....	33
V. ABB IEC 61850 認證及驗證中心 .....	36
伍、 心得與建議 .....	39
陸、 參考資料 .....	41

## 壹、 出國緣由及目的

台電公司依據國家智慧電網總體規劃中的智慧發電與調度構面來推動 IEC 61850 電力事業標準通訊協定的引進，已陸續啟動相關研究。配合相關計畫，本公司已於台電綜合研究所樹林所區建置一間測試研究室以及於台中新社變電所建置一套全功能 IEC 61850 智慧型變電所的先導系統。本先導型計畫成果豐碩，因此將本建置經驗投稿至國際電力研究交換協會 (International Electric Research Exchange, IERE) 今年於德國舉辦的研討會，除了分享本案所學經驗外，也經由研討會中其他研究機構學習其他電力相關專家進行交流，因應未來電網的應用不斷演變，本公司需要遵循新一代的標準，以確保本公司在智慧電網的道路上能夠與世界先進各國接軌。

除了德國的 IERE 研討會發表外，因上述新社變電所先導型研究係與 ABB 公司工同合作建置，此行的另一項任務為赴瑞士 ABB 公司討論此案所遭遇之困難及疑問，及了解此公司對 IEC 61850 未來的產品展望等，以協助台電公司未來規劃智慧型變電所之參考。

## 貳、 出國行程

本出國計畫，自 104 年 11 月 9 日起，至 104 年 11 月 22 日止，前後 14 天，詳細行程如下表所示。

起始日	迄止日	實習機構	實習內容
1041109	1041109		去程(台北－柏林)
1041110	1041113	IERE	參加今年 IERE 舉辦於德國柏林的研討會，並於”Future Role of Grids and Storage” 場次口頭發表關於本所研究之 IEC 61850 智慧變電所內容。大會於最後一日安排至德國第二大電力公司 RWE 的生質能發電廠參觀。
1041114	1041115		轉機及例假日 (柏林－蘇黎世)
1041116	1041120	ABB	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 變電所自動化應用與管理。</li> <li>2. 新一代的數位化變電所。</li> <li>3. IEC61850 在變電所自動和保護電驛之應用與管理。</li> <li>4. 討論台電公司智慧變電所先導型計畫相關議題。</li> </ol>
1041121	1041122		返程(蘇黎世－台北)

## 參、 IERE 研討會

### I. IERE 介紹

IERE 成立於 1968 年，為一個以非營利為導向且自體經濟獨立的國際性機構，其成立的目的為評估創新及新興的電力事業技術與建置、協助在不斷變化的商業環境中樹立企業策略與研發、及促進發達經濟體將電力事業技術轉移至發展中經濟體。

IERE 的成員包含了世界各國的電力公司、電力相關研究單位、設備製造商及大學院校等等，每年定期會在全球各地舉辦不同主題的研討會，像是 2006 年就曾經於台灣舉辦過主題為” R&D in Electricity: How is it Launched and How is it Evaluated?”的研討會。今年的 IERE 年會則是舉辦於德國，其主題為「國際能源系統的轉換 (International Energy Systems in Transition)」，參加的機構包含美國 EPRI、日本關西電力公司、日本東京電力公司、Alstom、三菱電機、德國 RWE 電力公司、韓國電力公司等等。

本次研討會共分為「次世代再生能源 (Next Generation Renewables)」、「主動式用戶的能源方案 (Energy Solutions for Active Customers)」、「火力電廠的未來需求 (Future Requirements for Thermal Plants)」、及「未來電網及儲能設備的角色 (Future Role of Grids and Storage)」四項主題。台電綜合研究所經過這幾年的研究，終於在今年度完成建置台灣第一所的全功能 IEC 61850 先導型智慧變電所後投稿至此研討會並受邀於上述中「未來電網及

儲能設備的角色」主題口頭發表此專案內容。

## II. 研討會發表內容

雖然參加此研討會的都是電力界的專家，但因 IEC 61850 為一個相對較新的標準，因此簡報一開始先為大家簡介何為智慧變電所及他的優點與重要性。

通訊系統在電力系統的即時控制中一直都扮演著關鍵性的角色。在最初期，位於變電所的運轉員使用電話為通訊媒介向控制中心報告即時的線路負載資訊，而控制中心的調度員也是使用電話通知變電所何時開關需要投切。直到 1930 年，電話線交換的系統才逐漸發展，讓調度員可遠端監視及控制變電所少許的點數。在 1960 年，數位化的通訊技術越趨成熟，使得資料擷取系統 (Data Acquisition System, DAS) 可自動的取得變電所的量測資料。但因當時通訊頻寬的限制，資料擷取系統的通訊協定必須被優化成運作於窄頻的通道。而此作法的代價就是要花較多的時間去配置組態、連結結點、以及記錄傳輸資料中每個代表的位元。

當通訊科技發展到數位的時代後，一台智慧型電子裝置 (Intelligent Electronic Device, IED) 已具備處理數千個類比及數位的點數的能力，而通訊頻寬也不再有更多的限制。變電所至控制中心的傳輸速度已可達到每秒 64,000 個位元，但雖然頻寬的問題已解決，保護、控制及量測的功能規劃因當時尚無統一的標準，仍須耗費許多時間去學習、規劃及記錄。因此，UCA (Utility Communication



Architecture)在 1988 年開始發展一套新的變電所自動化通訊標準。

他們列出了在一套完整個變電所內需要具備的幾項功能為：

- A. 高速 IED 對 IED 點對點通訊。
- B. 變電所內所有通訊網路的集中管理。
- C. 封包傳遞時間保證。
- D. 統一標準。
- E. 多設備商設備的互通性。
- F. 支援數位電壓及電流訊號傳輸。
- G. 支援檔案傳輸(File Transfer)。
- H. 支援安全防護(Security)。

UCA 依照上述必要的功能，在 ISO 的 OSI 7 層網路架構中建議了每層應該使用的協議，並制定了傳輸所應使用的資料模型及抽象服務等。上述 UCA 所制定的變電所通訊架構而後轉移到了 IEC 57 號技術委員會 IEC Technical Committee Number 57, IEC TC57)的第 10 工作群組(Working Group 10, WG10)繼續發展，最終成為一個新的變電所通訊的國際標準－IEC 61850。

以 IEC 61850 為標準的變電所可分為 Process Level、Bay Level 及 Station Level 三層不同的通訊體系。在 Process Level 與 Bay Level 間的通訊稱為 Process Bus，主要用以傳輸 IED 與 SCADA 主機間的資料，而 Bay Level 與 Station Level 間的通訊則稱為 Process Bus，用以傳輸各 IED 或合併單元(Merging Unit, MU)間的資料，其架構如圖 1。在 IEC 61850 標準內，其中一項最重要的目的為各個廠設備間的互用性。為了達成此目的，各設備間的資料傳輸必須遵從同一

標準格式。Station Bus 主要負責的任務有以下幾點：

- A. 以 MMS 傳輸 SCADA 向 IED 所要求的資料。
- B. 以 MMS 傳輸 IED 主動向 SCADA 傳輸的資料。
- C. 保護用 IED 間或保護用 IED 與控制用 IED 間的 GOOSE 傳輸。
- D. GPS 伺服器與 SCADA 端校時的 SNTP 資料。

Process Bus 負責傳輸的資料則有：

- A. MU 向 IED 傳送的 SMV 資料。
- B. 控制 IED 與開關 IED 間的 GOOSE 傳輸。
- C. 各個 IED 與 MU 間的 IEEE 1588 時間校時。

在過去幾年，台電公司付出的許多的時間與金錢在研究 IEC 61850 智慧變電所相關議題，綜研所這邊也執行了一項計畫，此計畫規劃於兩階段執行(如圖 1)。第一階段為 IEC 61850 的測試實驗室；而第二階段為全功能 IEC 61850 的智慧變電所建置，期建置的場域為台中新社 D/S 變電所。

在實驗室建置的部分(如圖 2)，我們研究了不同廠家生產之 IED 間的互通性(Interoperability)、使用各自的 IED 規劃工具及系統規劃工具設定量測、保護、及控制功能。因為台灣絕大部分的 SCADA 系統為使用 DNP3.0 的通訊協定，我們也研究了如何使用一台閘道轉換器將 DNP3.0 轉換為 IEC 61850 的 MMS 協定。本建置規畫使用了兩台伺服器；一台為規劃及測試系統所使用，而另一台為 SCADA 人機介面顯示及資料庫儲存。時間同步則使用一台連接到 GPS 的時間同步伺服器。網路架構則使

用了兩台交換機作為備援之用。

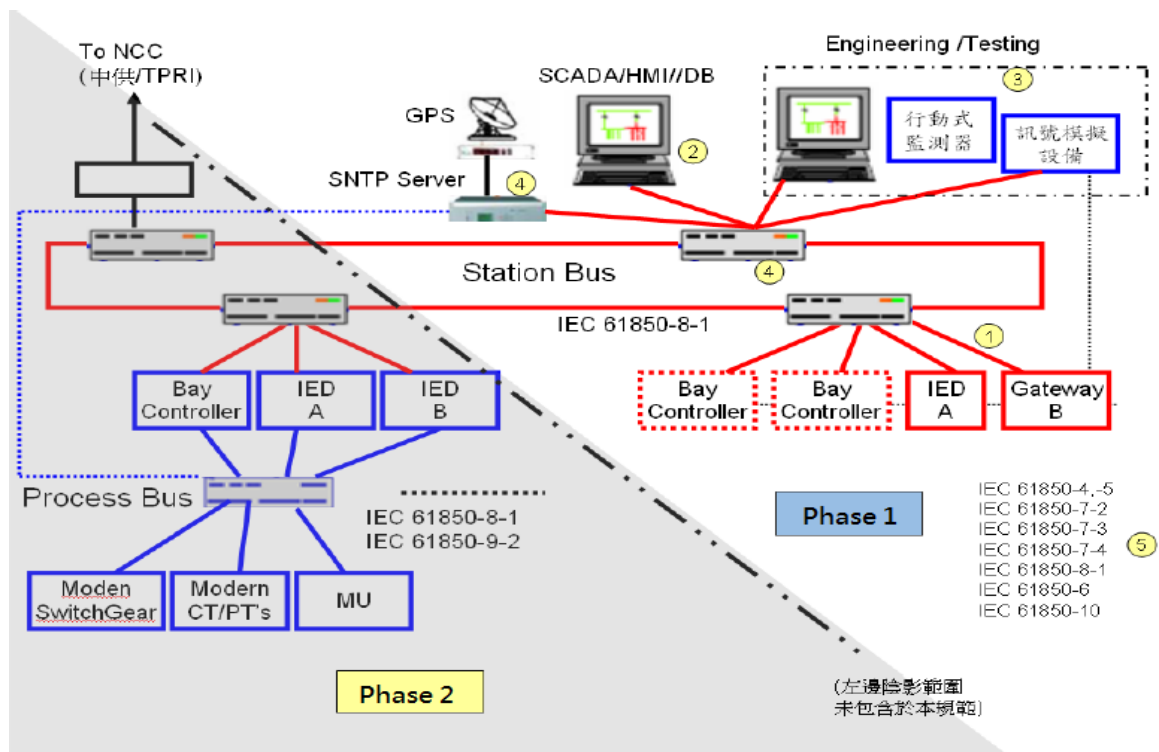


圖 1 台電綜研所 IEC 61850 智慧變電所計畫

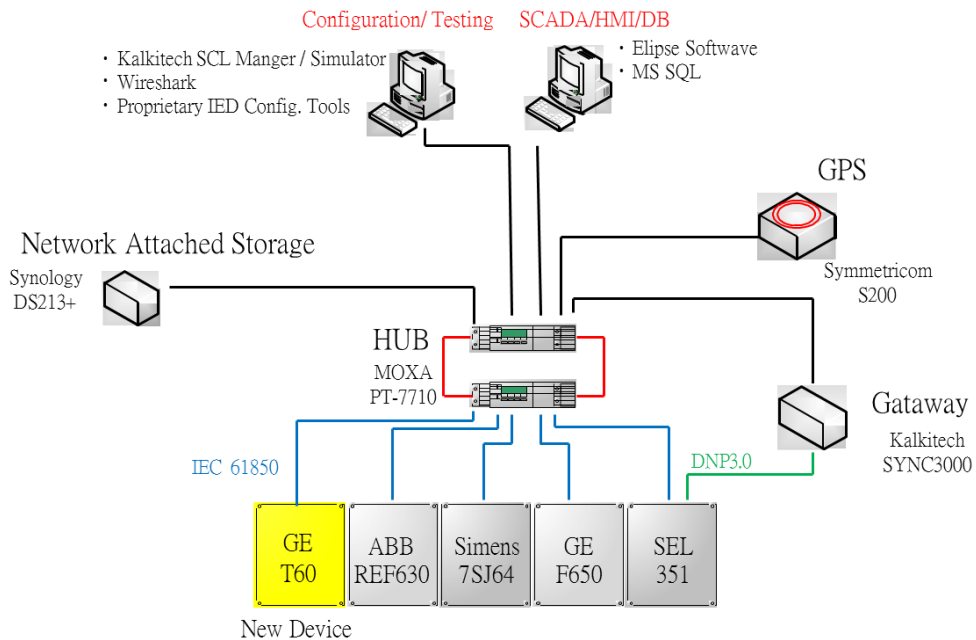


圖 2 IEC 61850 實驗室建置

在 SCADA 的部分，我們使用了一套經過 KEMA IEC 61850 客戶端認證的人機介面，它可以直接使用 MMS 的通訊協定與 IED 溝通，並不用通過 OPC 或其他協定的轉換以求最佳效能及便利的規劃。

我們也研究了如何使用 IEC 61850 中不同的控制方塊 (Control Blocks) 如報告控制方塊 (Report Control Block, RCB)、GOOSE 控制方塊 (Goose Control Block, GCB)、及記錄控制方塊 (Log Control Block, LCB)，並將他們連結到相對應的資料集 (DataSet) 中 (如圖 3)。這些資料集為使用者依據不同目的所選擇的邏輯節點 (Logical Nodes) 中的屬性 (Attributes) 所組合而成的。

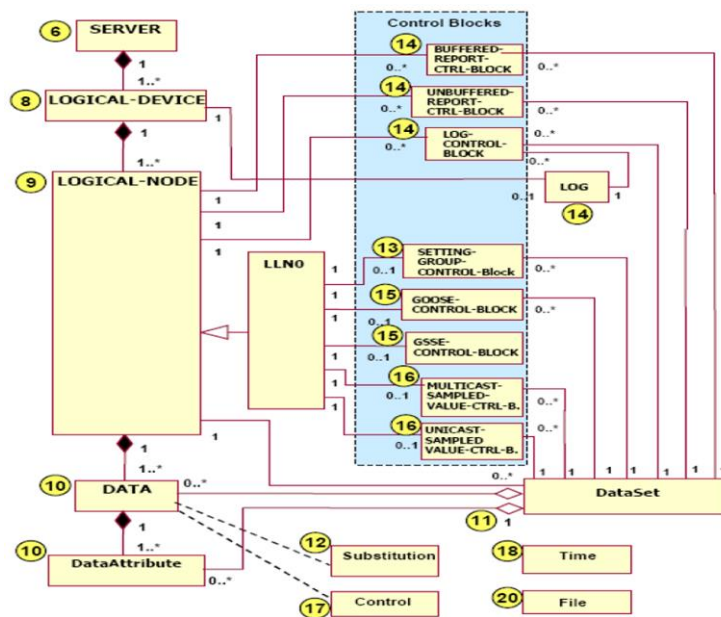


圖 3 IEC 61850 通訊架構

最後，在此階段我們也研究了如何使用系統規劃工具來規劃不同 IED 及其他設備間的通訊，因此賦予這寫設備有互相溝通的能力 (如圖 4)。

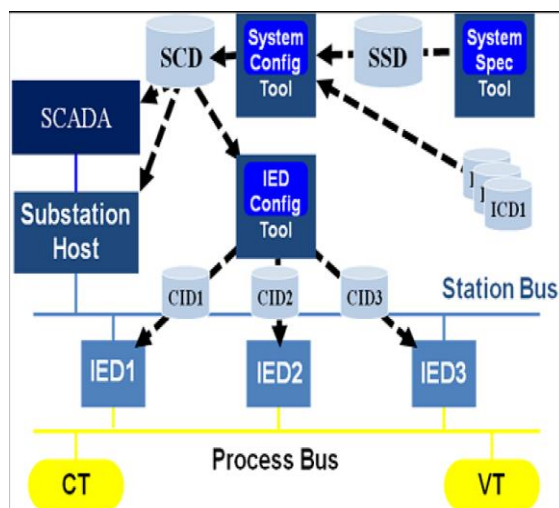


圖 4 IEC 61850 規劃工具選用

利用實驗室建置時所學習到的經驗，我們將此研究地化進行到了第二個階段，也就是實際的 IEC 61850 智慧變電所建置。在第一階段，我們只研究了在變電所匯流排(Station Bus)的規劃與建置，當我們進行到第二階段時，我們將過程匯流排(Process Bus)也加進研究的範圍，使得此變電所為一個全功能 IEC 61850 的智慧變電所(如

圖 5)。

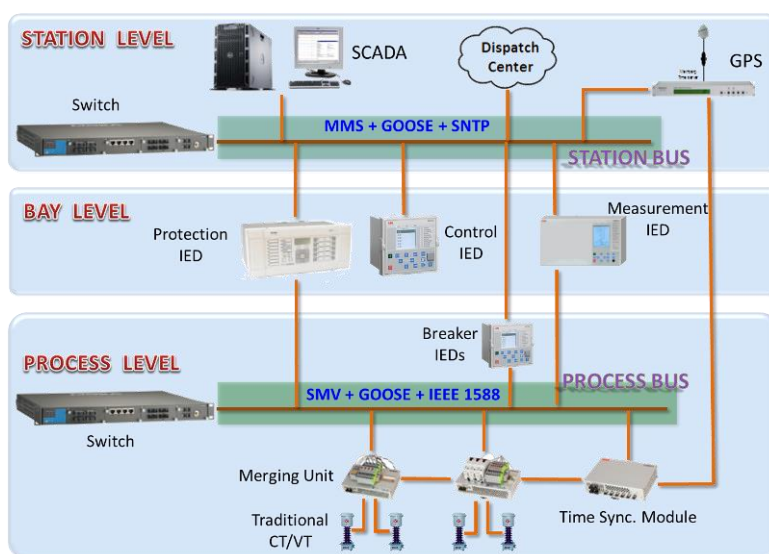


圖 5 全功能 IEC 61850 智慧變電所

此智慧變電所的架構如下圖所示，在過程層(Process Level)，我們使用了合併單元(Merging Unit, MU)取代了傳統的類比式比壓器及比流器來擷取電壓及電流的訊號。此合併單元利用類比數位轉換器將傳統的電壓電流訊號轉換為符合 IEC 61850-9-2 的數位採樣訊號(Sampled Values)，利用網路傳輸讓需要此訊號的 IED 來使用。若以往 IED 需要一組三相電壓電流的訊號，至少需要拉 8 條線路(3 相電壓、電流及其各自中性線)，而若另一台 IED 需要相同的訊號，則須再額外 8 條的線路。與傳統硬接線的方式對比，利用數位化的訊號只需一條網路線連接到交換機即可解決，因此可節省大量的佈建耗材及人工成本。另外，此乙太網路線除了用來傳輸 SV 訊號外，也可用來傳輸時間同步訊號如 IEEE 1588 及 SNTP、IED 間的 GOOSE 訊號、或 IED 與 SCADA 端的 MMS 訊號等等。

因 MU 對電壓電流的採樣頻率為每週期 80 個採樣點，而在電力頻率為 60Hz 的台灣即為每秒 4,800 個採樣點，故時間同步的精準度於 MU 為非常重要的一個因素。根據 IEC 61850-9-2 標準的建議，MU 間的時間同步應使用 IEEE 1588 協定，因其精準度可達  $1\mu\text{s}$ 。在這個計畫裡，我們特地選用兩家不同廠家生產的 IED 來測試互通性的可能，並成功的讓他們可互相傳遞 GOOSE 訊號即接收 MU 的 SV 採樣訊號。

在這個案子我們使用了 4 個 IED 來達成變壓器保護、饋線保護及線路保護，其中包含了過電流、過電壓、欠電壓、線路差動等等的保護功能。圖 6 為本次所規畫於變壓器保護所使用的邏輯節點。

MU 使用了 TCTR 及 TCTR 的邏輯節點來擷取電壓及電流的採樣訊號並傳輸給變壓器保護的 IED 所使用。此 IED 利用 MMXU 為量測功能、PDIF 為變壓器差動保護、RDRE 為擾動錄波、PTOC 為過電流保護。XSWI 及 CSWI 怎是用來控制位於現場的輔助 IED 作為跳脫開關之用。最後這些邏輯節點也可利用 MMS 傳遞狀態位於 Station Level 的人機介面作為 SCADA 顯示。

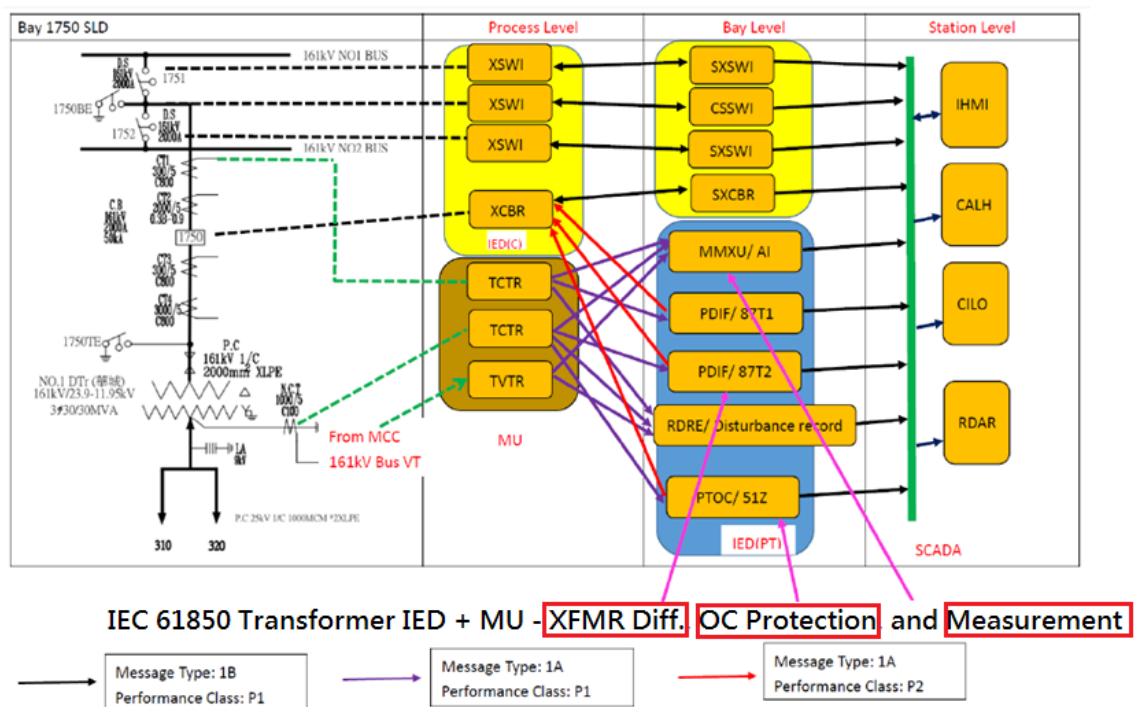


圖 6 變壓器保護功能示意圖

圖 7 左方為故障擾動錄波的功能方塊設定。在 IEC 61850 中擾動錄波的上傳可選擇使用檔案傳輸(File Transfer)或 FTP 兩種，而標準是建議使用 File Transfer 的方式。所以我們將”DR Read by FTP”此參數設定成”False”後(如圖 7 中)，此檔案將使用 File Transfer 的方式上傳 COMTRADE 檔案到我們的 SCADA 主機。而後我們可使用 Wavewin 等故障波形分析軟體來分析故障或擾動事故的原因(如





於測試階段，我們設計了不同的測試情境如圖 9 的 SV 封包擷取及圖 10 的 GOOSE 封包擷取。

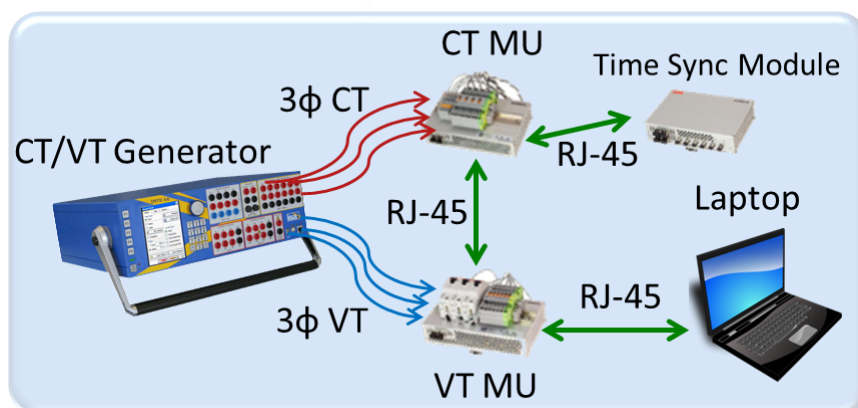


圖 9 SV 訊號擷取

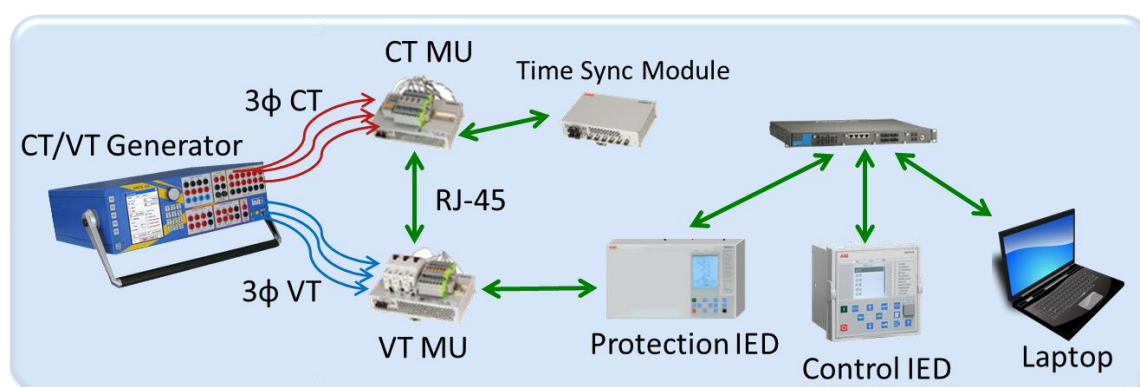


圖 10 GOOSE 訊號擷取

擷取後可使用 WireShark 等封包分析軟體並比對相對應的標準來查看所擷取之封包是否符合標準之要求事項。

圖 12 為本案新社 D/S IEC 61850 先導系統的 SCADA 畫面。基本的訊號如三相電壓、電流、頻率、功率因素、實功率、虛功率等數值直接畫面顯示於畫面。當事故發生時，畫面上的圖示將會閃爍告警並發出警報。事件列表及事故波形圖等可由不同的按鈕進入細項觀察。



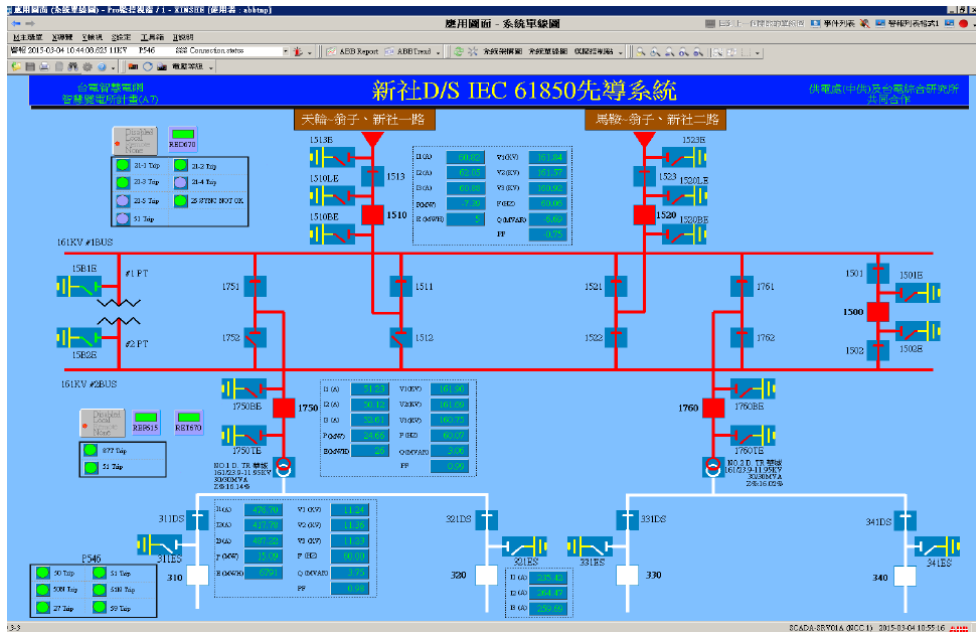


圖 12 系統 SCADA 畫面

上述為本專案及在 IERE 德國研討會所報告的內容，下面則是本次參加研討會的一些照片。



圖 13 IERE 研討會報告照片



圖 14 IERE 研討會

### III. 技術參訪

本次大會於最後一日安排技術參訪至德過 RWE 電力公司。

RWE(Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk AG)為德國第二大的電力及天然氣事業的供應商。電力部分供給 2 千萬個用戶，而天然氣則為 1 千萬。

本次參訪的機構為 RWE 在柏林近郊的一個生質能汽電共生發電廠(Wood Fired CHP Plant)。這座發電廠建置於 2004 年，總共的裝置容量為 106MW，包含了 20MW 的電力以及 66MW 的熱氣。熱氣經由兩條專屬的管路傳輸到約五萬戶的用戶，而所發出電力則傳輸到電網內經過市場競標的機制收取電費。



圖 15 德國 RWE 生質能汽電共生廠

此廠利用柏林當地或國外(比利時、荷蘭、丹麥及英國)的廢棄木材做為燃料，廢棄木頭先經過分割成一片片碎木再經過雜質處理，利用強力磁鐵將金屬部分取出後即可當作燃料使用，而取出的廢棄金屬還可再賣給其他回收商賺取更多利益。



圖 16 取出之廢棄金屬

電廠內共有 8 座大型燃料儲存槽，每座可儲存 500~600 噸的燃料木材，其中每兩槽供給一鍋爐，鍋爐的燃燒溫度為 850 度至 1100 度，每小時可產生 120 噸的蒸氣用以帶動發電機。與燃煤電廠相比，燃木的汽電共生電廠每年可減省 23.5 萬噸的二氧化碳排放，對於環境保持有顯著的幫助。另外本廠還有另外三座燃天然氣的機組，分別為 33MW 的裝置容量，用以提供熱氣不足時的備用容量。此場燃料木材需求每週約為 4,000~6,000 公噸，所使用的木材等級可涵蓋 AI 至 AIV(天然木材至加工後木材)。



圖 17 汽電共生發電機組

在環境保護方面，為了滿足德國的嚴格排放法律(BimSchV)，加入了 Lime hydrate [ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ]以及壁爐石(Herdofenkoks)以降低碳排放量。在控制室中的碳排放監測 SCADA 系統也直接與政府單位相連，若碳排放超過標準時將會被罰錢。



圖 18 RWE 發電廠 SCADA

## 肆、 ABB 參訪內容

### I. ABB 公司簡介及參訪主題

ABB 公司為電力系統自動化的國際大廠之一，其產品線包含了高壓直流設備、變頻器、工業機器人、變電所設備、自動化控制系統、船舶推進裝置、電網管理、變壓器等等。

本次至瑞士 ABB 的電力系統自動化研發中心參訪，目的為了解業界在 IEC 61850 智慧變電所所能提供的解決方案、未來展望等，討論的議題包括變電所自動化演進、新版 IEC 61850 Edition 2 介紹、新社 IEC 61850 先導型計畫檢討、及 ABB IEC 61850 認證及驗證中心等，以下將就本次與接待人員討論內容作描述(其中大部分圖片為 ABB 瑞士所提供)。



圖 19 與 ABB 接待人員合影



## II. 變電所自動化演進

智慧電網在這個世紀可算是電力系統最被廣為討論的議題之一，其中最重要的一環即是在傳統的電力流中加入了資訊流，讓運維人員可以清楚的了解許多電力相關的資訊。如同前面章節所提到的，IEC 61850 為電力事業自動化通訊的唯一核心標準，目前本標準最被廣為使用的地方即是用於變電所的自動化。

如圖 20，變電所自動化的發展可追溯至 1960 年代，當時，不管是現場的設備與電驛間或是電驛與監控主機間的資訊傳輸都必須通過硬接線的方式，不僅浪費線材也必須耗費許多施工以及工程的成本。

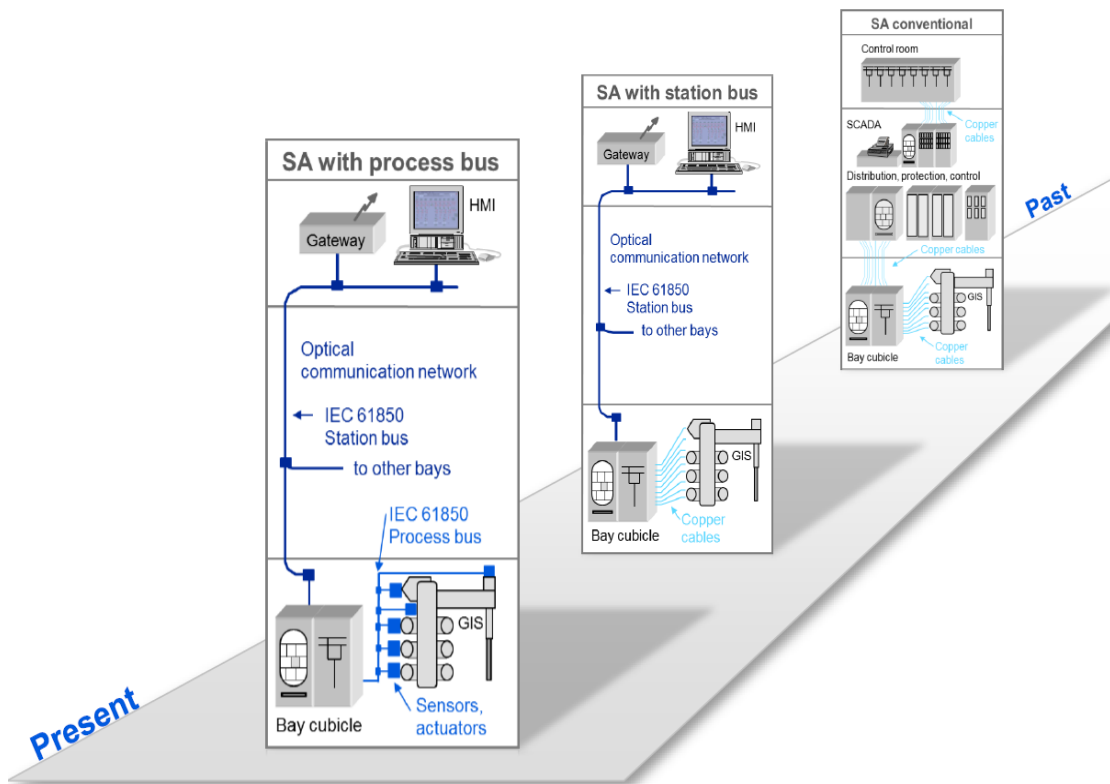


圖 20 變電所自動化演進

在 IEC 61850 的導入之後，初期的發展以 Station Bus 為主，將電驛與監控主機間的資訊交流改為了乙太網路(圖 21);而在近幾年隨著 MU 及 NCIT (Non-conventional Instrument Transformer) 的發展越趨成熟，可將 Process Bus 的電壓電流訊號直接在現場轉為網路訊號回傳至 IED，更大幅地降低了佈線即施工成本(圖 22)。未來也可能直接將開關設備導入 IEC 61850 的協定，讓 IED 可直接控制 CB 的跳脫及閉合，更進一步的簡化變電所自動化的架構。

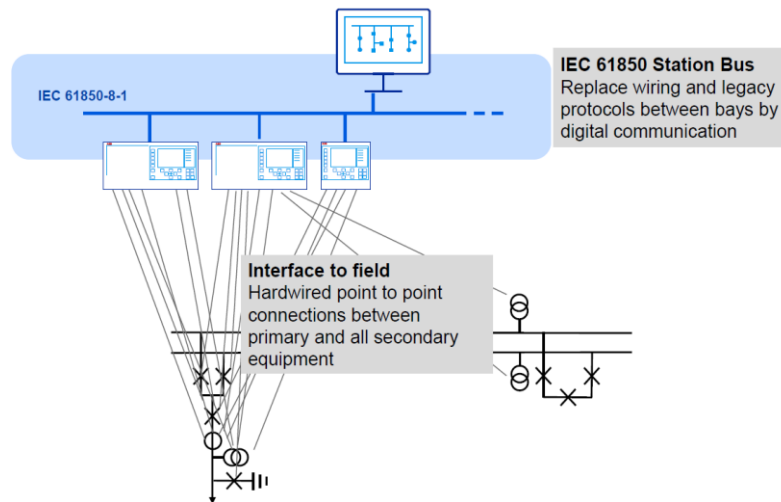


圖 21 IEC 61850 Station Bus 變電所

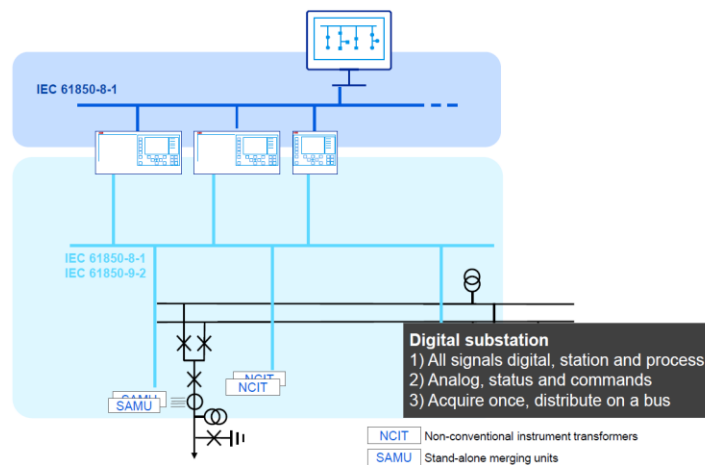


圖 22 全功能 IEC 61850 變電所

使用 IEC 61850 的好處為：

- i. 減少最多 80%的佈線：可用光纖電纜取代所有成距離的銅導線
- ii. 降低運輸成本：
  - 與傳統一般型變電所相比可減少 30 噸的貨物運輸量
  - 所需之光纖電纜重量約為傳統銅導線的 10%
  - 若將 CT 換為數位式可較傳統 CT 減少 80%重量
- iii. 降低 40%的安裝及斷電時間：
  - 所需之設備大幅減少
  - 所需之佈線、接線及測試時間大幅減少
- iv. 減少 30%~60%所需之空間：
  - 因為 IED 不再需要傳統的 I/O 介面，相同數量的 IED 所需之空間可大幅減少
  - 可將控制及保護功能融合在同一 IED 中，減少 IED 的數量
- v. 增加系統效能：
  - IEC 61850 對於故障 CB 跳脫及各設備處理時間都有嚴格的規定，因此設備的處理效能必須要能滿足下述需求
  - 從事故發生至 CB 挑脫時間最長為 4 個電力週期(在 60Hz 的電力頻率為大約 67ms)

- 合併單元的處理時間最長為 2ms
- SV 傳遞時間(Transfer Time)最長為 3ms

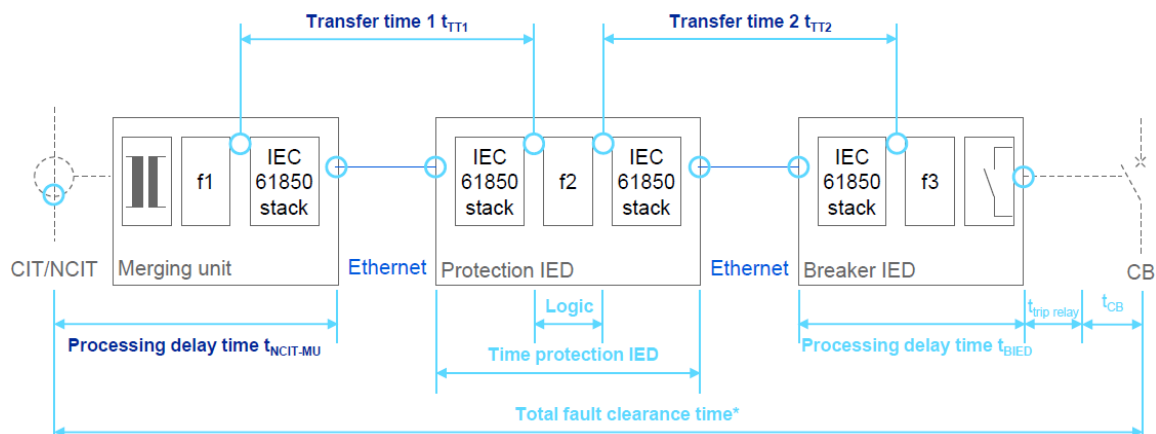


圖 23 個設備資料處理及傳遞時間之要求

### III. 新版 IEC 61850 Edition 2 介紹

在 1986 年，美國 EPRI(Electric Power Research Institute)針對次世代變電所自動化的通訊開啟一項新的研究計畫。於 1991 年，EPRI 決定與 IEEE 於此項目合作，並將計畫名稱訂為 UCA(Utility Communications Architecture)並發布了一項同名的規章(Guideline)，也就是 IEC 61850 的前身。第一個版本的 IEC 61850 標準於 1995 年至 2004 年之間頒布，其名稱訂為”變電所的通訊網路及系統(Communication Network and Systems for Substations”，包含了 3 個工作小組(working group)制定總長約 1400 多頁的 14 個文件。在 2005 年開始，IEC 將此標準進行了改版，並將其名稱改為”電力事業自動化的通訊網路及系統(Communication Network and Systems for

Power Utility Automation)”，由此可知，此標準的重要性已大幅度的提升，因此標準已不僅僅包含變電所，而電力事業自動化相關議題如風力、電動車、電池及太陽能等皆已被納入此標準內(圖 24)。而規模也增加至 5 個工作小組，長度至目前也增加至總共 2500 頁的 30 個文件。

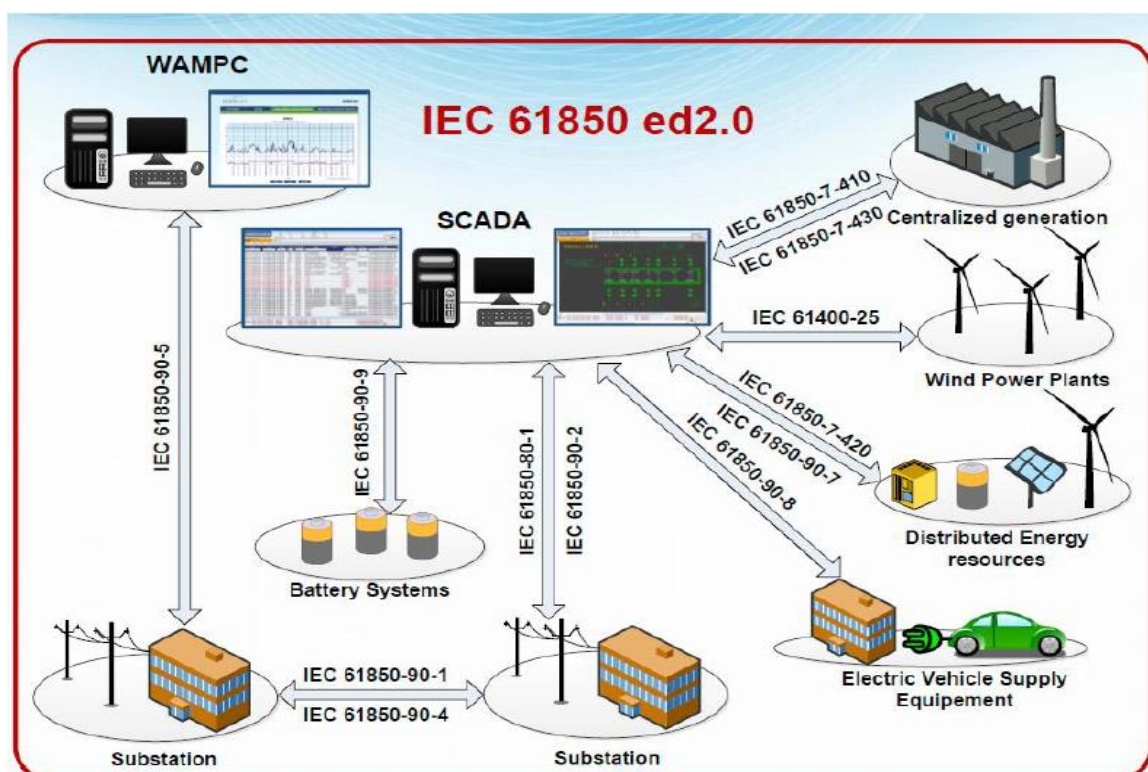


圖 24 IEC 61850 Ed.2 標準包含內容

i. 增強設備互通性

設備間的互通性是 IEC 61850 標準中一項非常重要的特點，但並不代表所有經過一致性測試的設備即擁有“隨插即用”的功能，而是賦予它可互通的“能力”，而此能力的啟用還是必須通過工程師的規畫及設定。

IEC 61850 算是一個新的標準，其內容非常地冗長，所制定的功能也非常的多，很難在一開始就做得非常完整。在第一版的標準中所描述的某些功能及架構描述的並不是非常清楚，因此不同設備製造商或系統整合商可能會將這些功能解釋成不同的意思。

因此，IEC 及 UCA International Users Group 決定成立一個管道稱為 Technical Issue (“TISSUE”)，讓使用者在標準上有不明確或矛盾的部分進行回報，而 IEC 的工作小組即會依據這些回報進行標準的修改。

針對互通性的部分，依據 TISSUE 的回報，第二版的標準將第一版缺少的功能加進去，也修改了某些功能重複的問題。第二版也清楚的指明 IED 規劃工具及系統規劃工具各自負責的範圍。工程工具的一致性測試內容也被加入了 IEC 61850-10 的標準。在 IEC 61850-6 中不同的檔案格式也被重新修改，並增加了 IID 及 SED 兩種新的格式；IID 為實例化 IED 描述(instantiated IED description)，是裝置針對 SCD 工具規劃過的文件再次實例化，可以替換回 SCD 中相對應的部分；而 SED 則是系統交換描述(System exchange description)，是針對兩個變電所之間 GOOSE 傳輸所需要使用的交換檔案，它也支援將一個大型的專案分割成兩個專案，並賦予此二專案溝通的能力。

## ii. 新的資料模型(邏輯節點)

在第二版的 IEC 61850 已不僅僅只用於變電所的通訊，而是將整個電力系統自動化納入其中，因此把原本只有 90 個的邏輯節點增

加到了 150 個，用以支援除了變電所自動化以外的設備。例如，現在很多電力品質測量儀也支援了 IEC 61850，因此，在 IEC 61850-7-4 中加入了自首為 Q 的邏輯節點，代表的是”PQ 事件偵測相關(PQ events detection related)”，其中包含 QFVR 邏輯節點用於偵測頻率變化、QITR 用於電流暫態、QIUB 用於電流不平衡變化等等。

另外，在一套 IEC 61850 的系統中，網路交換機是個不可或缺的原件，它可有效的整合網路的通訊傳輸，若其設備故障對整個通訊網路會造成莫大的影響。因此，在第二版的 IEC 61850 中也加入了 LCCH 的邏輯節點，讓 SCADA 可即時的監控交換機的資訊，包含了每一個接口的細部訊息等等。圖 25 為第二版所加入的新邏輯節點群組。

Group Indicator	Logical Nodes Group
A	Automatic control
C	Control
D	Distributed Energy Resources (DER)
F	Functional Blocks
G	Generic
H	Hydro
I	Interfacing and archiving
K	Mechanical and non-electrical primary equipment
L	System LN
M	Metering and measurement
P	Protection
Q	PQ events detection related
R	Protection related
S	Sensor and monitoring
T	Instrument transformers
X	Switchgear
Y	Power transformers
Z	Further power system equipment

圖 25 IEC 61850 Ed.2 新邏輯節點群組

### iii. 新的通訊備援機制

因為在智慧變電所中的資料傳輸皆是使用乙太網路，網路的可靠度就變得格外重要。在第二版的 IEC 61850 亦增強了通訊網路的備援機制—導入平行備援通訊協定(Parallel Redundancy Protocol, PRP)及高可靠性無縫備援(High availability Seamless Redundancy, HSR)。

PRP 的協定定義在 IEC 62439-3 clause 3，其架構如

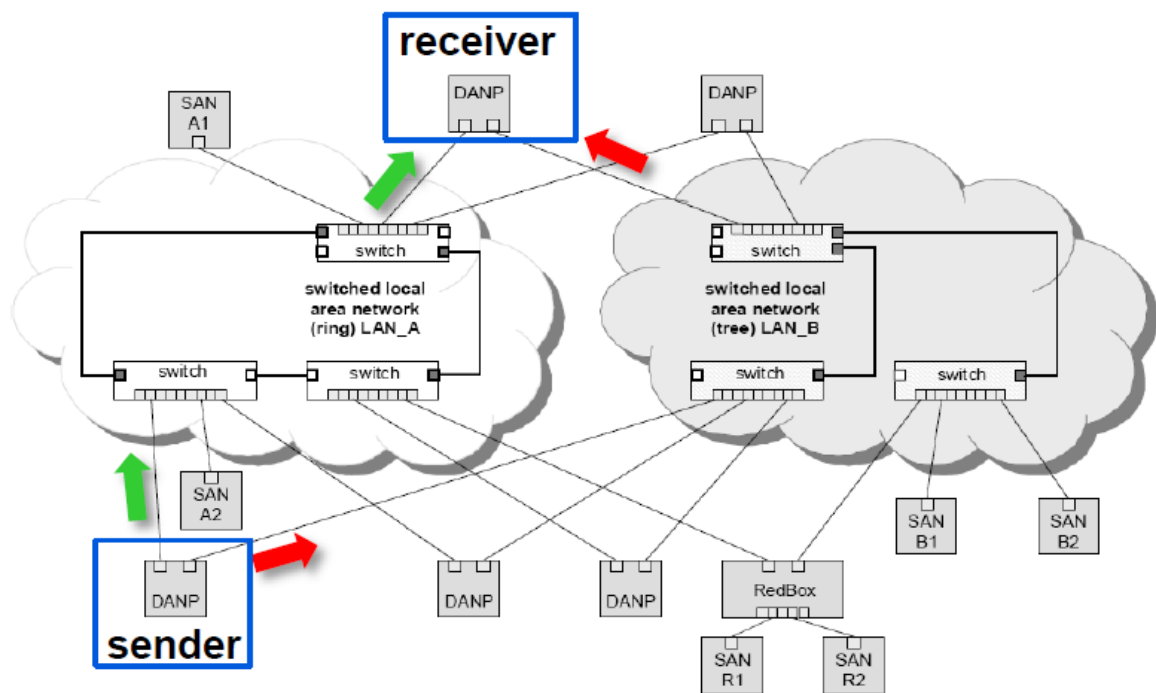


圖 26 所示。工作概念為每個設備皆有兩個網路通訊埠(Double Attached Node implementing PRP, DANP)分別接至兩個獨立的區域網路(Local Area Network, LAN)。資料發射端在此二通訊埠傳出兩個相同的封包，通過個別的 LAN 傳輸至接收端設備。



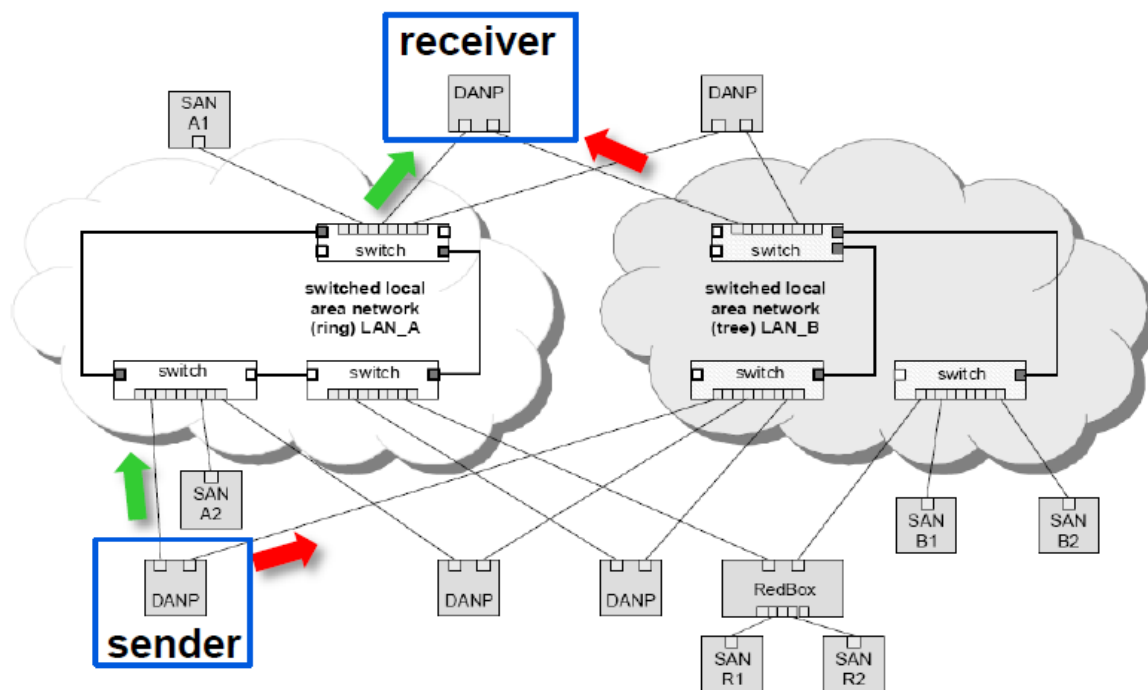


圖 26 平行備援通訊協定(PRP)架構

當接收端設備同時接收到此二封包時，它將會將第一個 LAN 傳來的封包輸入，並捨棄掉重複的封包。因此，當其中一網路遇到通訊中斷的情形時，資料仍然可通過第二個 LAN 傳輸，確保通訊的可靠度。

使用 PRP 的優點為零故障恢復時間及不限制 LAN 的網路拓譜，但缺點為需要建置兩倍的設備，裝置成本較高，適用於需要非常高可靠度的系統，如超高壓變電所。

HSR 則是定義在 IEC 62439-3 clause 5 中，架構如圖 27 所示。如同 PRP 的架構，每個設備亦須有兩個不同的實體網路通訊埠 (Double Attached Node implementing HSR, DAHN)，但網路連結的拓譜改為環狀，將每個設備利用串聯的方式連接起來。設備發射端利

用此二通訊埠往兩個方向分別發送同一個封包，而接收端的 DAHN 會比較所接收到的兩個封包，若一樣將會捨棄第二個。

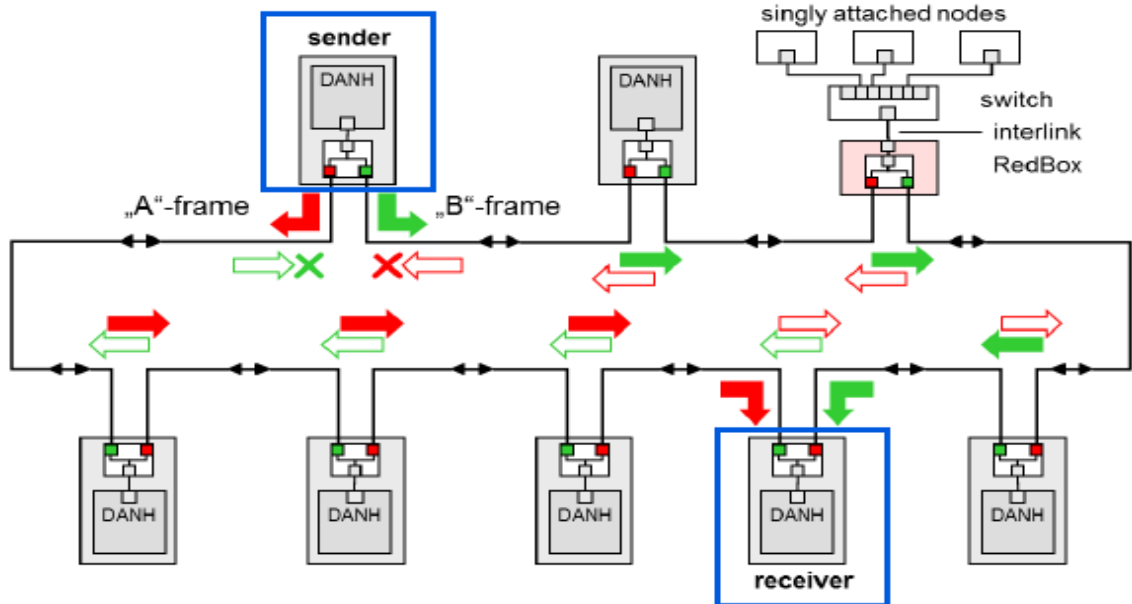


圖 27 高可靠性無縫備援(HSR)架構

DAHN 支援橋接的功能，可將所接收到的資料從設備中第一個通訊埠轉傳至第二個通訊埠在傳至下一個設備直到接收端為止。相較於 PRP 的架構，因為不需要建置兩套系統及不須使用網路交換機，所以建置成本可大幅下降，並且可以達到零故障回復時間及零資料損失的目的。但其缺點為系統必須限制在環狀的拓譜、網路頻寬固定為 100Mbit/s、以及若其中兩個設備故障，整個網路也會完全斷訊，因此適用於重要程度較低之設備。

#### IV. 新社 IEC 61850 先導型計畫檢討

如前述，台電綜研所在台中新社 D/S 已完成了台灣第一座全功能 IEC 61850 先導型智慧變電所，因本專案為與 ABB 公司共同合作

建置，本次參訪也將關於本案所用到 ABB 的設備遇到的一些困難與 ABB 公司開發部門進行討論。

問：在上述新社案所使用之合併單元必須要通過 ABB 的時間同步模組才可將電壓與電流採樣值進行同步，可否使用本系統的時間同步機？

答：在 version 1.0 版的合併單元尚未支援外接的時間同步設備，但在明年第一季後期推出的 version 1.1 版即加入了此功能。

問：若要規劃或測試合併單元時，操作者必須至每一組合併單元使用 USB 線進行規劃，在操作上並不方便。請問往後對此是否有改進？

答：在明年推出的 version 1.1 版只需連接至一台設備，其他與此設備串連的所有設備皆可同時設定，不再有只能設定單一設備之限制。

問：現在的合併單元為使用每秒 80 個採樣值，但 IEC 61850-9-2LE 中指出合併單元可選擇每秒 80 或 256 個採樣值，是否有開發 256 選項的計畫？

答：目前並沒有如此計畫，因為現在市面上所有的 IED，不管任何廠牌皆不支援每秒 256 採樣值的輸入，所以開發 256 選項並沒有用處。

問：目前 IEEE 1588 的同步機制只用於 MU 之間，而對 IED 則是使用 1PPS 作為同步的協定，使否有計畫對 IED 使用 IEEE

1588 ?

答：因為 ABB 目前支援 IEEE 1588 的 IED 還在研發階段，大約 2016 第三季會推出，到時候不管是 MU 至 IED 或 IED 至 SCADA 間使用者皆可選用 IEEE 1588 作為同步的機制。另外他們所使用的 IEEE 1588 協定為 IEC 61850-9-3 新版的”Power Utility Profile”而不是舊的”Power Profile”。

問：目前 ABB 公司所開發的人機介面 SCADA “microSCADA”所使用的 IEC 61850 client driver 已經過 KEMA 的認證，但是若要將資料顯示於 HMI 上還是需要通過許多的內部資料 mapping，在規劃上甚為繁瑣，請問在後續有無較簡便的做法？

答：本公司已發行之 MicroSCADA Pro 9.4 FP1 版本，已整合即有工程規劃工具 IET600 Data Loader，可將 IEC61850 的 Data Set 直接 import 進 SCADA 系統，可大幅改善及簡化系統工程規劃流程如圖 28。

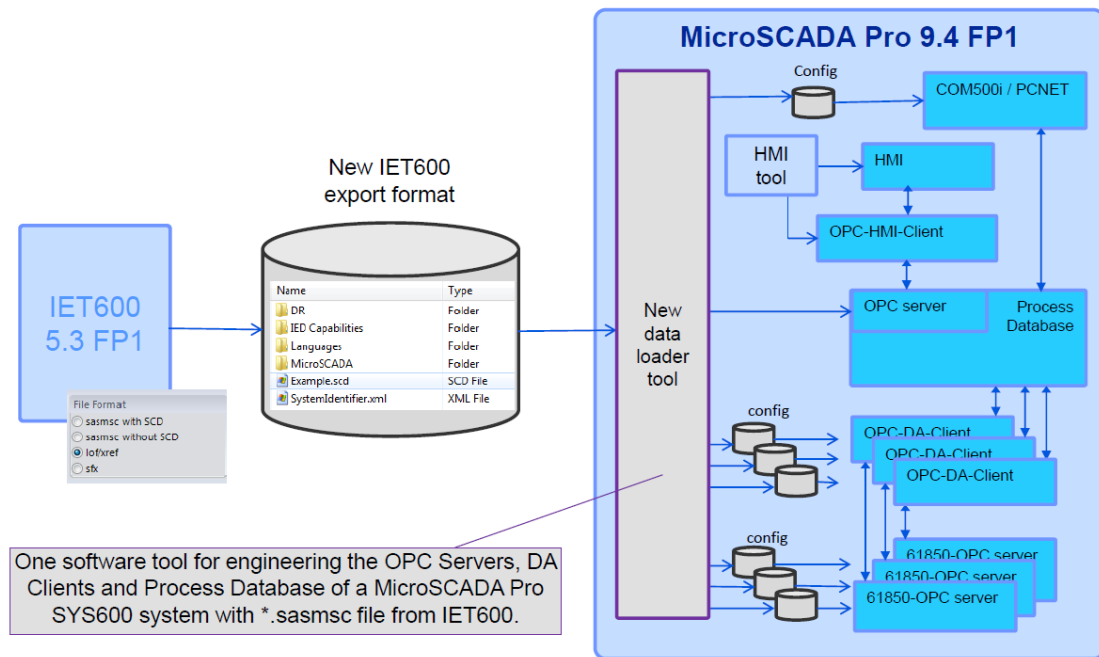


圖 28 MicroSCADA Pro 9.4 FP1 規劃流程圖

## V. ABB IEC 61850 認證及驗證中心

當 ABB 開始推行 IEC 61850 時，他們不但把此標準加入產品線中，也於 2005 年成立了一座 IEC 61850 的認證及驗證中心 (Verification and Validation Center) 如圖 29。ABB 公司所生產的每項設備、系統元件、應用軟體及工具皆經過此中心利用真實的測試系統環境認證過設備的功能及性能是否符合規範要求。除了測試個別設備的一致性 & 互通性外，此中心也測試整個系統的整合性。此中心在 2006 年也經過 UCAlug 的認證為合格實驗室，因此，此中心也為全世界第一所可針對送驗產品核發 IEC 61850-10 B 級的認證報告 (A 級的為第三方實驗室才可擁有，如 KEMA、TÜV SÜD)。到了 2007 年，此中心將測試範圍擴展到可測試 IEC 61850-8-1、備援機制及 IEC 61850-9-2 的部分。



圖 29 ABB IEC 61850 認證及驗證中心

此中心工作內容為認證及驗證。認證的意思為測試產品/系統是否符合 IEC 61850 各部標準的要求；而驗證則是測試所生產之產品的功能是否符合使用者的需求。

在參觀當日正在測試的系統除了 IED 外，交換機、合併單元、時間同步機等設備也都在此中心的測試範圍內，而且不僅僅是測試 ABB 自家生產的設備，其他國際大廠如 Alstom、GE、SEL 等設備也都包括在內。

此中心利用送驗的設備，實際組成一套系統，其中包含了 4 個電壓等級—245kV、132kV、33kV 及 11kV(圖 30)。所有設備的規畫皆依照變電所自動化最常使用的參數進行設定。而測試系統的訊號源則是使用了數十台的 Omicron 訊號產生器。

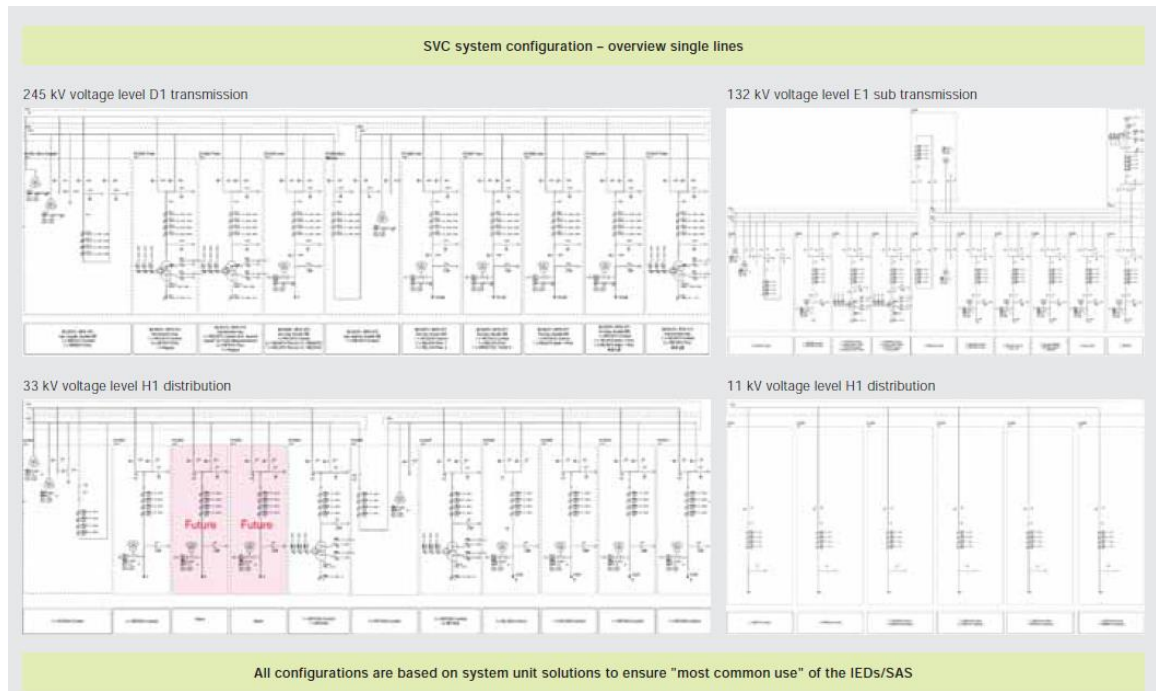


圖 30 ABB SVV 中心系統架構

## 伍、心得與建議

1. 目前台電公司尚無使用結合 GIS 的 NCIT(非傳統式電流感測器)，若要取得符合 IEC 61850-9-2 之數位電流訊號時，必須通過傳統的比流器再連結到獨立型合併單元。建議若公司以後有建置新的 GIS 需求時，可考慮使用 NCIT 以節省傳統比流器及獨立式合併單元之購買成本，另外亦可實驗結合 GIS 的 NCIT 所產生出之 Sampled Value 訊號。
2. 台電公司已於 104 年初於新設 D/S 變電所完成建置首座全功能 IEC 61850 智慧變電所，雖所使用設備已於 KEMA 經過一致性測試，可確保個別設備之資料傳輸符合 IEC 61850 各章節的規定，但因設定或配置等因素仍無法確保整所變電所建置完成後可完全符合 IEC 61850 標準之要求。公司應制定一套標準作業流程，於系統建置完成後測試全系統的符合性(Conformance)、穩定性(Stability)、互通性(Interoperability)及性能(Performance)是否能符合標準之要求。
3. IEC 61850 為未來電業自動化的趨勢，世界各國的廠商也爭相開發出相關的產品，但目前台灣僅有交換機部分有經過 KEMA 的 IEC 61850 認證，其發展相較緩慢許多。或許台灣於 IED 或 MU 等硬體的市場及技術較為不足，但建議台電或政府可從軟體端著手，積極扶植台灣廠商開發 IEC 61850 用戶端的驅動程式、SCADA 系統、IED 模擬器等。



4. 各設備間的互通性及互換性於 IEC 61850 中是個非常重要的特性之一，但，工程師首先必須熟悉各廠牌之 IED 以及系統規劃軟體的設定才能要達成此目標。建議公司派員學習各廠牌 IED 的詳細規劃，以增進公司同仁對於各設備的熟悉度才不用以後遇到任何困難都必須請求原廠支援。
5. 變電所內設備眾多，包含了智慧型電子裝置、合併單元、開關設備、交換機、監控電腦、及遠程終端設備等等，各設備的管理非為易事。建議公司於變電所導入設備維護管理平台以監控各設備的即時資料。
6. 隨著智慧變電所甚至智慧電網的建置，資訊的採集、傳輸、解析、應用變成越來越重要。但因所有資訊皆使用乙太網路作為傳輸媒介，若不幸公司網路遭到駭客攻擊，輕則使客戶個資外洩，重則導致全系統不穩定甚至全黑，因此資訊安全的部分也是一個不可忽略的重要課題。

## 陸、 參考資料

- [1] Electric Power Research Exchange (IERE). [Online] available at [www.iere.jp/contents/index.html](http://www.iere.jp/contents/index.html)
- [2] IEEE 1588-2008 A Precision Clock Synchronization Protocol for Networked Measurements and Control Systems
- [3] ASEA Brown Boveri (ABB). [Online] available at [Abb.com](http://Abb.com)
- [4] IEC 61850 - Communication Networks and Systems for Power UtilityAutomation, IEC 61850-SER Ed. 2.0, 2005
- [5] S. Mohagheghi, M. Mousavi, J. Stoupis and Z. Wang, "ModelingDistribution Automation System Components Using IEC 61850," in Proc. IEEE PES General Meeting (PES GM'09), Calgary, Alberta, Canada, July 2009.
- [6] IEEE PC37.238 D5.0; Draft Standard Profile for Use of IEEE 1588 PTP in Power System Applications, 2010.
- [7] Communications for monitoring and control of wind power plants, IEC Std. IEC 61 400-25, 2006