

出國報告（出國類別：其他）

參加 IEC 61850 week 2021 線上論壇(視訊報告)

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：卓啟翔 綜研所資通室電機研究專員
陳韋光 綜研所資通室電機研究專員
張廖俊魁 綜研所資通室電機助理研究專員
許乃倫 綜研所資通室電機工程專員

派赴國家/地區：臺灣，中華民國

出國期間：110年10月18日至110年10月22日

報告日期：110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：

參加 IEC 61850 week 2021 線上論壇(視訊報告)

頁數 41 含附件：是 否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

台灣電力公司人事處/陳德隆/ 2366-7865

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話：

卓啟翔/台灣電力公司/綜合研究所/資通室電機研究專員/2360-1279

陳韋光/台灣電力公司/綜合研究所/資通室電機研究專員/2360-1222

張廖俊魁/台灣電力公司/綜合研究所/資通室電機助理研究專員/2360-1223

許乃倫/台灣電力公司/綜合研究所/資通室電機工程專員 /2360-1227

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 開會 6 其他

出國期間：110年10月18-22日

派赴國家/地區：臺灣，中華民國

報告日期：110年11月22日

關鍵詞：智慧電網、資通訊技術、資訊安全、IEC 61850

內容摘要：(二百至三百字)

- (一) IEC 61850 week 2021 由 Smart Grid Forum 每年舉辦，今年原定於瑞典哥德堡(Gothenburg, Sweden)舉行，但受 Covid-19 影響改為線上會議之方式。本論壇參加對象包含標準制定方(IEC TC57 WG10)、電力公司(如 SCE、EDF)、製造商(ABB、OMICRON)等。
- (二) 論壇講題包含製造商、電網營運者、標準組織對 IEC 61850 之看法、未來 IEC 61850 標準更新方向、現行標準探討與應用案例、製造商相關產品與測試工具介紹、智慧電網相關資安。上述講題與台電公司在推行智慧電網與 IEC 61850 時會遭遇之困難相似，綜研所身為公司智庫，相關研試人員有必要積極了解與探討相關解決方法。

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

目錄

壹、論壇任務與行程	1
貳、實習內容	2
一、DAY 1: IEC 61850 工作坊	2
(一) 電網營運商觀點之 IEC 61850 系統規格	2
(二) 標準制定觀點之 IEC 61850 系統規格	2
(三) 了解 IEC 61850 系統規格對工程流程之影響	3
(四) 處理資料模型	6
(五) 系統與通訊架構	7
二、DAY 2: IEC 61850 標準更新、互運性等議題	9
(一) IEC 61850 標準更新	9
(二) IEC 61850 系統互操作性	11
(三) IEC 61850 集中式保護	12
三、DAY 3: IEC 61850 實務工程規劃等議題	16
(一) TopDown Engineering Bay Replacement POC	16
(二) Digital Twin advances for virtual relay protection testing	19
(三) Testing Tools Panel	20
(四) Top-Down Engineering	23
(五) Application of Top-Down Engineering workflow to the Full Project Lifecycle	23
(六) Real Time Operations Overcoming the design installation and operational challenges	24
(七) System Monitoring	25
四、DAY 4: IEC 61850 SAMPLED VALUES 應用等議題	26
(一) 電力計量：確保 IEC 61850 數位變電所之電力計量資料之準確度及可靠度	26
(二) 分散式能源之集成	29
(三) 遠端維護	30
(四) IEC 61850 變電所控制中心通訊	32
五、DAY 5: 資安論壇	33

(一)	資安威脅概述	33
(二)	縱深防禦	35
(三)	EE-ISAC	36
(四)	IEC 62443	37
(五)	IEC 62351	39
參、心得與建議		41

壹、論壇任務與行程

IEC 61850 week 2021 原定於瑞典哥德堡(Gothenburg, Sweden)舉辦，但受 Covid-19 影響改為線上會議之方式舉行。本論壇參加對象包含標準制定方(IEC TC57 WG10)、電力公司(如 SCE、EDF)、製造商(ABB、OMICRON)等。

本次論壇一共 5 日，於瑞典早上 8 點至下午 6 點半，換算台灣時間為下午 2 時至晚間 12 點半。第 1 日為工作坊，主要內容為三方(標準制定者、電網營運商、設備製造商)展示其於 IEC 61850 之近年相關努力，以期參與者能 IEC 61850 中不同角色，並於未來能有更順暢之合作。第 2~4 日為案例探討，包含未來標準之更新方向、電網營運商實作情況、製造商相關產品與測試工具介紹，較首日有更詳細之案例敘述，各參與者能從中汲取他人之經驗。第 5 日為資安論壇，包含資安標準與智慧電網中之實作，協助參與者了解自公司系統如何與資安相接並於未來提升。

台電綜研所身為公司智庫，相關研試人員有必要積極了解與探討未來智慧電網將面臨之革新。藉由參加本論壇，可第一線與國際電力機構討論 IEC 61850 發展進程，更可增進公司導入 IEC 61850 之能力，有利於本公司 IEC 61850 推廣與應用，作為規劃與改進本公司相關業務之參考。

論壇行程如下：

日期	活動內容
10月18日(一)	工作坊
10月20日(二)	案例探討
10月21日(三)	案例探討
10月22日(四)	案例探討
10月23日(五)	資安論壇

貳、實習內容

一、Day 1: IEC 61850 工作坊

(一) 電網營運商觀點之 IEC 61850 系統規格

本工作坊由 Elia 主講，Elia 為德國與比利時之電網公司集團，此部分主要介紹電網公司提出系統規格時要注意之事項。過去之步驟為提出規格需求、購買、開始計畫、創造未來範本，如圖 1-1 所示。但在 IEC 61850 廣泛建立設備資料模型後，範本也將有一定之資料模型可被機器閱讀，而計畫流程將如圖 1-2 所示。電網公司提出之規格將具明確之資料格式，而設備商依此格式提供之設備將更能符合電網公司需求，並具備整合性與標準驗證，計畫將以更有效率之方式執行。

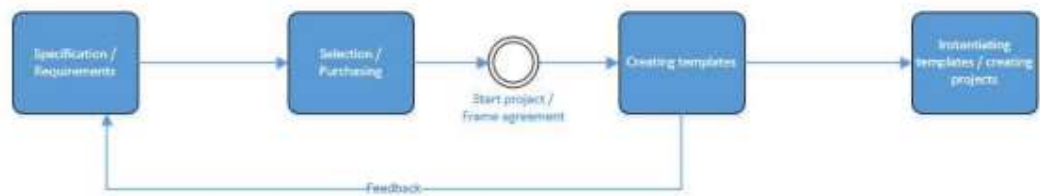


圖 1-1 過去之計畫流程

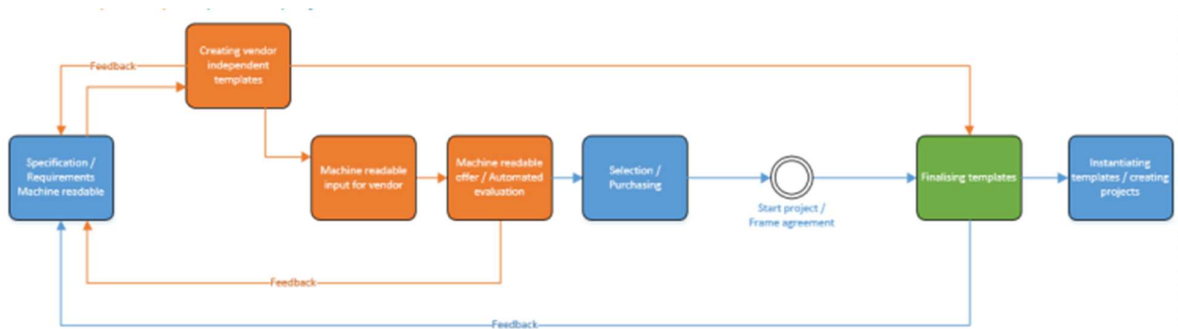


圖 1-2 未來之計畫流程

(二) 標準制定觀點之 IEC 61850 系統規格

本工作坊由 IEC TC57 WG10 主講，介紹 IEC 61850 如何描述系統規格。IEC 61850 對設備與系統之要求包含 IEC 61850-3 之一般需求如圖 1-3、IEC 61850-4 之生命週期；而功能面之需求則定義於各邏輯節點中。現行之 IEC 61850 對於變電所之規格使用 SCL(Substation Configuration Language)撰寫之 scd 檔，包含功能、通訊網路架構、資料交換與設備清單。

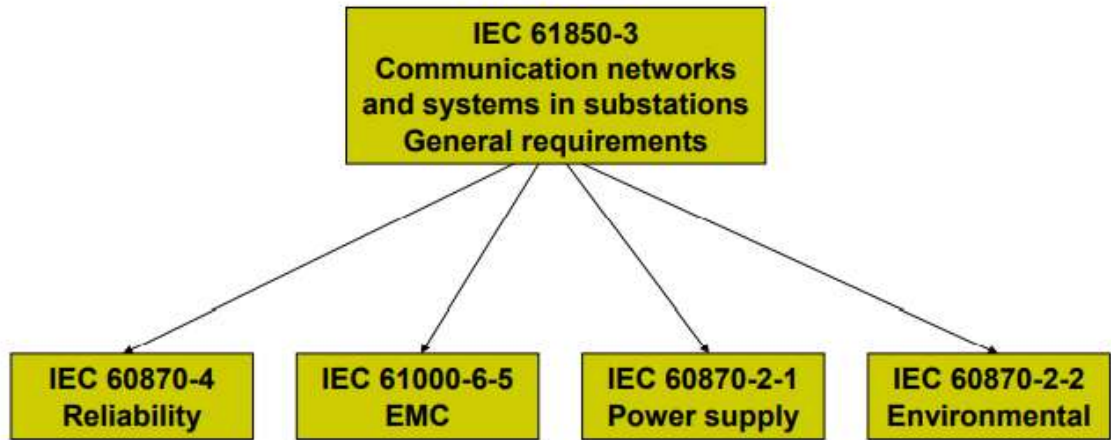


圖 1-3 IEC 61850-3

在未來預計導入 IEC 61850-6-100，會更進一步強化規格之描述，包含資料交換之描述、IED 之功能布置、功能階層架構、複數邏輯節點整合而成之應用 (Application)、變電所外之資料參照。此外 IEC 61850-90-11 針對邏輯架構之邏輯節點與 61850-6-2 針對 HMI(Human Machine Interface)之描述也是可強化規格描述之標準。

(三) 了解 IEC 61850 系統規格對工程流程之影響

本工作坊介紹導入 IEC 61850 之系統規格後對工程流程之影響。一般現行之工程流程為下到上(Bottom Up)之形式，電網營運商依設計規格提出要求後，系統整合商依此要求設計系統。在導入 IEC 61850 之系統規格後，工程流程將如圖 1-4 為上到下(Top Down)流程，工程起始時會使用系統規格工具(System Specification Tool)，將各式需求自動撰寫為 SSD(System Specification Description)檔，在匯入至 SCT(System Configuration Tool)進而得到 SCD(Substation Configuration Description)檔。相較上到下流程，SCD 之產出唯一自動化過程，在龐大系統時可避免人為疏失或遺漏。

IEC 61850 Top Down Process

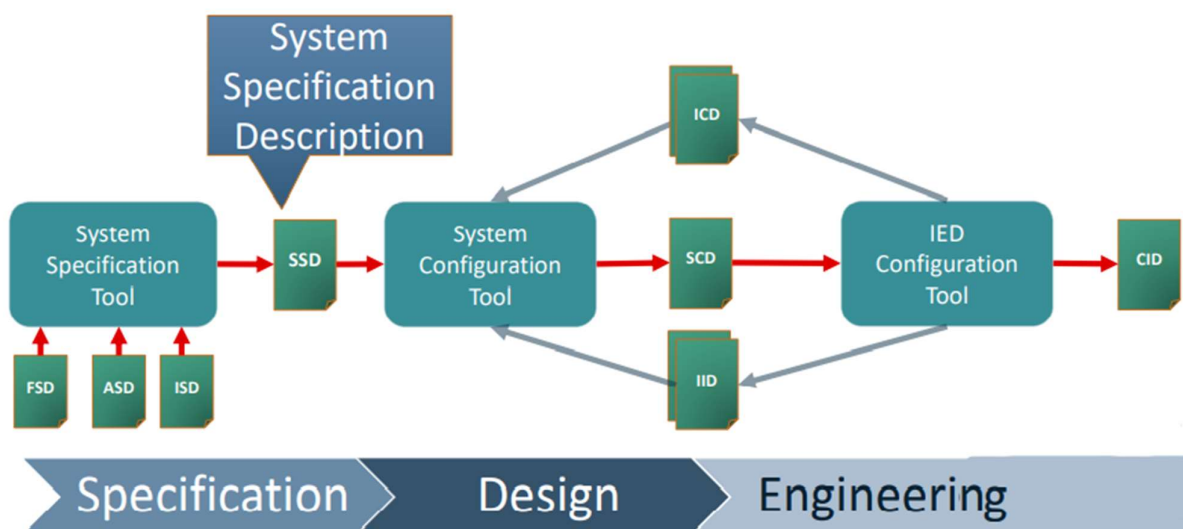


圖 1-4 上到下流程

要實現上述架構需要 IEC 61850-6-100 之導入，IEC 61850-6-100 之相關內容為變電所/流程訊息擴充、虛擬 IED、其他 SCL 檔案參照。

變電所/流程訊息擴充講述過去之 SCL 缺乏對訊息來源之描述，以圖 1-5 為例，ATCC 之兩個 DO(Data Object)分別參照 YLTC 之兩個 DO，在過往之 SCL 無法描述此關係，但導入 IEC 61850-6-100 後即可，此敘述可協助整合多個 LN 之關係，進而創造較複雜之應用(Application)。

虛擬 IED 即指 ISD 檔，此檔為敘述真實 IED 之功能之規格文件，可避免建構出功能過於強大之 IED 而找不到實際產品。其他 SCL 檔案參照使 SCL 文件可應用之資料不限於同一份檔案，進而達成 SCD 內之跨變電所描述或 ICD/ISD 內跨 IED 之描述。

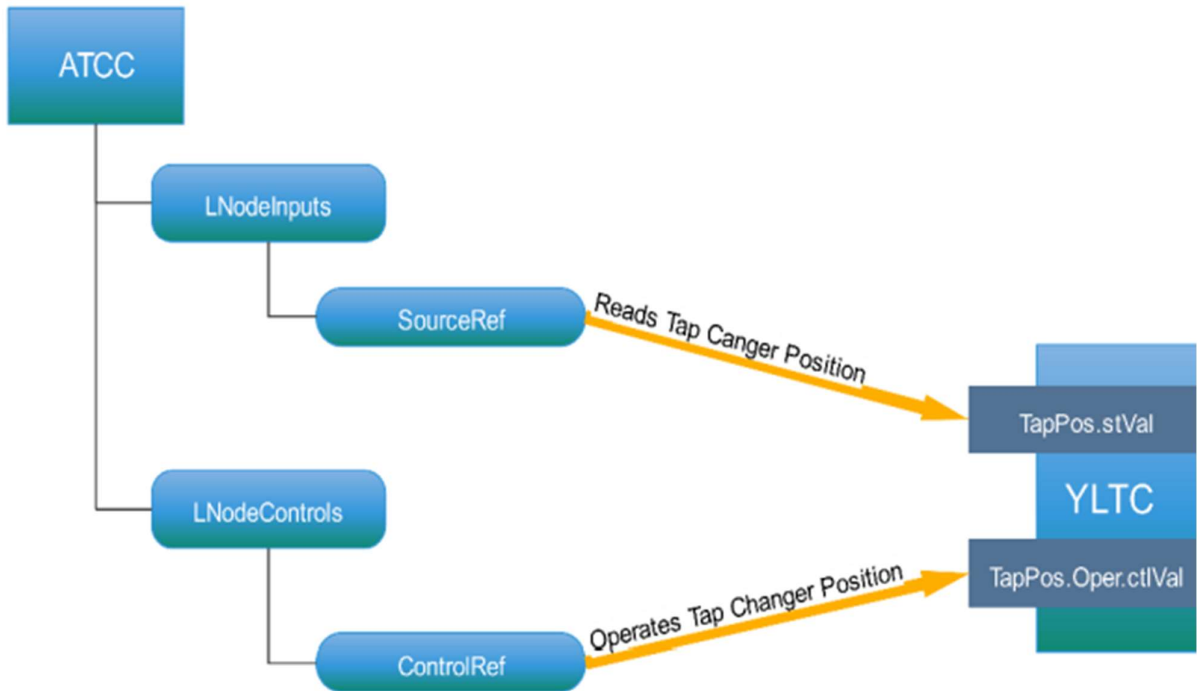


圖 1-5 變電所/流程訊息擴充範例

在上述之規格導入後，未來電網營運商提出之規格將如圖 1-6 所示。從左方之 IEC 61850 7-2/3/4 與 7-4XX 選取必要邏輯節點後利用 SST 創建 ISD 給 IED 製造商與 SSD 給系統整合商。此架構需要電網營運商對 IEC 61850 足夠之了解，但克服後可以避免建置後與需求不符之狀況。

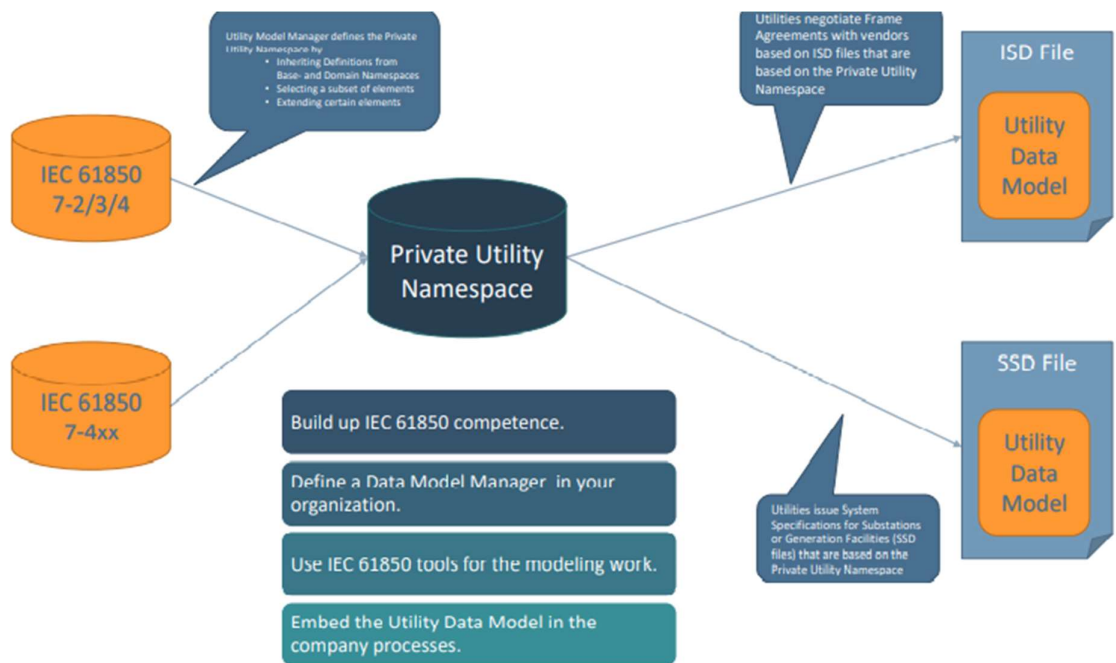


圖 1-6 未來電網營運商之規格架構

(四) 處理資料模型

本工作坊介紹現行 IEC 61850 之資料模型，並舉例說明導入 IEC 61850-6-100 後會有何改變。

現行之 IEC 61850 資料模型如圖 1-7 所示，自上而下為實體裝置(Physical Device，及圖 1-7 中 IED with Server)、邏輯裝置(Logical Device)、邏輯節點(Logical Node)、資料物件(Data Object)、資料屬性(Data Attribute)。

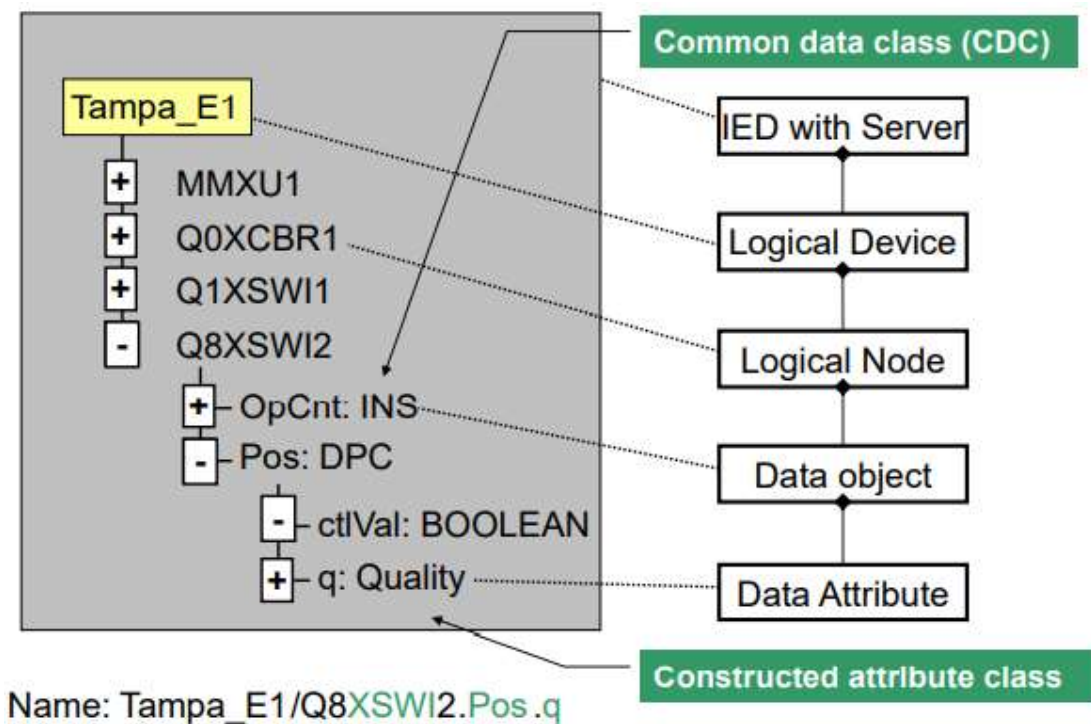


圖 1-7 現行 IEC 61850 資料模型

系統規格對 IED 之描述除規定必須之邏輯節點外，也須針對邏輯節點內可選用之資料物件規定是否選用。如圖 1-8 所示，OpIn 為 RBRF 下之可選用資料物件，此系統規格規定須包含此資料物件。系統規格也會提供一些預設之設定，如圖 1-8 將 FailMod 預設為 FailureDetectionKind。最後，系統規格也可規定資料之參考值，如圖 1-8 將 FailMod 中 setVal 參照電流與開關狀態。

Example – Breaker Failure function

```

    <LNodeType id="RBRF_ReTrip" InClass="RBRF">
      <DO name="Beh" type="ENS_BehaviourModeKind"/>
      <DO name="Str" type="ACD"/>
      <DO name="OpEx" type="ACT"/>
      <DO name="OpIn" type="ACT"/>
      <DO name="FailMod" type="ENG_FailureDetectionKind"/>
      <DO name="ReTrMod" type="ENG_RetripModeKind"/>
    </LNodeType>
  
```

OpIn is retrip (optional)


Setting to configure retrip behavior

```

    <LN InType="RBRF_ReTrip" InClass="RBRF" inst="1" prefix="">
      <DOI name="FailMod">
        <DAI name="setVal">
          <Val>Both current and breaker status</Val>
        </DAI>
      <DOI name="ReTrMod">
        <DAI name="setVal">
          <Val>With Breaker Status Check</Val>
        </DAI>
      </LN>
  
```

both breaker position as well as current flow are checked

Before retrip, breaker status is checked



it4power

圖 1-8 系統規格之範例

(五) 系統與通訊架構

系統規格也能描述變電所之網路架構。現行變電所之網路可分為星型(Star)與環路(Ring)如圖 1-9。未來變電所導入三層兩網後網路拓譜會更加複雜，如圖 1-10 所示即使同為星型之網路拓譜也有不同之實現方式，而系統規格需明確描述其實現方式。

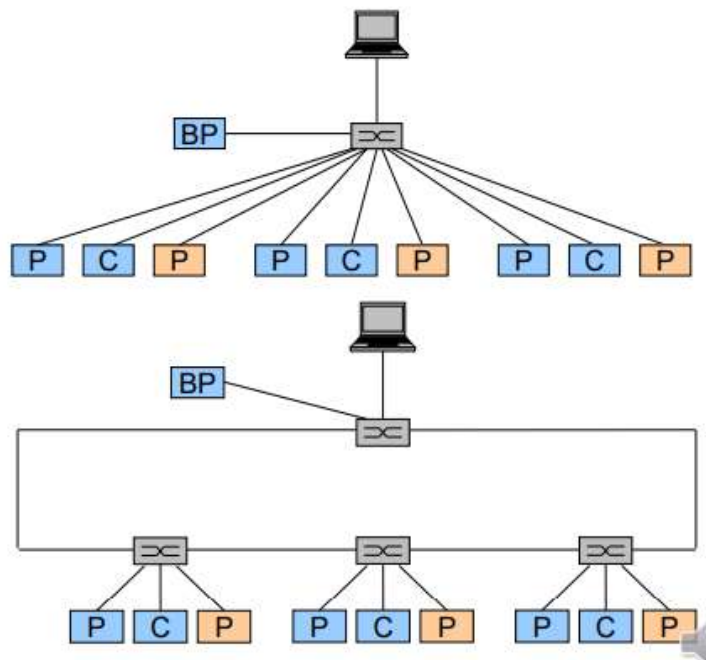


圖 1-9 星型與環路網路拓譜

Process Bus realization options

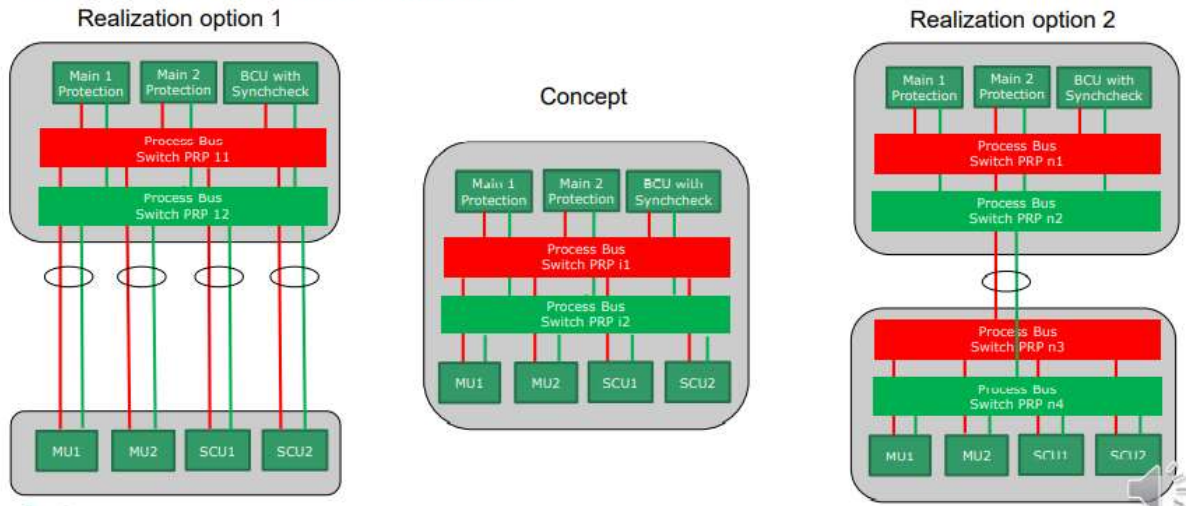


圖 1-10 導入三層兩網之星型網路拓譜

除網路拓譜之描述外，如何解決 GOOSE 與 SV(Sampled Value)造成之網路阻塞也是網路架構重要之課題。一般常見之作法為使用流量過濾，此流量過濾器或建構於 IED(圖 1-11)或交換器(1-12)中。

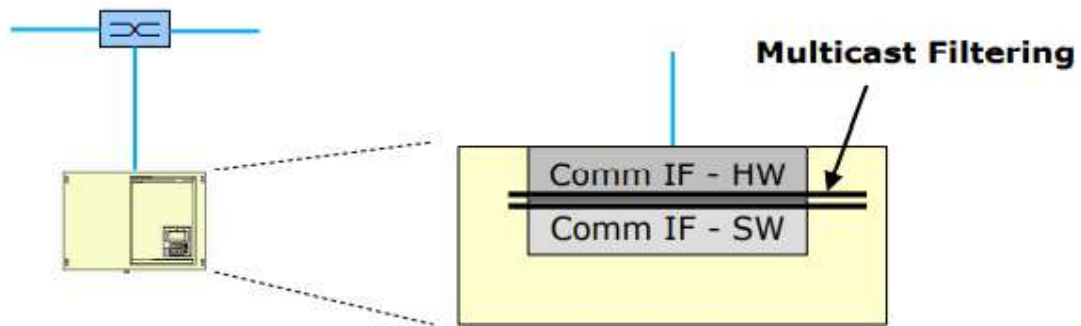


圖 1-11 IED 內流量過濾器

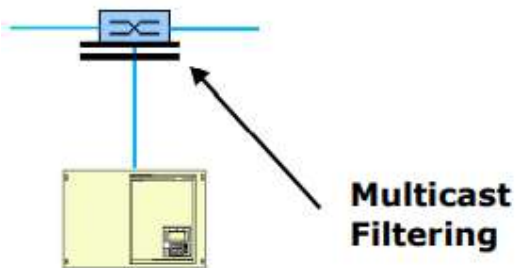


圖 1-12 交換器內流量過濾器

上述之規格內容描述方式定義於 IEC 61850-90-4 內，包含交換器、流量過濾器

等之邏輯節點，其範例如圖 1-13。

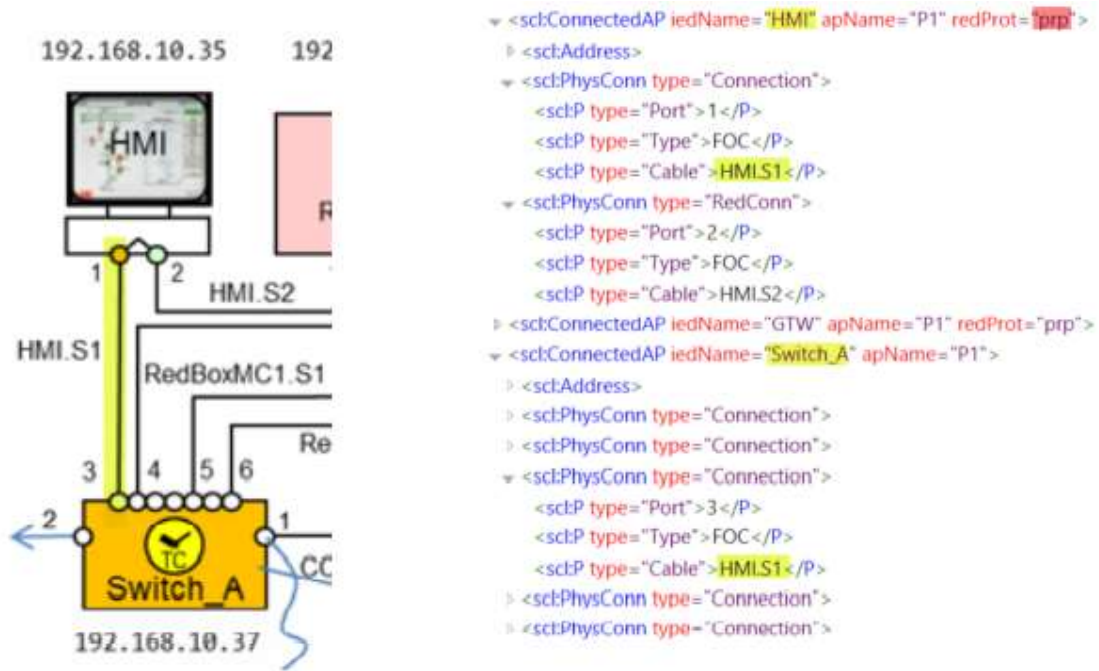


圖 1-13 以 SCL 描述網路架構

二、Day 2：IEC 61850 標準更新、互運性等議題

IEC 61850 week 2021 第二天主要進行 IEC 61850 標準更新、互運性等議題研討，心得摘要報告如下：

(一) IEC 61850 標準更新

第二天課程首先由 IEC TC57 Working Group 10 的召集人 Christoph Brunner 介紹 IEC 61850 國際標準更新。Brunner 介紹 IEC 61850 2.1 重大的更新與最新的產品；通訊介紹 Client-Server 與 Subscriber 與 Publisher 兩種架構；工具則介紹系統規劃工具 (System Configuration Tool, SCT)，IED 規劃工具 (IED Configuration Tool, ICT) 等，此外亦介紹新舊相容 (Backwards compatibility 與 Forward compatibility) 概念。

版本更新主要針對 IEC 61850 資訊模型相關標準，包括 IEC 61850-7-1、7-2、7-3 與 7-4 等，此外亦介紹分散式能源 (Distributed Energy Resources, DER) 之建模，PV 模型如圖 2-1 所示。

OSMOSE 產品可進行 DER 建模，如圖 2-2 所示；IEC 61850 標準短 (2021 年) 中 (2022 年) 長 (2023 年含以後) 程路線圖如圖 2-3 所示。

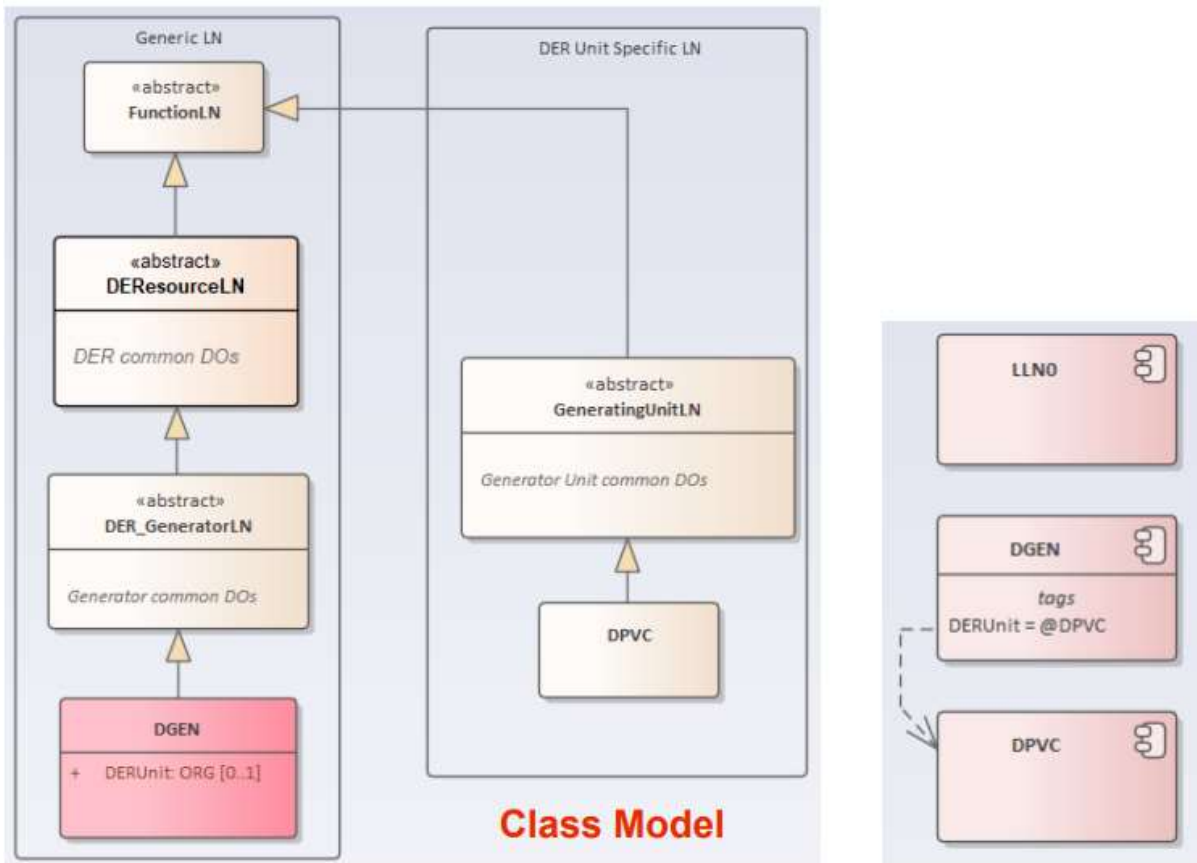


圖 2-1 PV 模型

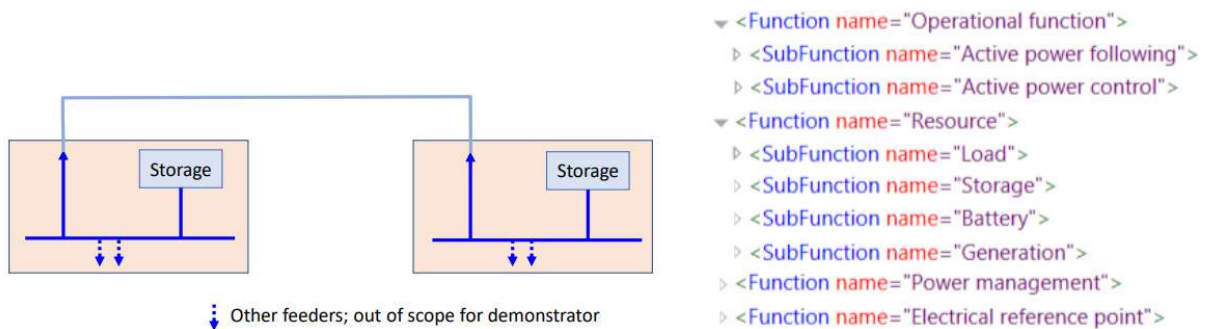


圖 2-2 OSMOSE 儲能模型

2021	2022	2023 and beyond
User experience <ul style="list-style-type: none"> Alarm handling Enhanced specification capabilities including IED specification Redundant devices Model extensions <ul style="list-style-type: none"> FACTS 	User experience <ul style="list-style-type: none"> SCL extensions to model BAPs Security <ul style="list-style-type: none"> RBAC Model extensions <ul style="list-style-type: none"> Travel wave fault location Communication <ul style="list-style-type: none"> Network diagnostics and auto configuration Mapping to Modbus 	Base standard <ul style="list-style-type: none"> Refactoring UML model User experience <ul style="list-style-type: none"> HMI configuration Model extensions <ul style="list-style-type: none"> Revision for Power Quality and Condition Monitoring Communication <ul style="list-style-type: none"> Communication to control center

圖 2-3 IEC 61850 短中長程路線圖

(二) IEC 61850 系統互操作性

系統互操作性(Interoperability)為導入 IEC 61850 標準之一主要優點，IEC 61850 要達到互操作性，必須具備多廠家(multi-vendor)互運性與版本(multi-edition)相容性。

多廠家互運性可以達到資料模型(data model)互通，如圖 2-4 所示。

Customer Data Attribute	Mapping	Internal Data Attribute	#
PROT:BTICALH1.Mod.stVal [ST]	MON/ALMICALH1.Mod.stVal [ST]	MON/ALMICALH1.Mod.stVal [ST]	1
PROT:BTICALH1.Mod.q [ST]	MON/ALMICALH1.Mod.q [ST]	MON/ALMICALH1.Mod.q [ST]	1
PROT:BTICALH1.Mod.s [ST]	MON/ALMICALH1.Mod.s [ST]	MON/ALMICALH1.Mod.s [ST]	1
PROT:BTICALH1.Mod.cdlModel [CF]	MON/ALMICALH1.Mod.cdlModel [CF]	MON/ALMICALH1.Mod.cdlModel [CF]	1
PROT:BTICALH1.Mod.Oper.cdlVal [CO]	MON/ALMICALH1.Mod.Oper.cdlVal [CO]	MON/ALMICALH1.Mod.d [DC]	0
PROT:BTICALH1.Mod.Oper.origin.cdl [CO]	MON/ALMICALH1.Mod.Oper.origin.cdl [CO]	MON/ALMICALH1.Mod.dU [DC]	0
PROT:BTICALH1.Mod.Oper.origin.cdlIdent [CO]	MON/ALMICALH1.Mod.Oper.origin.cdlIdent [CO]	MON/ALMICALH1.Mod.Oper.cdlVal [CO]	1
PROT:BTICALH1.Mod.Oper.cdlNum [CO]	MON/ALMICALH1.Mod.Oper.cdlNum [CO]	MON/ALMICALH1.Mod.Oper.origin.cdl [CO]	1
PROT:BTICALH1.Mod.Oper.T [CO]	MON/ALMICALH1.Mod.Oper.T [CO]	MON/ALMICALH1.Mod.Oper.cdlIdent [CO]	1
PROT:BTICALH1.Mod.Oper.Test [CO]	MON/ALMICALH1.Mod.Oper.Test [CO]	MON/ALMICALH1.Mod.Oper.cdlNum [CO]	1
PROT:BTICALH1.Mod.Oper.Check [CO]	MON/ALMICALH1.Mod.Oper.Check [CO]	MON/ALMICALH1.Mod.Oper.T [CO]	1
PROT:BTICALH1.Mod.SBO [CO]		MON/ALMICALH1.Mod.Oper.Test [CO]	1
PROT:BTICALH1.Mod.SBO.cdlVal [CO]		MON/ALMICALH1.Mod.Oper.Check [CO]	1
PROT:BTICALH1.Mod.SBO.origin.cdl [CO]			

圖 2-4 資料模型互通

版本相容性可以達到向前相容與向後相容，如圖 2-5 所示。

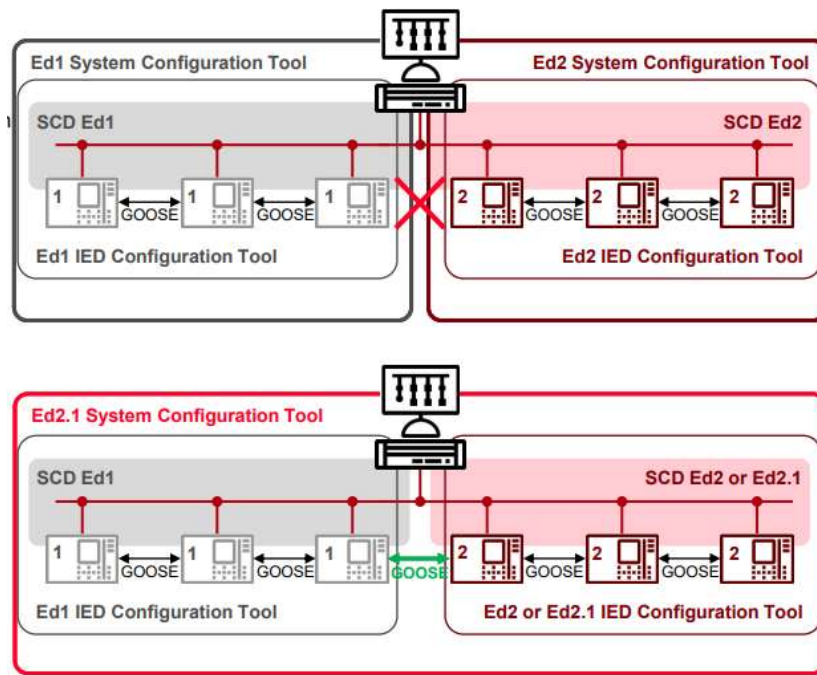


圖 2-5 版本相容性

UCAIug 定期舉辦之互操作性試驗大會即是為了達到多廠家互運性與版本相容性的目的，圖 2-6 為 2019 年 UCAIug 舉辦之互操作性試驗大會。



圖 2-6 UCAIug IoP 2019

(三) IEC 61850 集中式保護

IEC 61850 Ed.2 包括國際標準(International Standard, IS)、技術規範(Technical Specification, TS)與技術報告(Technical Report, TR)，此標準之技術內涵包括資訊模型、

資訊交換服務、通訊協定及規劃配置等議題，IEC 61850 發展由變電所開始，逐漸向外擴展；典型的 IEC 61850 數位化變電所如圖 2-7 所示，相關數位化設備，包括光 CT、保護盤與 Disconnecting Circuit Breaker 如圖 2-8~2-10 所示。

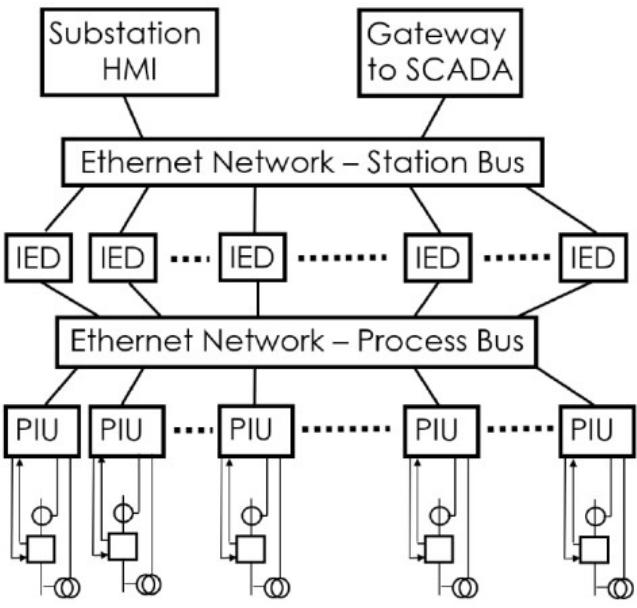


圖 2-7 IEC 61850 標準有關資料交換部分之章節



圖 2-8 光 CT



圖 2-9 保護盤



圖 2-10 DCB

集中式保護架構圖如 2-11 所示，變電所內為 IEC 61850 數位化變電所，變電所內有人機介面(HMI)，透由 Gateway 與控制中心 SCADA 溝通。

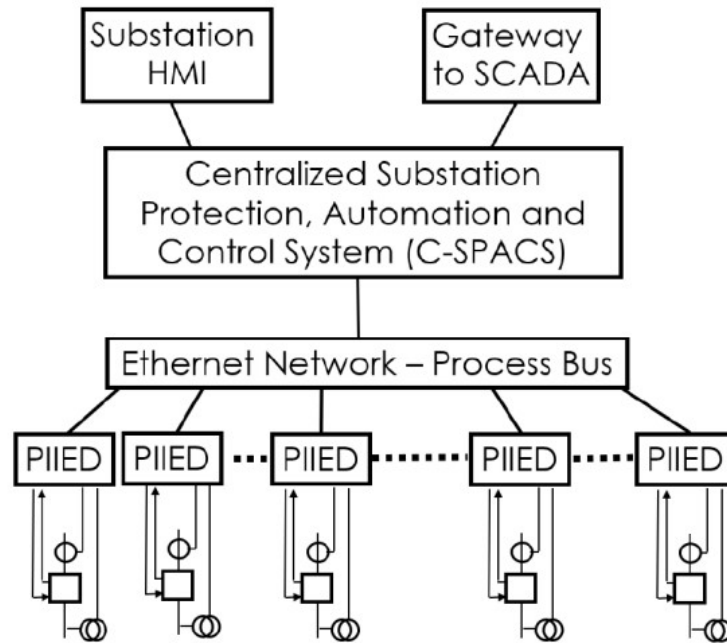


圖 2-11 集中式保護架構圖

可以進一步發展成具備援集中式保護，如圖 2-12 所示。

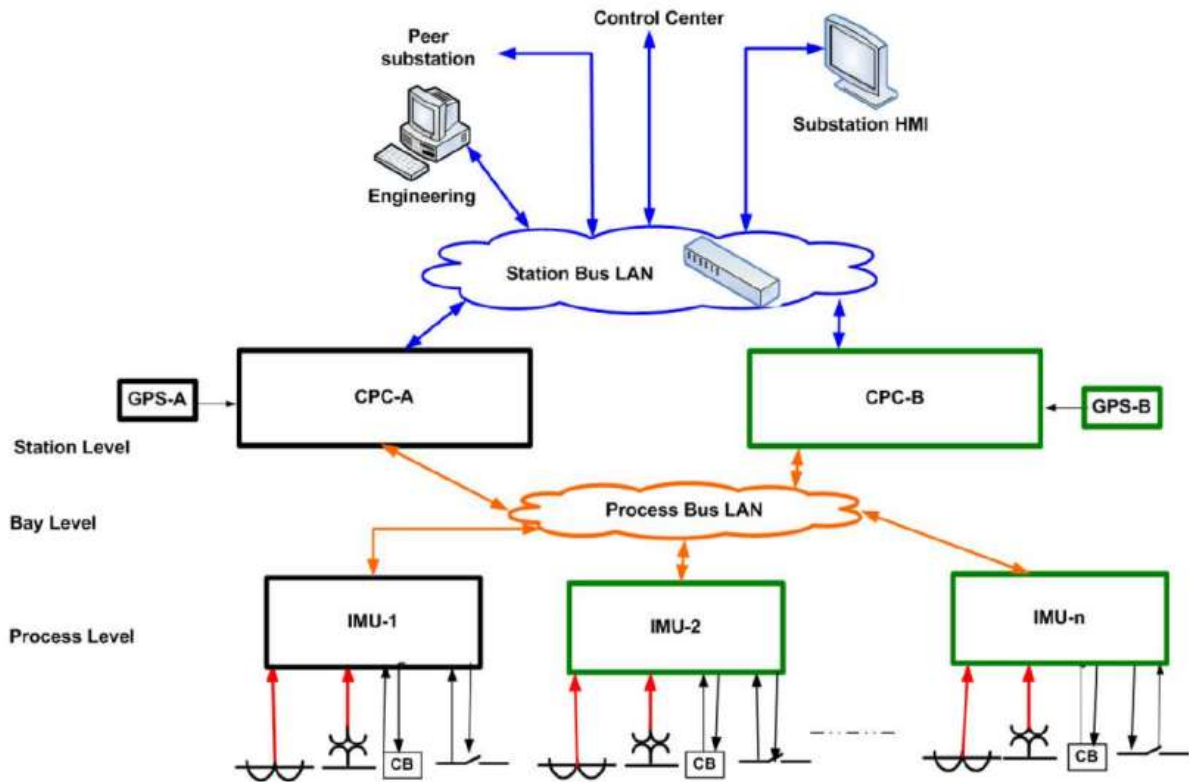


圖 2-12 具備援之集中式保護架構圖

集中式保護已於法國等地進行先導型布建與測試，未來集中式保護可發展成雲端架構，變電所 IED 與雲平台進行溝通，如圖 2-13 所示。

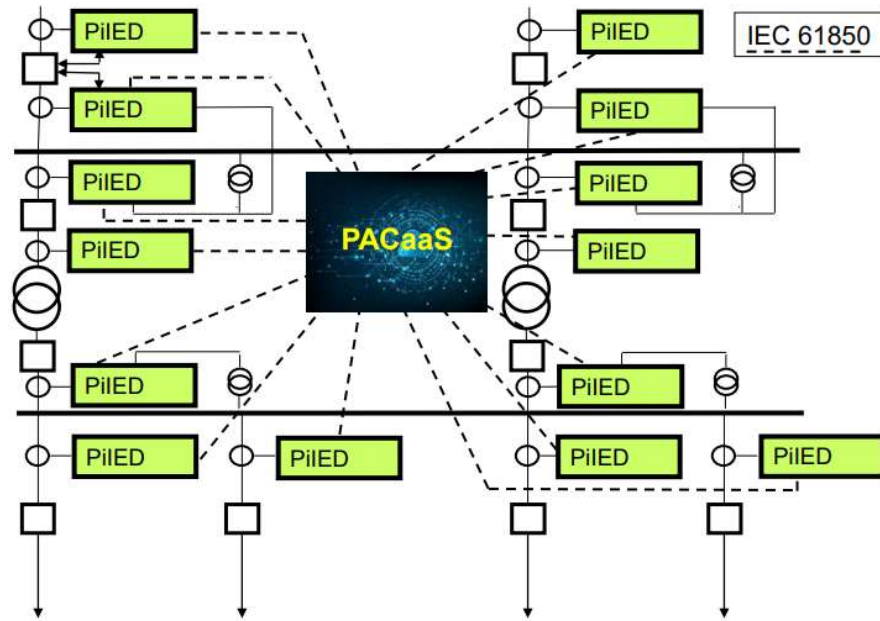


圖 2-13 雲平台之集中式保護架構圖

三、 Day 3：IEC 61850 實務工程規劃等議題

第三天主要進行 IEC 61850 工程規劃以及運維保養等議題研討，心得摘要報告如下：

(一) TopDown Engineering Bay Replacement POC

TenneT 是荷蘭和德國大部分地區的輸電系統運營商。TenneT B.V. 是荷蘭的國家輸電系統運營商，總部位於阿納姆。荷蘭政府控制並擁有，它是負責監督整個荷蘭和其連接性的 380 和 220 千伏高壓電網的運行與周邊國家。本主題解說其進行檔位層設備更換時，TenneT 所採取的策略，首先先進行概念驗證(Proof Of Concept, POC)，接著從中學習修改，最後再進到維護、維修和運營(Maintenance、Repair and Operations, MRO)階段，如圖 3-1 所示。其中，本案進行檔位層設備更換主要是採用 Top-Down 的方式進行修改。

TenneT – Bay Replacement Program

- > **Rijssen**: 2020/2021 (Strukton)
- > **Hengelo, Veldeweg**: 2020/2021 (Croonwaller&dros)
- > **Terwinselen**: 2021 (Strukton)
- > **Raalte**: 2021/22 (Strukton)
- > **Nederweert**: 2021/22 (Croonwaller&dros)
- > **Alphen**: 2020/21 (Strukton)



圖 3-1 TenneT 公司進行檔位層更換工程之進行方式

由圖 3-2 可以看到，此架構採用兩層一網架構，在 Station Level 中利用備援機制，並透過 PRP 的網路架構與 Bay Level 進行通訊連接，而每個檔位(Bay)各自獨立，同時每個 Bay 有一台 Bay Control Unit 以及兩台互為備援的 IED 進行保護。而在 Process Level 與 Bay Level 之間仍採用銅線連接，以傳輸 CT/PT 二次側採集到的電壓與電流。

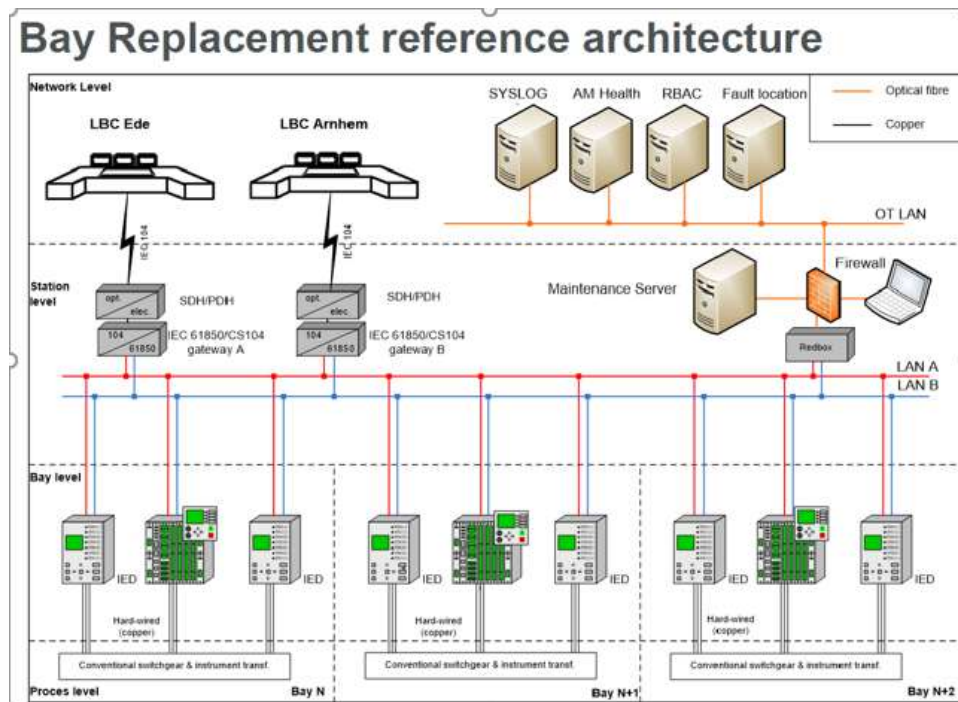


圖 3-2 POC 參考架構

由圖 3-3 可以發現過去傳統的 60870-5-104 由於採用點表的方式，Top-Down 規劃時需要訊號點表(Signal List)，規劃上較不方便，現今採用 IEC 61850 的標準則可以透過制式化的資料模型進行功能規劃，不需查詢訊號點表。

Conventional and IEC 61850 system engineering

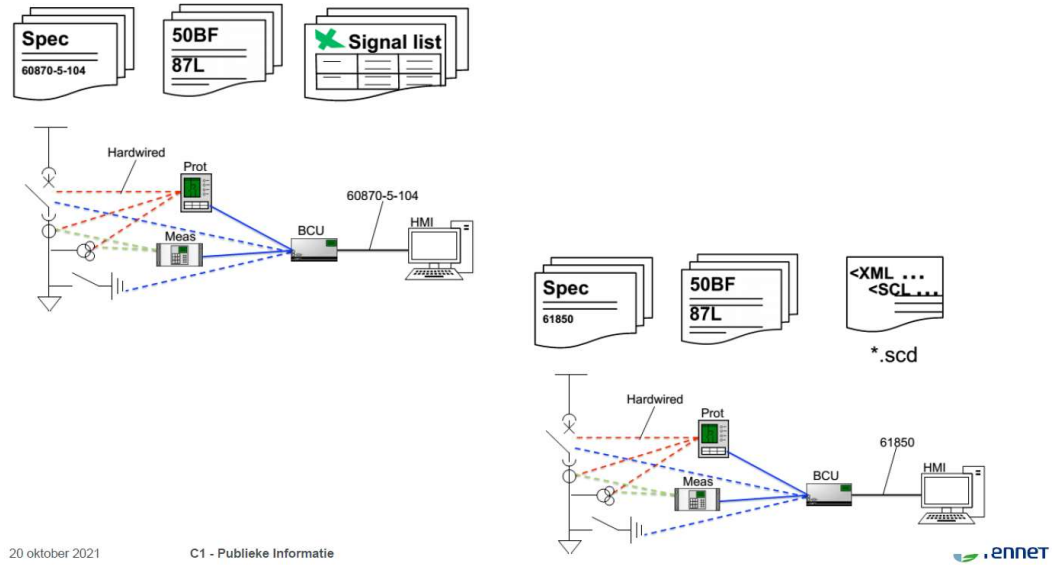


圖 3-3 過去 60870-5-104 與 61850-6 規劃方式差異

此外由於本案例為 60870-5-104 與 IEC 61850 複合式架構，所以需要透過 Gateway 進行資料模型轉換，講者說明透過工具軟體可進行 Top-Down 的規劃，但由於細節部分較多，講者僅簡要說明規劃工具的能力，較為可惜。

IEC 61850 system engineering

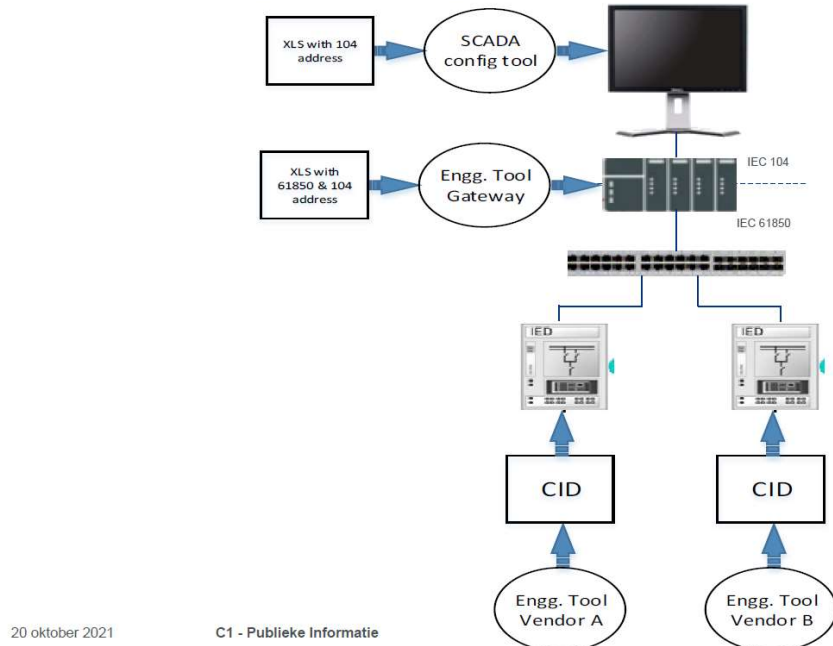


圖 3-4 本案例規劃架構說明圖

(二) Digital Twin advances for virtual relay protection testing

本場次主要介紹運用數位孿生技術進行虛擬保護功能測試，目前已有各式系統模擬軟體甚是即時系統可以用在模擬數位電驛保護功能行為，但講者提到若我們想要在一個虛擬環境進行 GOOSE 保護邏輯測試，甚至想要了解其傳遞速度，而不需在真實環境中閉鎖保護功能，此時則可考慮利用數位孿生技術進行模擬。

在數位孿生虛擬環境測試的好處為，不影響實體系統，無須進行停機或是隔離作業，而且可以多位工程師同時由遠端連入系統進行測試，無須到現場，可避免出差或是時差的問題。節省時間與空間的問題。

此外，透過數位孿生技術，工程人員可以在虛擬環境透過事故波形紀錄檔重現事故當下狀況，協助事故分析。如圖 3-5 所示。

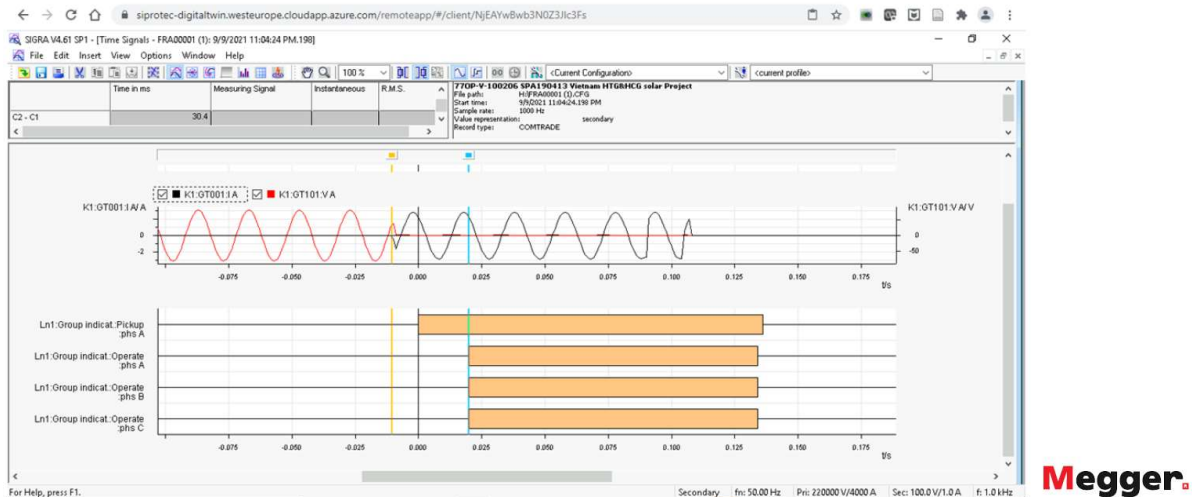


圖 3-5 數位孿生系統可透過事故波形紀錄檔於虛擬環境重現

目前 IEC 協會也對數位孿生技術開始關注，並且由 Working Group 6 進行數位孿生近期初期討論，如圖 3-6 所示。

IEC STANDARDISATION

IEC International Electrotechnical Commission

Standards development Conformity assessment Where we make a difference Who benefits News & resources Programmes & initiatives Who we are

Home / Standards development / Technical committees and subcommittees / ISO/IEC JTC 1/SC 41 / WG 6

ISO/IEC JTC 1/SC 41 Internet of Things and Digital Twin

Subcommittee(s) and/or Working Group(s) > ISO/IEC JTC 1/SC 41/WG 6

WG 6 Convenor & Members

Convenor: Ms Sita WEI, National Committee: CN

Member: National

Title & Task: WG 6 Digital Twin

Terms of reference: Standardization in the area of Digital Twin

Project Reference	Document Reference	Init. Date	Current Stage	Next Stage	Working Group	Project Leader	Fcst. Publ. Date
PWI JTC1-SC41-5	Digital Twin - Reference Architecture		PWI 2020-11	prePNW 2023-11			
PWI JTC1-SC41-6	Guidance for IoT and Digital Twin use cases		PWI 2020-11	prePNW 2023-11		Pedro Malo	

PWI:
Preliminary
Work Item

https://www.iec.ch/dyn/www/f?p=103:14:23372246488048:::FSP_ORG_ID,FSP_LANG_ID:27186,25

Megger.

圖 3-6 IEC 對於數位孿生進行初期討論

(三) Testing Tools Panel

首先 HELINK 公司簡單介紹於 IEC 61850-6-100 延伸系列中(目前尚未公布)，在系統設計與規劃工具間的定義，主要由設計人員先就電壓等級以及變電所所需功能進行設計，最後在邏輯節點規劃時將其實現。如圖 3-7 所示。

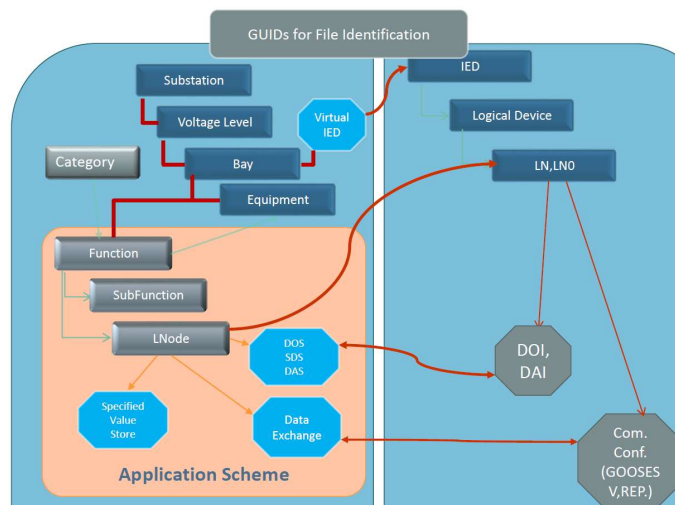
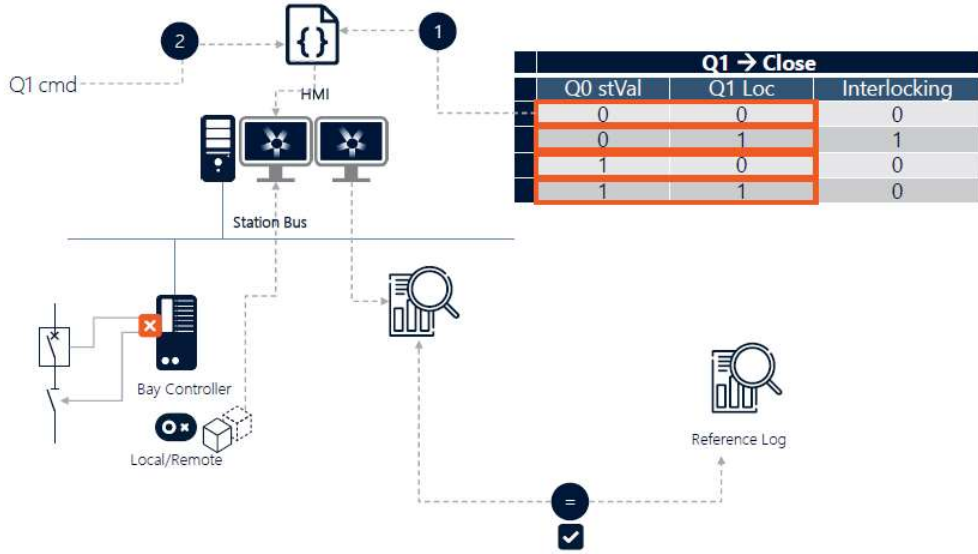


圖 3-7 IEC 對於數位孿生進行初期討論

接著 COPADATA 公司進行 HMI-based Interlocking Testing 介紹，透過軟體方式模擬測試

互鎖功能，測試者藉由先建立真值表，並依序進行測試，完成 IED 互鎖功能測試。如圖 3-8 所示。

Interlocking in the HMI



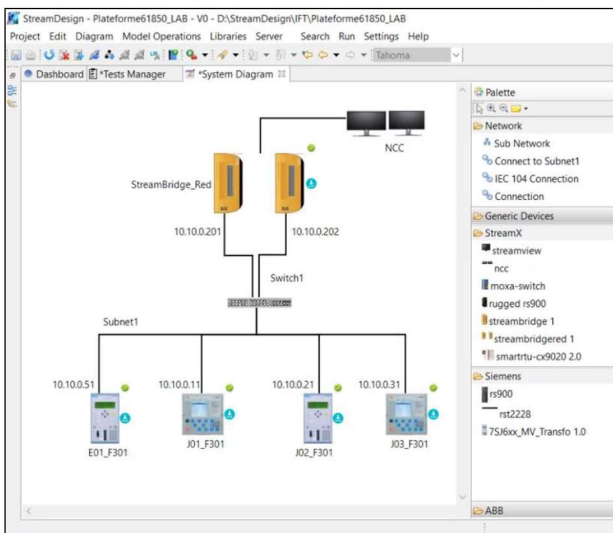
11 Conference / HMI-based Interlocking Testing



圖 3-8 透過建立真值表進行互鎖功能測試

接著由 elvexys 公司介紹透過該公司的軟體工具可以進行系統規劃檔與實際現場 IED 規劃檔匹配性比對，針對規劃檔正確性進行確認。如圖 3-9 所示。

IED life cycle : IEDs Status inspector



IEDs 3 states workflow:

- Specification vs Implementation status
 - Different !
 - Same ✓
- Modification status

Automatically updated by Gateway IEDs status inspector Feature

 - Modified => ↓
 - Loaded on IED => no icon
 - Loaded with Test Manager active :
 - Test not defined : ?
 - Partially tested : !
 - Test failed : ✖
 - Test passed : ✓
- Lock state
 - Unlock => no icon vs Locked => 🔒

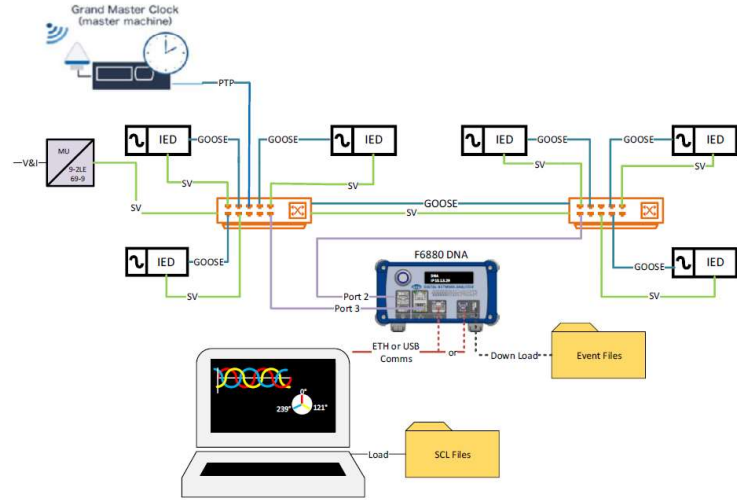
圖 3-9 透過軟體確認系統規劃檔與現場 IED 內規劃檔正確性比對

接著由 Doble 公司介紹該公司最新設備，可以透過網路連接的方式即時分析網路中各設備的訊息，如圖 3-10 所示。

F6880 Digital Network Analyzer (DNA)




- Release October 2021
- Compare SCL files and discovered IEDs in substation networks, both process and station bus
- Capture & analysis of GOOSE, R-GOOSE, 9-2LE, 61869-9
- PTP for precise time aligned / synchronized view of signals
- PCAP, COMTRADE and other file export formats; can use Protection Suite and 61850 TesT or 3rd party analysis tools
- Distributed recording and monitoring across units in WANs
- Set triggers for event capture
 - Power Quality issues
 - Communication Network errors
 - Power system events
- Detects cyber intrusion by identifying missing, malformed or unknown traffic
- Local or remote connectivity



©2021 Doble Engineering Company. All Rights Reserved.

圖 3-10 透過軟硬體配合進行變電所規劃與封包監測

最後由 TRIANGLE MICROWORKS 公司介紹該公司相關測試軟體，可以進行多家廠商以及各版本標準的測試驗證，如圖 3-11 所示。



IEC 61850 Toolkit

- 61850 Test Suite Pro
 - Multiple troubleshooting tools
 - Visualize substation data during tests
- Distributed Test Manager
 - Simulation tool for system level testing
 - Automated testing for HMIs, RTUs, gateways, PLCs
- SCL Navigator
 - View, verify, and edit SCL Files
 - Create IED model templates (ICD files)

圖 3-11 透過軟體驗證各家公司規劃檔正確性與版本

(四) Top-Down Engineering

EDF 公司介紹其 R&D 部門開發的軟體工具並進行工程規劃，EDF R&D 並介紹規劃時整體流程：從建模到模擬測試，並透過 EDF R&D 所開發的軟體進行驗證，接著是 HIL 的模擬實測，才進到工廠驗收測試(FAT)與現場驗收測試(SAT)。如圖 3-12 所示。

Overview of EDF Engineering process

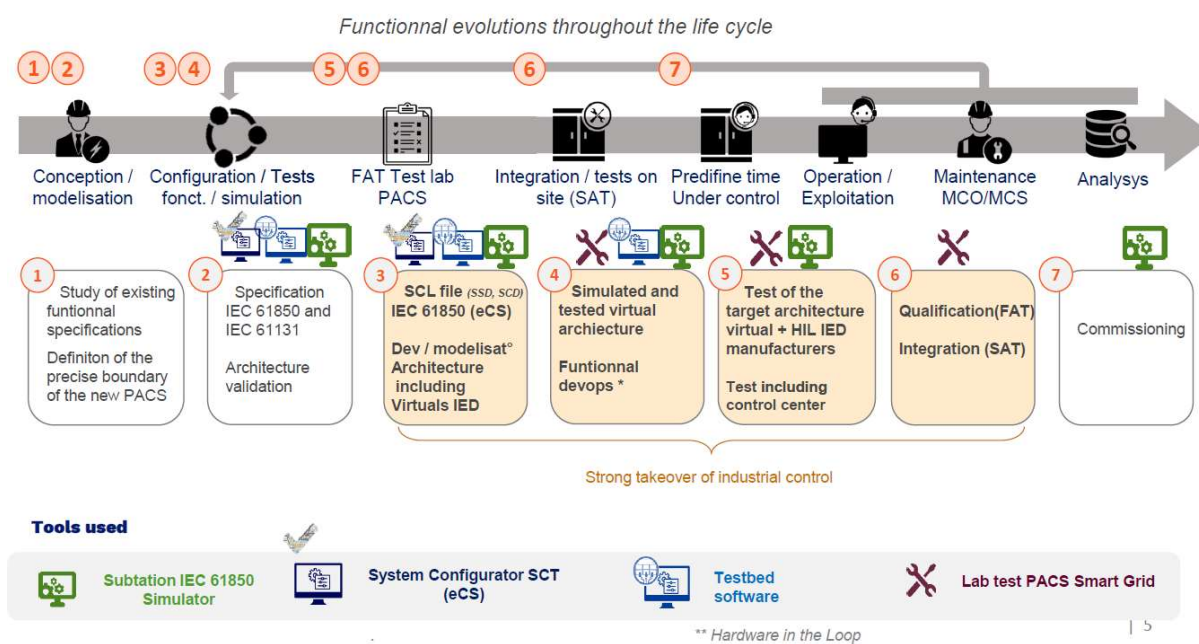


圖 3-12 透過軟體驗證各家公司規劃檔正確性與版本

(五) Application of Top-Down Engineering workflow to the Full Project Lifecycle

本主題由施耐德公司介紹變電所生命週期導入 IEC 61850 標準的優點，首先在概念設計階段藉由 IED 的建模、保護功能規劃、以建立 Bay Level 的模板，並可進行功能與互操作性預先測試。接著來到專案規範制定的部分，此時仍未指定廠商(Vendor Agnostic)，接著到系統整合階段，並進行調整，接著是 FAT 與 SAT 及後續的運轉和維護階段，並視情況進行升級，在整個生命週期中，從圖 3-13 可以看到藉由導入標準，在各階段都能節省時間與金錢成本。

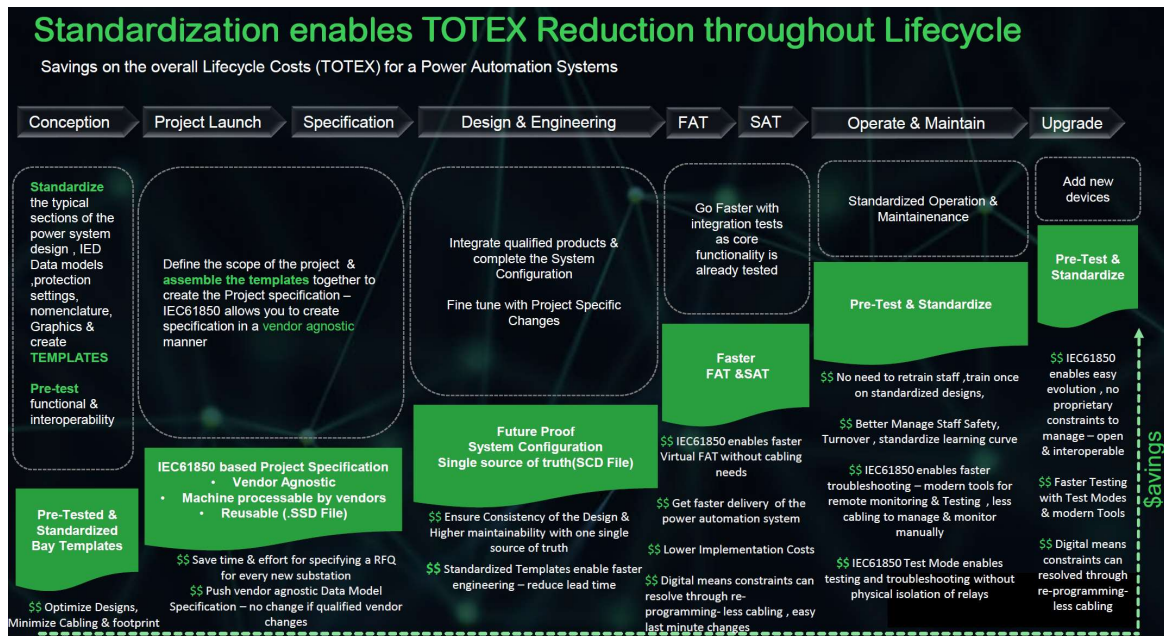


圖 3-13 藉由導入 IEC 61850 標準可節省設計與測試之成本

(六) Real Time Operations Overcoming the design installation and operational challenges

在本專題演講中，講師介紹其在 New York Power Authority 進行一個專案，並分享其設計過程中整體的思考流程，大致可分為以下幾個部分：

- (1) 從工程與後續運維的角度來看，有哪些訊號需要被考量？
- (2) 之前的製造商或是專案執行經驗是否有值得參考的地方？
- (3) 如何是最佳的網路架構並滿足法律規範需求？
- (4) 現場運轉部門需要哪些操作畫面？人機介面、控制、診斷、報告等等。
- (5) 從組織的策略規劃角度來看，哪些輔助功能是值得被考慮的？
- (6) 現在和未來需要哪些資安考量？
- (7) 數位變電所的實體配置規劃為和？
- (8) 設備的狀態監測需要配置哪些傳感器？

Our IEC 61850 design approach in 2021 → Operations Driven Thinking

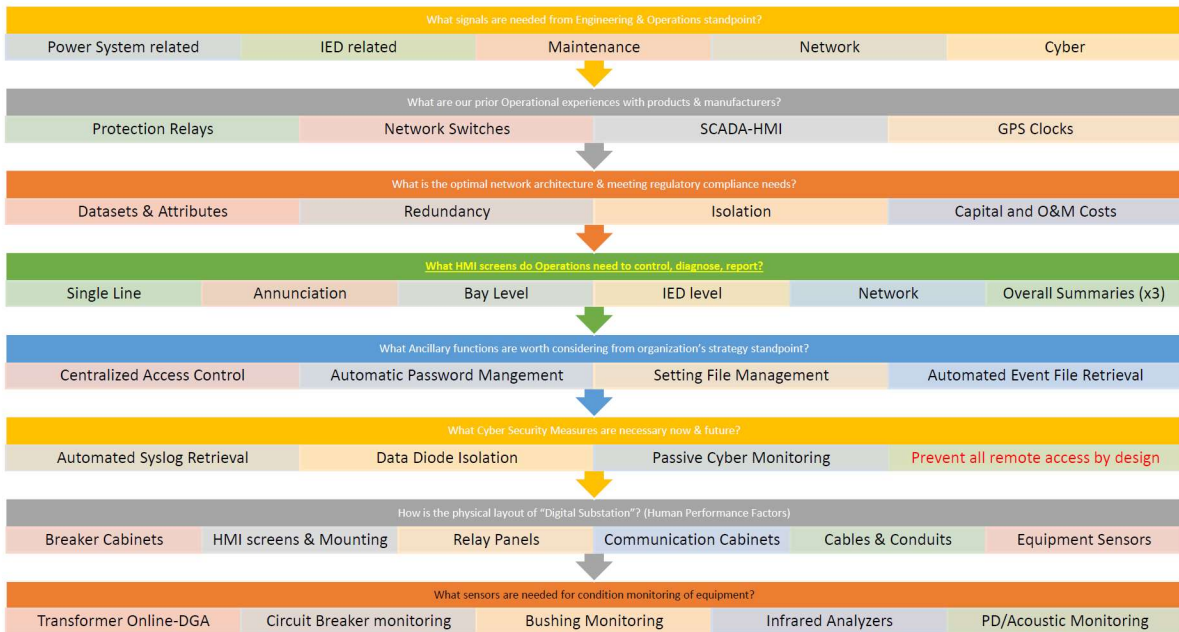


圖 3-14 IEC 61850 變電所運轉驅使思維

(七) System Monitoring

這部分由 VATTENFALL 公司介紹該公司於 130kV 變電所的概念設計，其預計採用三層兩網設計，並且在 Station Level 採用 PRP 架構，而在 Process Level 預計使用 HSR 設計，並且運用 RTU 收集系統狀態相關資訊。詳如圖 3-15 所示。

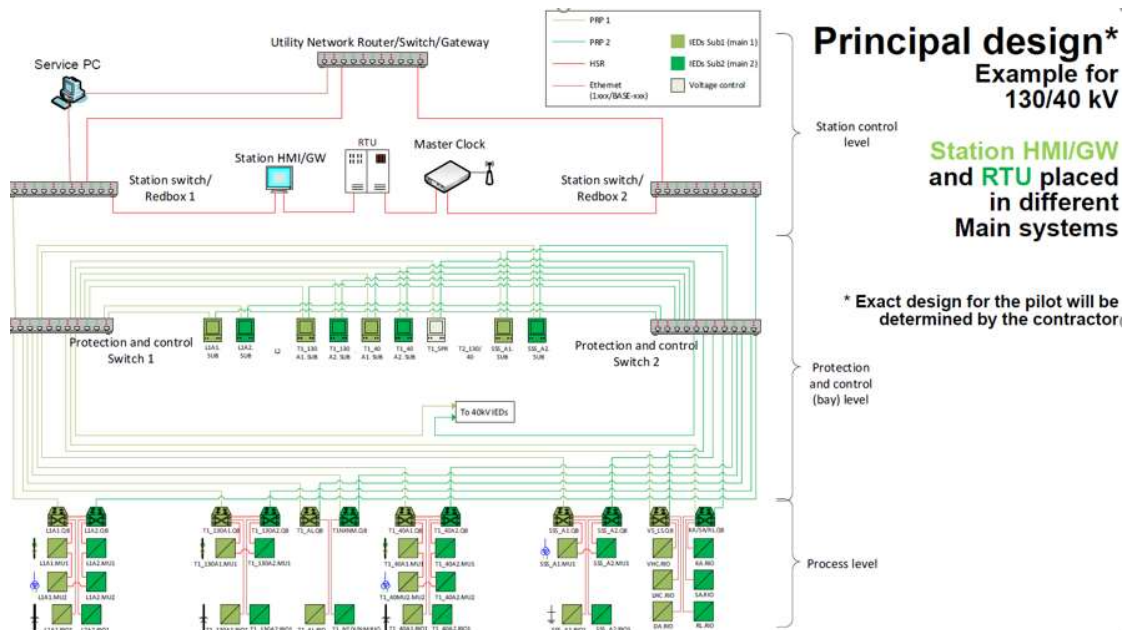


圖 3-15 VATTENFALL 公司於 130kV 變電所的概念設計

四、 Day 4：IEC 61850 Sampled Values 應用等議題

第四天主要進行有關 IEC 61850 Sampled Values 應用、分散式能源、遠端控制與維護等議題研討，心得摘要報告如下：

(一) 電力計量：確保 IEC 61850 數位變電所之電力計量資料之準確度及可靠度

本講次由 Statnett 公司介紹透過 Process bus、Merging Unit 架構及 Sampled Values 通訊，進行數位化的電力計量相關應用，Statnett 是挪威的輸電系統運營商，為國有電網公司。

Statnett 運用 Sampled Values 通訊技術，打造新一代數位化的 3 層 2 網 IEC 61850 變電所，主要有以下優點：

1. 透過 Process bus、Process Level，將 Merging Units 設備設置於現場端，例如匯流排附近，並透過光纖通訊，因此可大幅減少變電所內所需的硬線，故可減少變電所室內所需空間。
2. 因 Process Level 靠近現場端而遠離變電所室內空間，例如透過通訊控制現場的 Protection Control Unit (PCU)，進行斷路器的投切操控，因此變電所內運轉人員將更加安全。
3. 增加智慧化功能，包括提高量測精準度(accuracy)以提高電網電價、跨境收入之計算準確度，同時透過精準之線損計算可進一步改善線損問題，利用智能分析可改善系統校正方式等。

圖 4-1 所示為挪威奧斯陸東北部的 Furuset 數位變電所架構，可以看到 Station Level、Bay Level、Process Level 三層，及 Station Bus、Process Bus 兩網，圖中最下方可看到 non-conventional part 是典型 IEC 61850 三層兩網架構，也是該專案主要改建的重點部分，利用 Merging Units 將 PT、CT 的類比資料轉為數位資料，透過光纖網路及 Process Bus 交換機傳送 Sampled Values 封包以分享資訊。而 conventional part 是既有的架構，主要透過傳統 PT、CT 及硬接線以完成量測、保護功能。

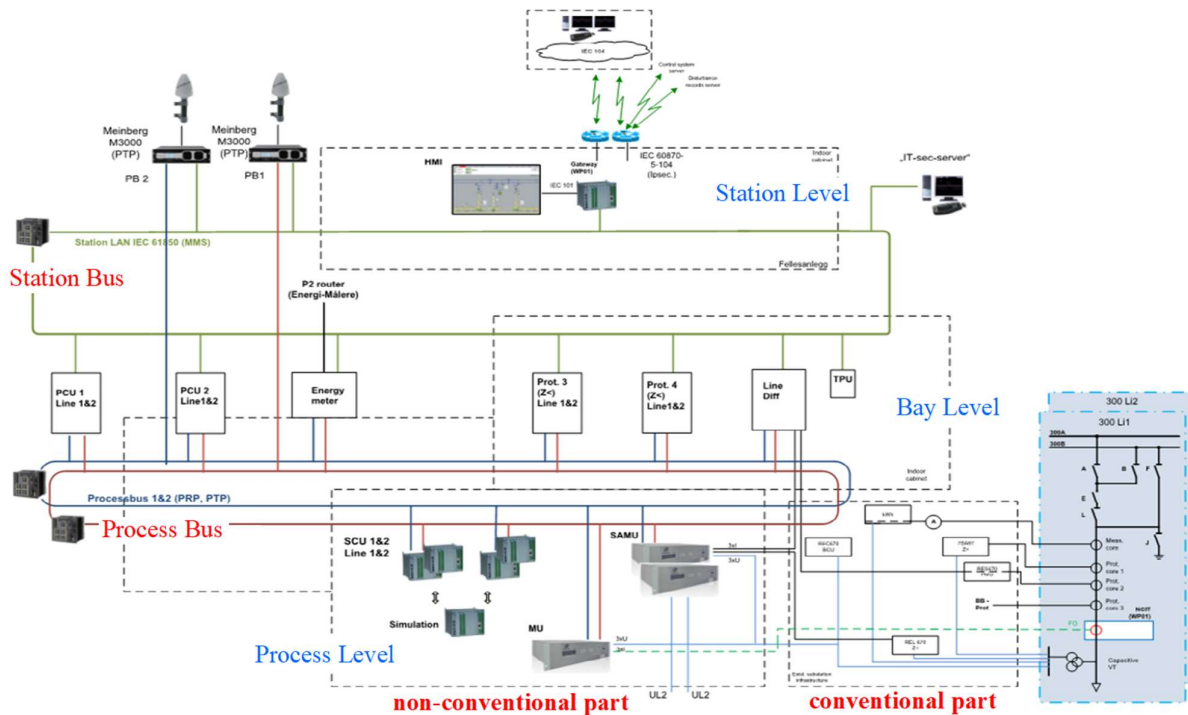


圖 4-1 運用 Sampled Values 量測技術之先導型數位變電所專案

圖 4-2 所示為該變電所導入 Sampled Values 量測技術後，進行智能分析比對，自動查找出異常過高的線路損失資料，並進行全系統計量電表之校正，提高整體數據的正確率同時減少成本損失。

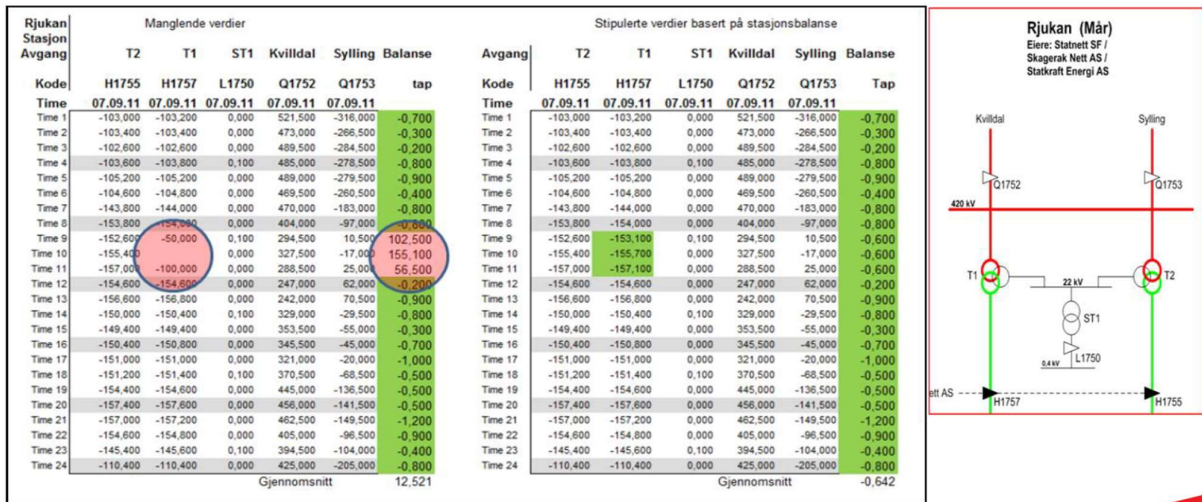


圖 4-2 自動化分析比對量測數據並校正

在 2002 年 1 月 1 日完成安裝之電表，測量值偏差範圍大約為標稱電壓的 0.8%，而 2016 年 1 月 1 日完成整體電力量測鍵後，偏差範圍改善至標稱電壓的 0.5%。系統安裝校正完成

後，重新校正週期為：

- (1) 若平均電力傳輸量在每週 10.000 MWh 以下，則每 8 年校正 1 次。
- (2) 若平均電力傳輸量超過每週 10.000 MWh，則每 4 年校正 1 次。

圖 4-3 為 IEC61869-9 中提出之 CT 精準度(accuracy)量測之測試電路，圖中包含作為比較之標準 CT(Reference CT)、待測之 CT (CT under test ECT)、時脈訊號源(Clock)，以及用來計算比較 2 個 CT 偏差值的 Digital bridge。

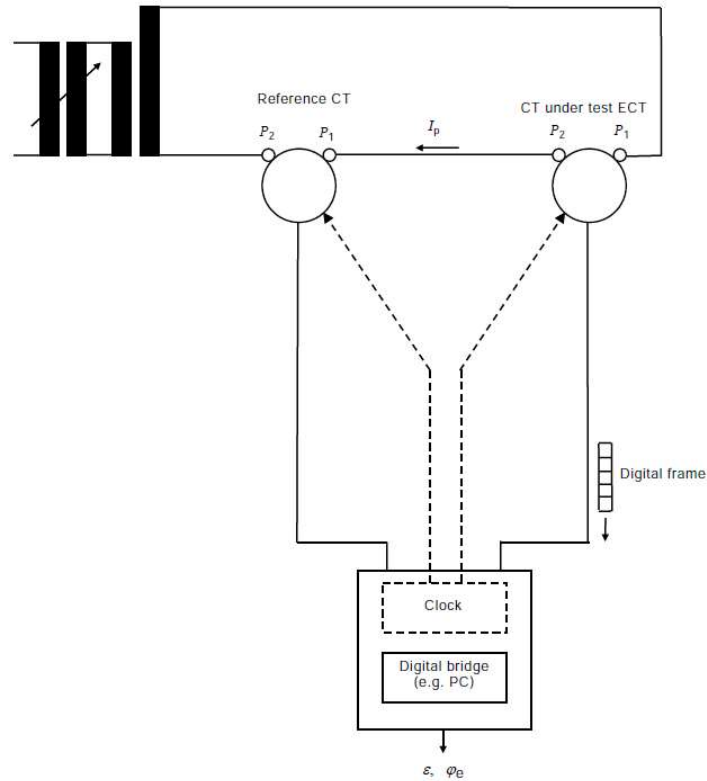


圖 4-3 IEC61869-9 精確度量測之測試電路

圖 4-4 則為 ENG61 FutureGrid EURAMET 提出之測試架構，為利用商用 non-conventional measuring bridge 進行數位 EVT 與 ECT 測試之架構，測試步驟如下：

1. 校正傳統之 VT/CT (Standard VT)
2. 校正商用測試套件 (ZERA WM3000U)
3. 進行 EVT/ECT 測試(Sensor under test)

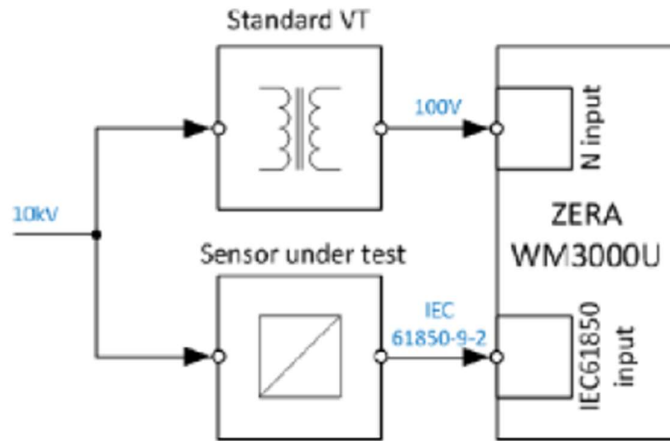
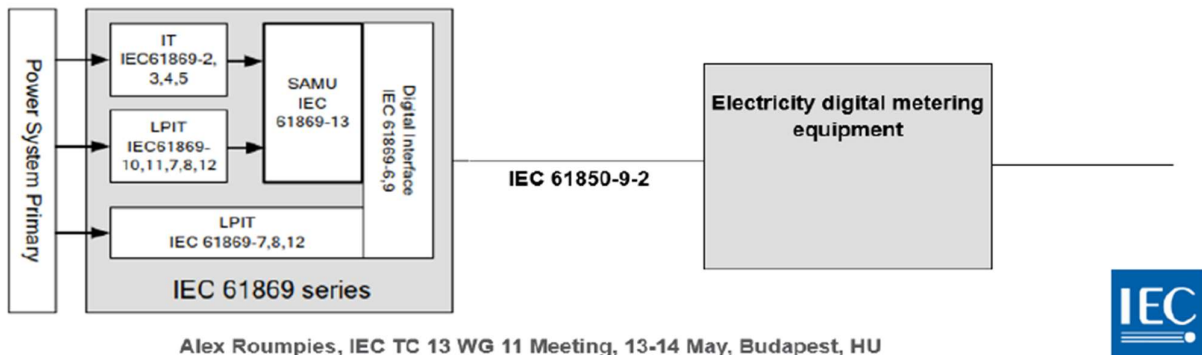


圖 4-4 ENG61 FutureGrid EURAMET 提出之測試架構

演講中介紹到有關 IEC TC13 WG11 目前正在規劃數位電表相關要求事項，未來將加入電力表計要求事項之相關標準中。圖 4-5 所列為該工作小組在會議中討論有關整合 IEC 61869 系列標準、IEC 61850-9-2，以及數位電表應用相關要求事項，圖中左邊方塊 IEC 61869 系列包含 3 種情境：

- (1) 電力系統 1 次側 → IT → SAMU → 數位介面
- (2) 電力系統 1 次側 → LPIT → SAMU → 數位介面
- (3) 電力系統 1 次側 → LPIT (內含 MU 功能) → 數位介面

其中 IT(Instrument Transformer)為傳統變比器，LPIT(Low Power Instrument Transformer)為低功率變比器，SAMU(Stand-Alone Merging Unit)為獨立式合併單元。資料轉為數位介面後，透過 IEC 61850-9-2 Sampled Values 通訊，進入右方的數位電表中。目前該工作小組尚在討論及投票(投票期間為 2021-10-01 至 2021-11-26)制定 IEC 62053-25：Electricity digital revenue metering 之技術規範內容。



Alex Roumpies, IEC TC 13 WG 11 Meeting, 13-14 May, Budapest, HU

圖 4-5 IEC TC13 WG11 會議討論有關數位電表議題

(二) 分散式能源之集成

講師 René Troost 先簡介荷蘭目前風力發電與太陽光電的發展現況，由於這些再生能源近年來大量設置，造成荷蘭的輸電線路壅塞。接著探討在分散式能源的電網運作者、市場機制和用戶這三方面的管理時，能建立即時介面分享各項資訊，如

圖 4-6 所示，圖中為系統運作者和用戶端即時介面的示意圖，包括資料交換的格式和用戶端在共同耦合點的資訊。

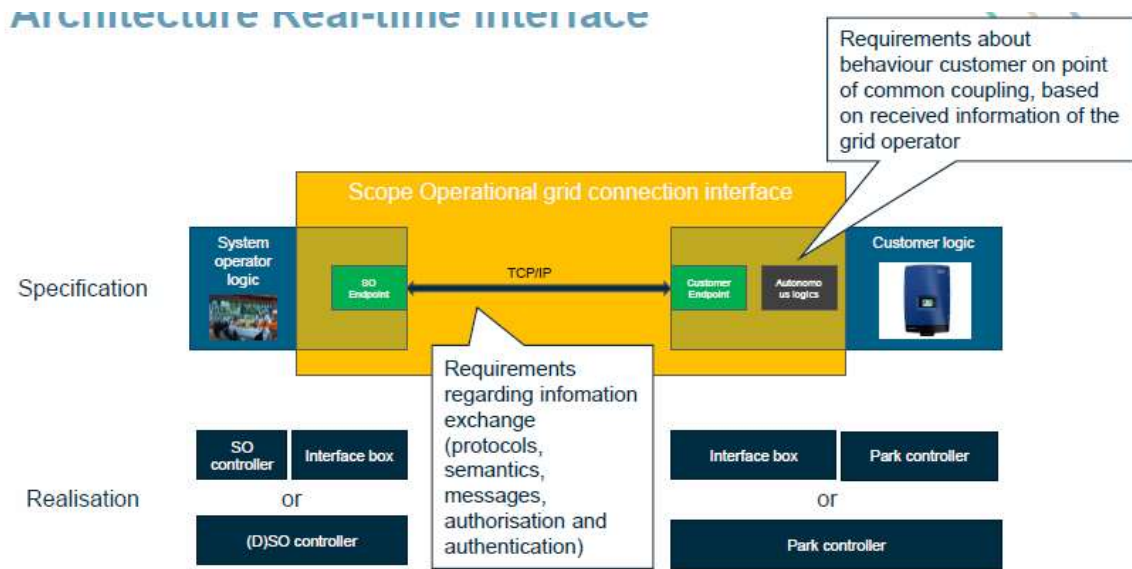


圖 4-6 系統運作者和用戶間的即時介面

在國際標準 IEC 61850-7-420 中訂定分散式能源的通用模型，如圖 4-7 所示，其中包括控制分散式能源時所需的邏輯節點，而在 IEC 61850-90-7 和 IEC 61850-90-10 這 2 份技術報告描述即時介面的主要功能以及模型，運用這些標準有助於分散式能源廠商傳送資料給系統運作者。

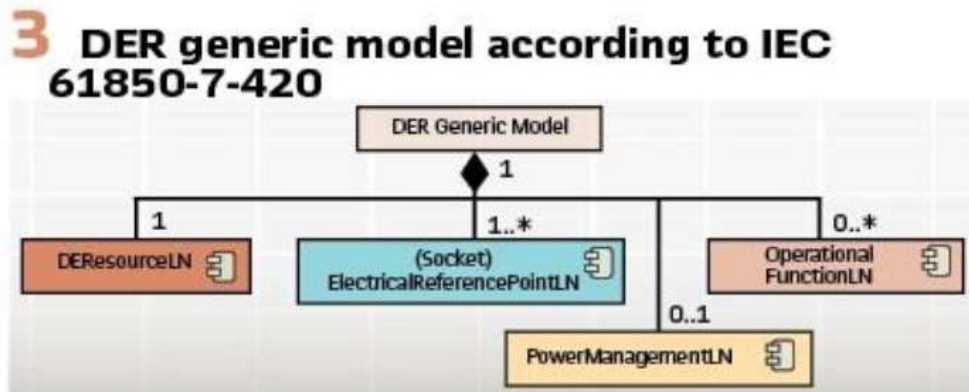


圖 4-7 分散式能源通用模型

(三) 遠端維護

南加州愛迪生公司(Southern California Edison, SCE)從 2014 開始就已經建置自動化配電變電所，使用 IEC 61850 中的 MMS 通訊協定，之後也建置自動化輸電變電所，除了 MMS 之外，也加入主要應用在保護電驛的 GOOSE 通訊協定，目前他們的目標是實現虛擬保護電驛，架構圖如圖 4-8 所示，概念是源自圖中透過通用變電

所平台(Common Substation Platform, CSP)組成虛擬自動化環境，取代人機介面(HMI)和可程式控制器(PLC)等其他實體元件的功能以及傳送的資料，通用變電所平台的實體圖如圖 4-9 所示。

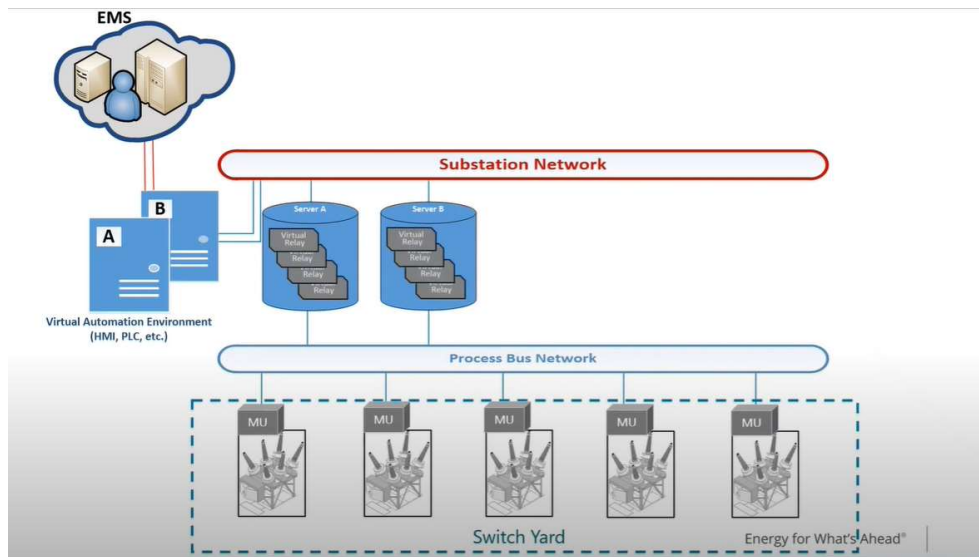
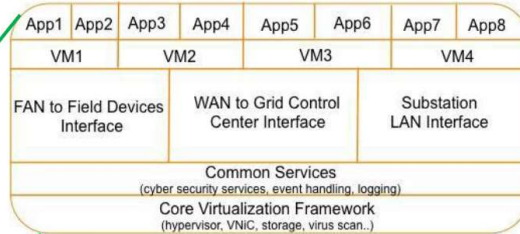


圖 4-8 虛擬保護電驛架構圖



The CSP is a "data center in a box" in our substations



- Just like in our data centers, the CSP can run different operating systems and applications

圖 4-9 通用變電所平台

虛擬保護電驛用來改善傳統保護電驛在接線上的複雜性以面臨未來在電力系統保護上的挑戰，如圖 4-10 所示。

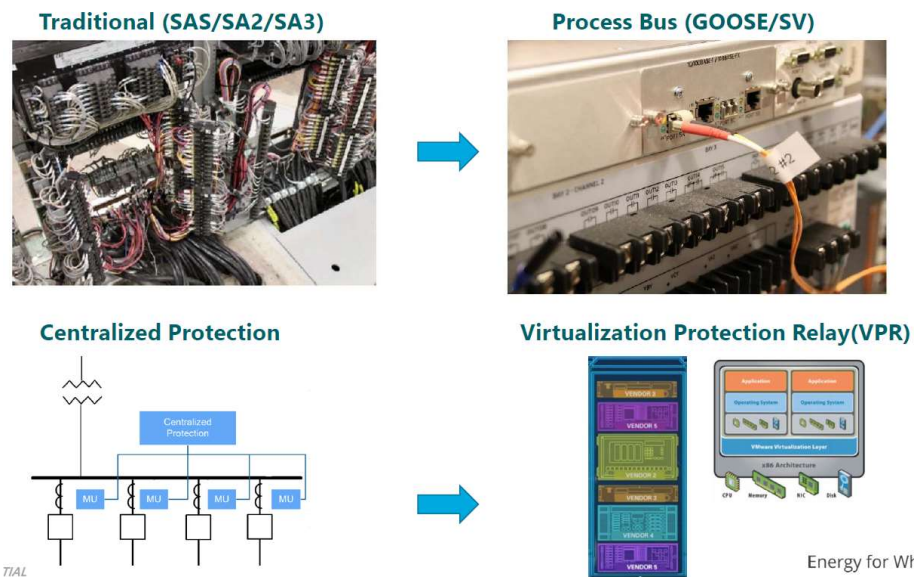


圖 4-10 傳統保護電驛與虛擬保護電驛比較

(四) IEC 61850 變電所控制中心通訊

魁北克水電公司預計在 2024 到 2025 年間進行 SCADA 系統的更新，在導入 IEC 61850 的同時，也要兼容舊有的通訊協定，並考慮靈活性和未來的可擴充性，達成輸配電線路管理。

集中命令及遙控單元(Unit for centralized command and tele-control, UCCT)，負責處理遠端 SCADA 系統的通訊以及蒐集各個 IED 的資訊，架構圖如 4-11 所示。

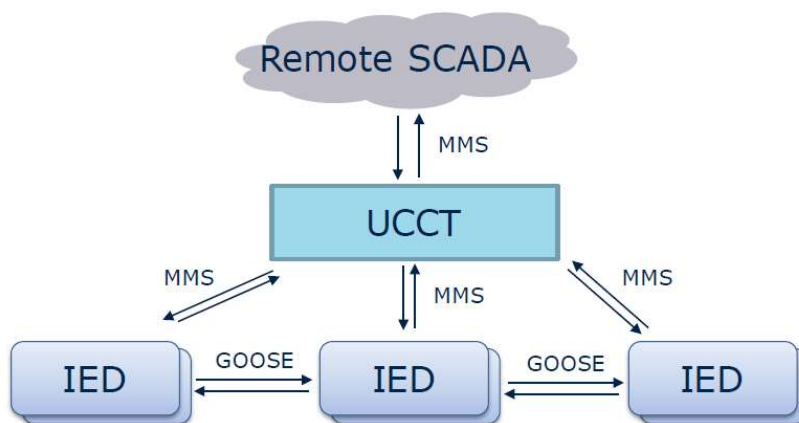


圖 4-11 變電所架構圖

在資訊傳送時，由於各個廠家的 IED 都不相同，對於資料的命名都是採商品相

關的方式來命名，但考慮到互操作性的話，最好還是以功能相關的方式來命名，因此透過 UCCT 就能將 IED 所傳的資料名稱以功能相關的命名方式再傳送到遠端的 SCADA 系統，相關標準為 IEC 61850-6。

為了驗證 UCCT 的相關功能符合需求，利用自動驗證工具透過傳送給 UCCT 的 MMS 訊號以及 UCCT 回傳的訊號做比對，檢查是否正確，如圖 4-12 所示。

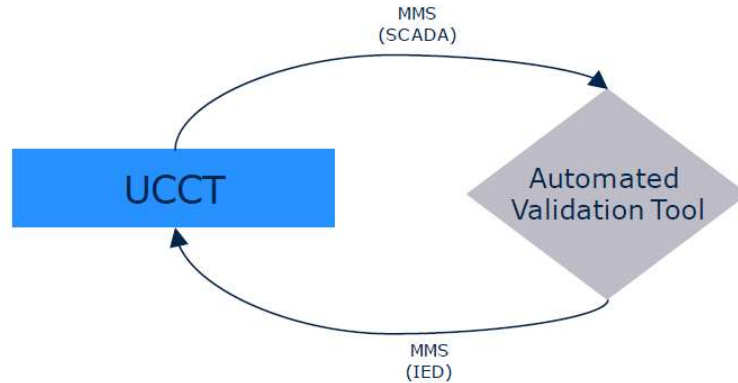


圖 4-12 UCCT 驗證示意圖

五、 Day 5：資安論壇

(一) 資安威脅概述

進入智慧電網時代後，不同於傳統 OT 網路，智慧電網大量物件數位化，包含變電所內線路設備量測、數位控制軟體、IED、雲端服務，變電所外之電力傳輸線亦有 IIOT 服務。多元之服務為智慧電網帶來更多應用，但也因此使智慧電網之資安不易管控。

要了解資安威脅首先須認知其來源，如圖 5-1 所示其來源可分為 4 個層級，最下層為意外疏失，第二層為駭客，第三層為恐怖份子，第四層為國家或其契約者。由下往上來源者之技巧越高(對系統了解度)，動機上升，侵入方法也更複雜。

Attackers and their Capabilities

Security Level	Target	Skills	Motivation	Means	Resources
SL4	Nation State, Contractors	ICS Specific	High	Sophisticated (Campaign)	Extended (Multidisciplinary Teams)
SL3	Hacktivist, Terrorist	ICS Specific	Moderate	Sophisticated (Attack)	Moderate (Hacker Group)
SL2	Cybercrime, Hacker	Generic	Low	Simple	Low (Isolated Individual)
SL1	Casual or coincidental violations	No Attack Skills	Mistakes	Non intentional	Individual

Based on IEC 62443

圖 5-1 資安威脅來源

了解威脅來源後其次是了解其攻擊目標，一般而言 ICS(Industrial Control System)為其首要目標。系統內之 ICS 可能不只單一軟體，而其中之安全儀表系統 (Safety Instrumented System)最容易受攻擊者注目，但更重要的是容易攻擊之目標(Low Hanging Fruit)。

攻擊手段日新月異，目前常見者為勒索軟體、DDoS、供應鏈攻擊。當攻擊無法避免時，了解可能之攻擊手段很重要，這使企業能針對攻擊手段進行防禦。

以烏克蘭 2015 之攻擊事件為例，如圖 5-2 所示，攻擊者從網際網路藉由釣魚信件進入企業網路，竊取其 VPN 與憑證。其後藉此進入變電所網路對 SCADA 軟體做非正常更新以綁架 SCADA，進而造成停電。

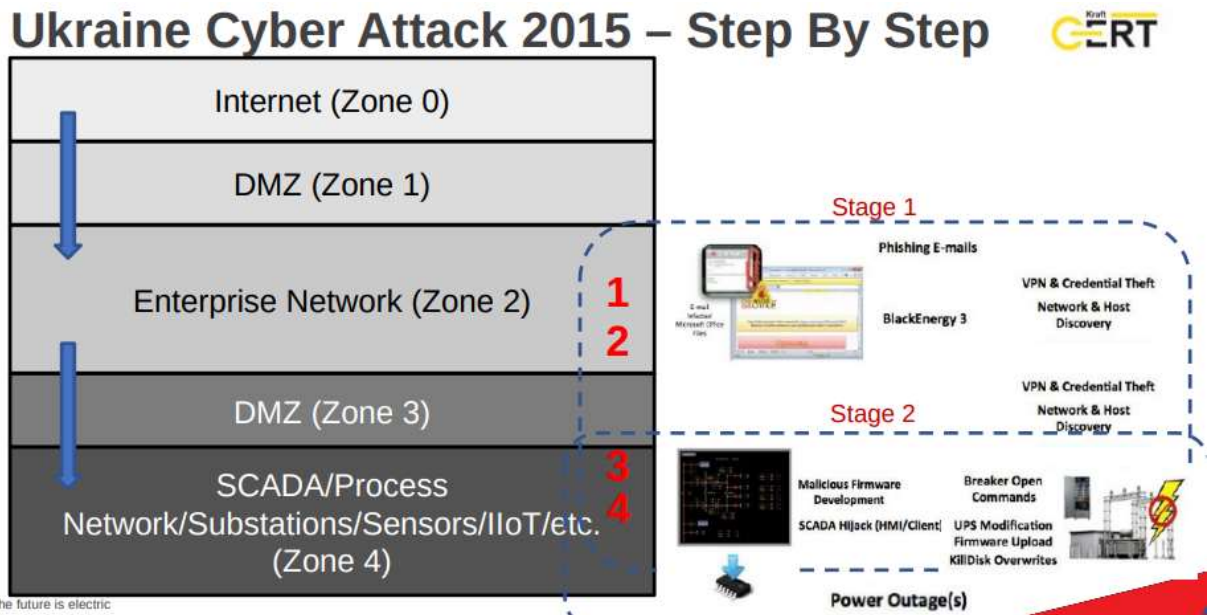


圖 5-2 烏克蘭 2015 資訊攻擊

(二) 縱深防禦

智慧電網相接之設備與用戶數量龐大且不斷動態變更，完整的控制以杜絕資安攻擊是不切實際的，因此資安防護之策略應為縱深防禦以減弱風險造成之危害。

如圖 5-3，要減弱風險造成之危害，需做好防護、偵測、反應。防護即針對不想受影響之系統，需建構多層式之防護以避免保護被攻破後馬上受到損害；偵測為發生異常事件時能及時獲得相關資訊；反應為針對前述偵測結果，依事前擬定之事件反應計畫(Incident Response Plan)處理，例如使用多重系統避免異常之控制。

Risk mitigation

Every Risk must be analyzed according to the potential impact of the event on the asset and its probability. The result of this analysis will determine if (and eventually how) the Risk should be reduced or accepted.

How can we reduce the risks?

- By implementing controls that:

Prevent

Eliminate the vulnerability
Create barriers to the threat
Mitigate/reduce the impact of the event

Detect

Deterring malicious activities
Allow earlier detection of the events

Respond

Incident response plan
Redundancy and recovery mechanisms
Incident forensics



圖 5-3 縱深防禦之概念

減弱風險之設計規畫可分四個階段，如圖 5-4 分別為，調查相關規定與標準、建立資產清單與相關人員面談、分析與評估已確認之風險、確認各控制措施之優先順序。

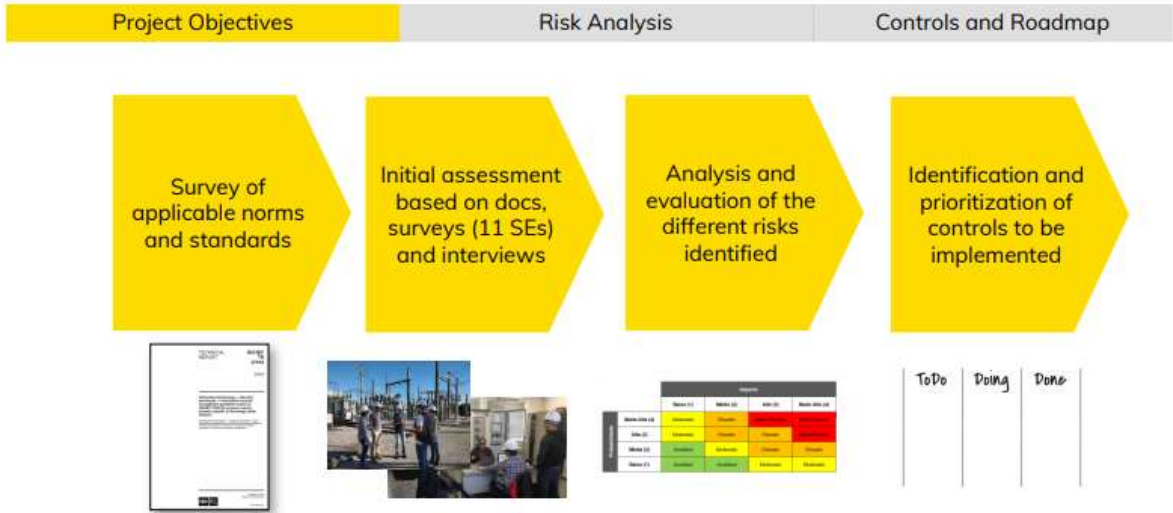


圖 5-4 減弱風險之設計規畫

(三) EE-ISAC

EE-ISAC，全名 European Energy Information Sharing & Analysis Centre，成立於 2015 致力於提升歐洲能源基礎建設施之安全與復原力。EE-ISAC 之主要服務項目如圖 5-5 所示，主要可區分為 3 個大項。第一大項為監管，包含協助取得社會信任、監管、組織與經濟模型；第二大項為資訊共享，包含資料分享、分析、工具提供與能力養成；第三部分為外部發展，包含政府參與、外部合作。

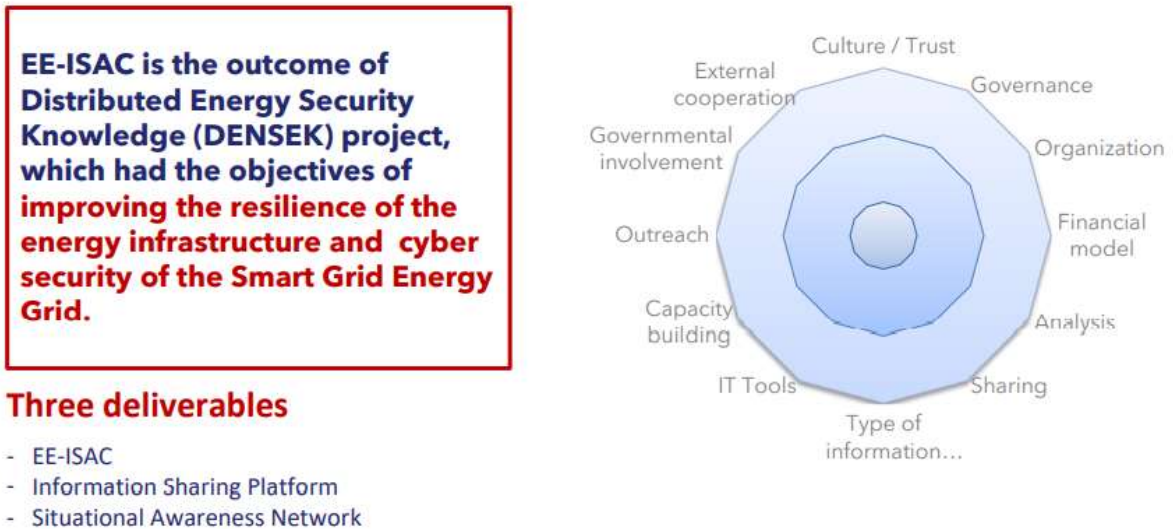


圖 5-5 EE-ISAC 服務項目

本次主要著重在資訊共享之部分，可細分為實體、數位與標準。實體指定期會議與專題演講和課程；標準則為定期出版白皮書，內容包含如資安風險管理之挑戰

與解決方法、智慧威脅管理、資安事件反應計畫等。數位部分分為兩個子系統如圖 5-6 所示，MISP 為案例分析，VMOSO 則提供工具等服務。

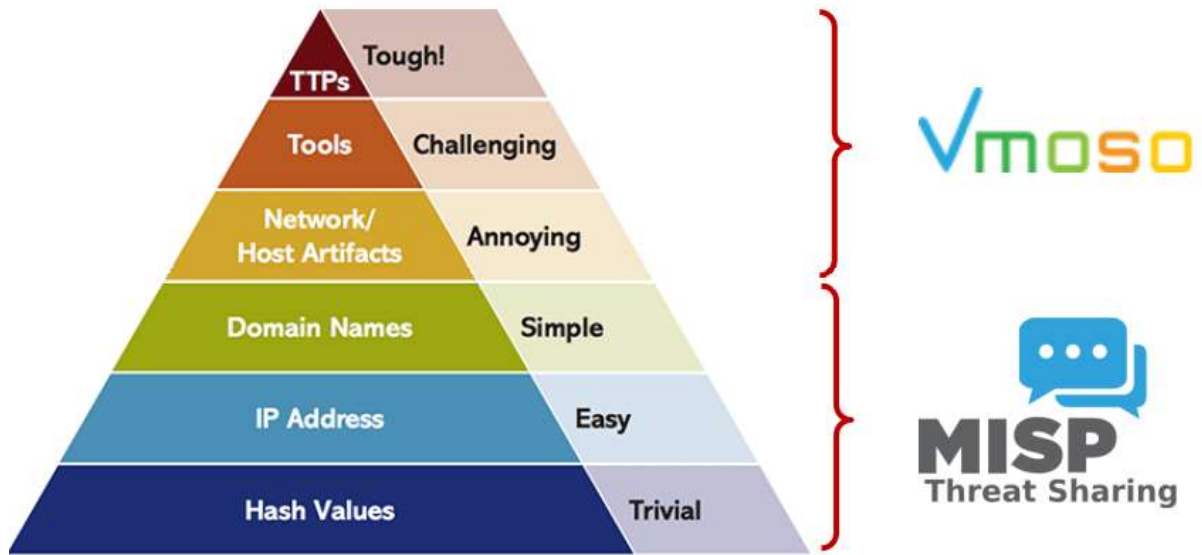


圖 5-6 數位資安資訊分享

結合數位與實體分享，EE-ISAC 之資安協助計畫如圖 5-7，在資安事件前藉由案例分享、實體會議等建立足夠之防護，在資安事件後則能提供相關建議與行動協助企業做出決定與成立危機處理小組。

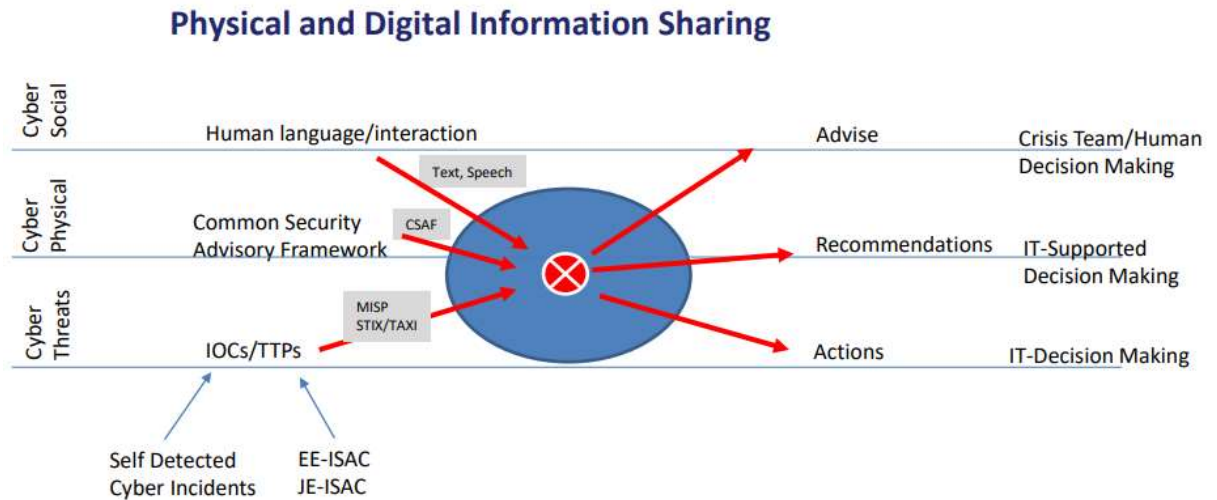


圖 5-7 EE-ISAC 資安協助計畫

(四) IEC 62443

隨著智慧電網之誕生，電網之 OT 網路與企業之 IT 網路交流也越來越多。IT 網路之資安有如 ISO 27001、NIST 等相關規定，而針對 OT 網路之資安標準為 IEC 62443。

建立 OT 之資安，如圖 5-8，不可能只單考慮 OT，必定伴隨著 IT+OT 或是 IT+OT+IOT 等介面。建構 OT 之組織必須符合 RACI 四要件，分別為負責人(Responsible)實作資安、批准者(Accountable)負責確認與批准系統是否合格、諮詢(Consult)提供相關協助與告知(Inform)告知關係人原資安之結果。OT 資安實作需確保系統的安全被控制，其相關採行方法要有一定成熟度，並伴隨 PDCA 滾動檢討。

Implementing your SECURITY STRATEGY – Risk Based



圖 5-8 OT 資安建構

以整體來說，IEC 62443 僅是整體的一部分。如圖 5-9，有 OT 之系統通常伴隨著 IT，其標準如前述 ISO 27001；IEC 62443 概述整體 OT 需滿足之資安規範；IEC 62443-2-1 詳述自動化與流程控制部分；IEC 62443-3-3 則說明相關技術；而對智慧電網另有 IEC 62351 針對智慧電網各組件規範

Applying utility cyber security standards

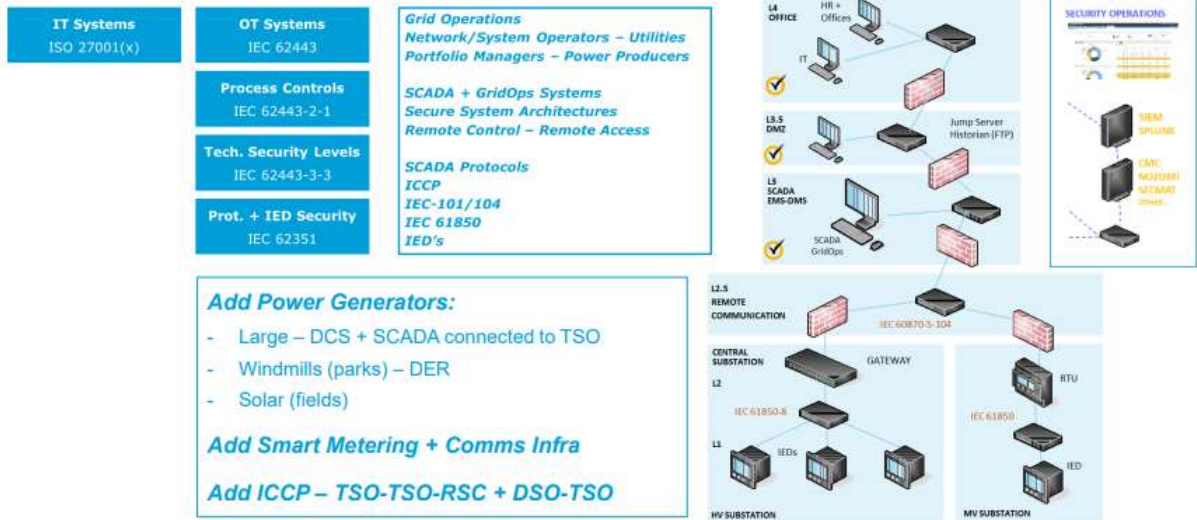


圖 5-9 整體資安架構與標準

(五) IEC 62351

如前述 IEC 62351 為針對智慧電網之資安標準，相關標準有 IEC 62443 為規範工業流程自動化之資安(如圖 5-10)與 IEEE1547.3 針對智慧電網中分散式能源(DER)之資安標準(如圖 5-11)。

“What” Standards: IEC 62443 Series for “Industrial” Automation

- The international series of standards IEC 62443 are being developed jointly by the International Electrotechnical Commission (IEC) and the ISA99 to address the need to design cybersecurity robustness and resilience into Industrial Automation and Control Systems (IACS), covering both organizational and technical aspects of security over the life cycle of systems.
- Although initially focused on industrial automation, **this cyber security set of standards is also being adopted by the energy sector**, since it provides a methodology for applying security in operational and field environments for cyber-physical systems.
- (Other presentations are addressing IEC 62443)



圖 5-10 IEC 62443

IEEE 1547.3 – Cybersecurity Recommendations

Similar to IEC 62443-3-3, but more DER-specific

- 5. TECHNICAL CYBERSECURITY RECOMMENDATIONS FOR DER OPERATIONS
 - 5.1 Overview of the Structure of this Section
 - 5.2 Risk Assessment and Management (RA) Recommendations
 - 5.2.1 General
 - 5.2.2 Risk Assessment Across Organizations (Inter-organizational)
 - 5.2.3 Risk Management Across Organizations (Inter-organizational)
 - 5.2.4 Intra-organizational Risk Issues
 - 5.3 Communication Network Engineering (NE) Recommendations
 - 5.3.1 General
 - 5.3.2 Network Segmentation and Defining Security Boundaries
 - 5.3.3 Managing Security Boundary
 - 5.3.4 Network Traffic Monitoring
 - 5.3.5 Network Security Equipment
 - 5.3.6 Physical Access to Networks
 - 5.3.7 Cloud Computing
 - 5.4 Access Control (AC) Recommendations
 - 5.4.1 General
 - 5.4.2 User Access Recommendations
 - 5.4.3 System Access Recommendations
 - 5.4.4 Access Management Recommendations
 - 5.4.5 Role-Based Access Control (RBAC) Recommendations
 - 5.5 Data Security (DS) Recommendations
 - 5.5.1 General
 - 5.5.2 Security for Data-at-Rest
 - 5.5.3 Security for Data-in-Transit
 - 5.5.4 Comparison of DER Protocol Security
 - 5.6 Security Management (SM) Recommendations
 - 5.6.1 General
 - 5.6.2 Lifecycle Management
 - 5.6.3 Supply Chain Management
 - 5.6.4 Patch Management
 - 5.6.5 Security Event Logging
 - 5.6.6 Data Backups
 - 5.6.7 Software Operating Systems and Application Security
 - 5.7 Coping with and Recovering from (CM) Security Events Recommendations
 - 5.7.1 General
 - 5.7.2 Pre-Event Coordination Planning and Cross-Organization Security Studies
 - 5.7.3 During-Event Security Event Notification, Coping, and Coordination with Stakeholders
 - 5.7.4 Post-Event Cross-Organization Review of Impact of Security Situation

圖 5-11 IEEE 1547.3

IEC 62351 之整體架構如圖 5-12，其中與通訊協定相關者為 IEC 62351-3 針對 TCP/IP 相關要求、IEC 62351-4 針對 MMS 等 IEC 61850-1、8-2 通訊相關要求、IEC 62351-6 IEC 61850 內 GOOSE 與 SV 之相關要求。

IEC 62351 Standards

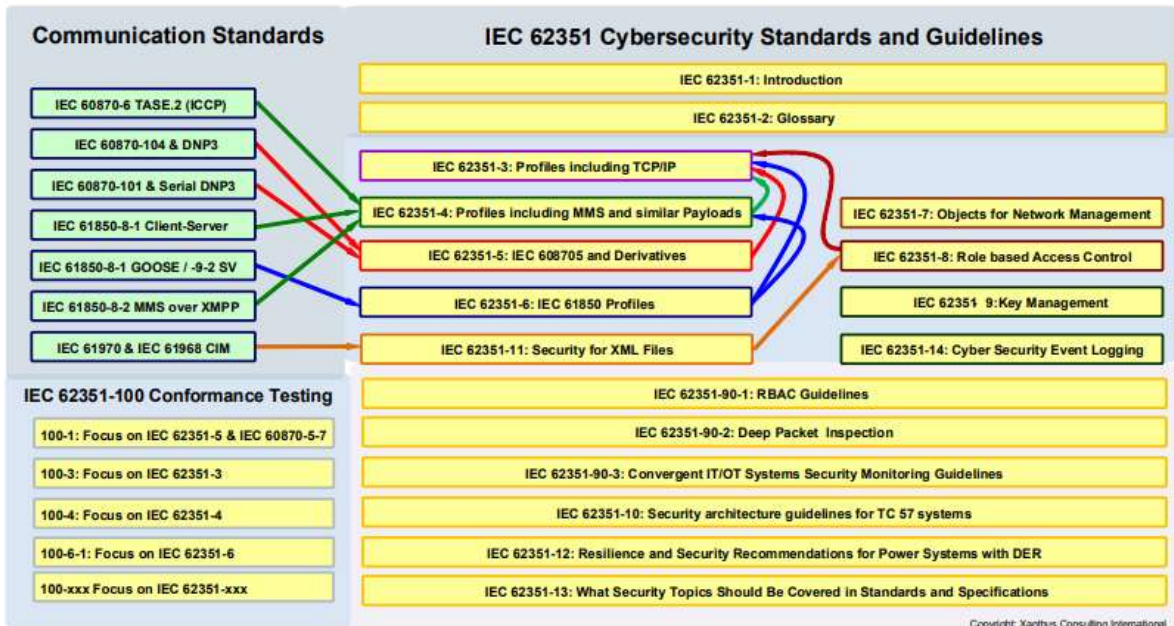


圖 5-12 IEC 62351 架構

需要跨變電所通訊時，其整體之網路與系統管理之相關資安在 IEC 62351-7，

如圖 5-13。

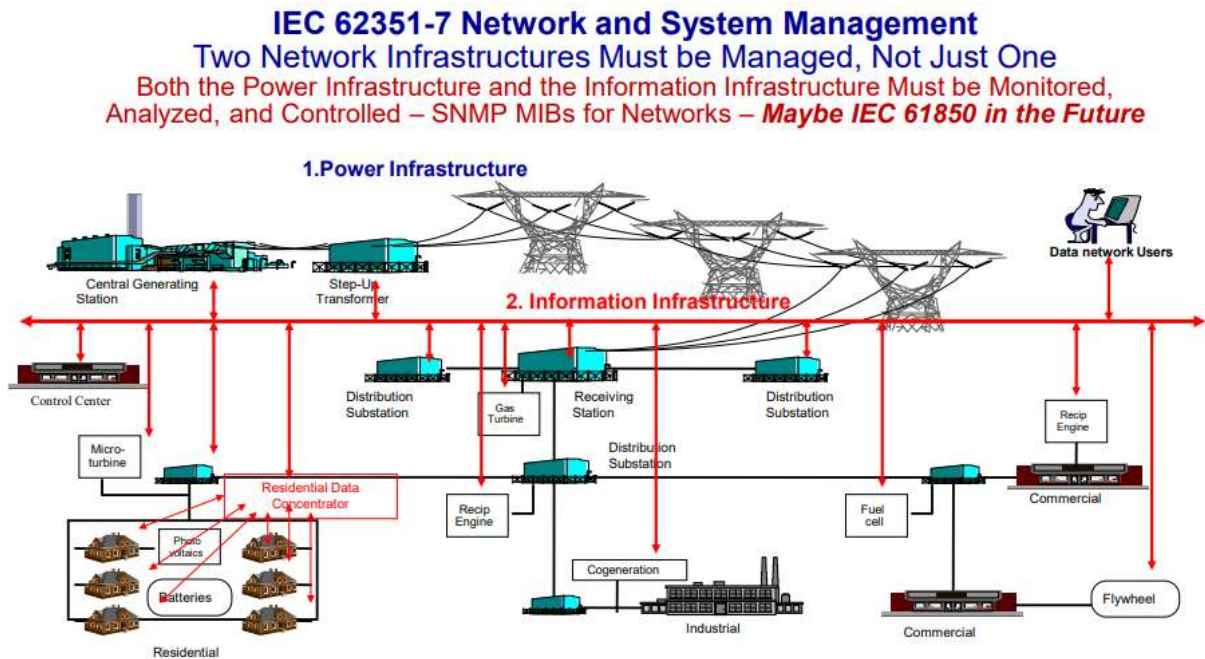


圖 5-13 IEC 62351-7

OT 網路之管理必定有多種不同權限之使用者，其控制權限之管理定義於 IEC 62351-8 RBAC(Role-Based Access Control)，而認證使用者之相關標準於 IEC 62351-9 數位金鑰管理。

參、心得與建議

IEC 61850 week 廣邀國際電業專家討論 IEC 61850 推動現狀與未來發展進程，可增進本公司推廣 IEC 61850 時遭遇困難之解決能力，並了解未來 IEC 61850 發展趨勢，作為規劃與改進本公司相關業務之參考。

本論壇除可瞭解 IEC 61850 國際標準推動情形外，與熟悉 IEC 61850 之設備廠家或系統整合商交流，亦有助於了解國外興建變電所之規劃方式。未來若引進如 SST 等方式進行變電所興建規畫也能提早準備。

最後，此次論壇為線上會議，明年預計於倫敦舉辦實體會議，若現場與電業專家進行 IEC 61850 交流將是非常難得的機會，建議未來公司可派員參加，除了瞭解 IEC 61850 廠家技術與國際標準推動外，亦可以與國外電業公司人員進行交流、學習，以利未來獲取國際相關資源。