

電力物聯網資通訊標準 與資安應用研討會

Anasis Tech Ltd.

Smarter Power Greener Future

儲能系統與區域電網 整合控制應用

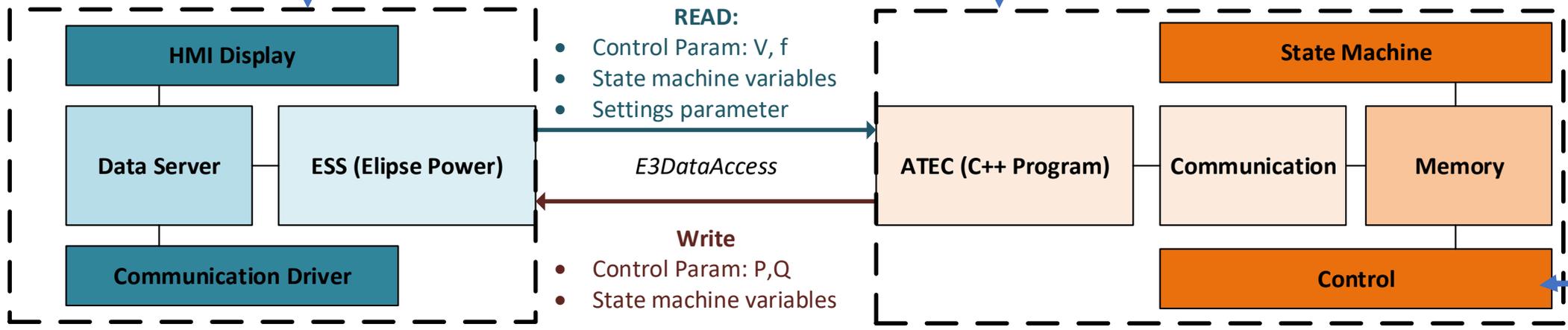


主講人：研發經理 Eric Liu
協同主講人：台科大電機系 楊念哲教授

Team Overview & Integration Example



Integration Example



Laboratory of Advanced Power System Analysis and Design



Professor Nien-Che Yang
楊念哲 教授

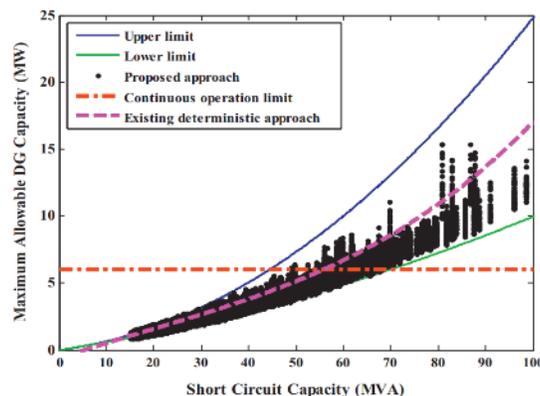


國立臺灣科技大學
NATIONAL TAIWAN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

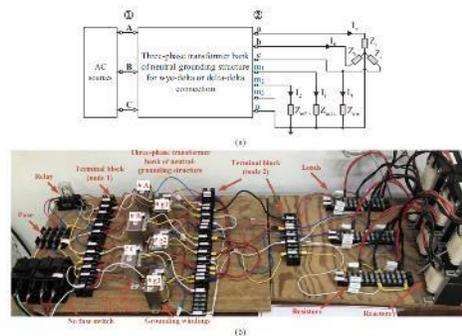
National Taiwan University of Science and Technology
Professor Nien-Che Yang
59 SCI Publications

Research Fields:

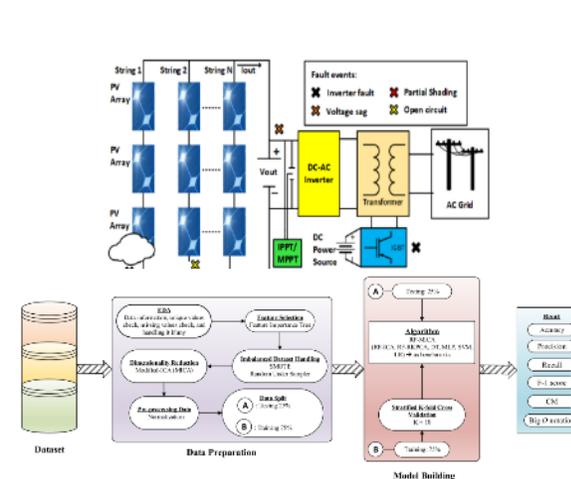
- Power system analysis
- **Distribution system modeling and simulation**
- Smart grid applications
- Optimization algorithms
- Power quality: Harmonic analysis
- **ADMS analysis**
- EV, renewable energy
- Building energy conservation
- Fault analysis



Fast-screening hosting capacity



Novel 3p Transformer Prototype



PV Fault Analysis



Building Energy Conservation





..... 01

台灣儲能系統發展起因

台灣儲能系統發展起因

以國際情勢為出發點



1997 COP3
京都議定書
溫室氣體減量

2015 COP21
巴黎協定
升溫控制1.5°C內

2016 COP22
馬拉喀什行動宣言
2030 永續

2021 COP26
格拉斯哥氣候公約
2050 淨零碳排



- 全球暖化控制於 1.5 °C
- 零碳排
- 能源轉型
- 碳市場交易規則 CBAM



台灣儲能系統發展起因

NZE下對台灣電力系統造成影響

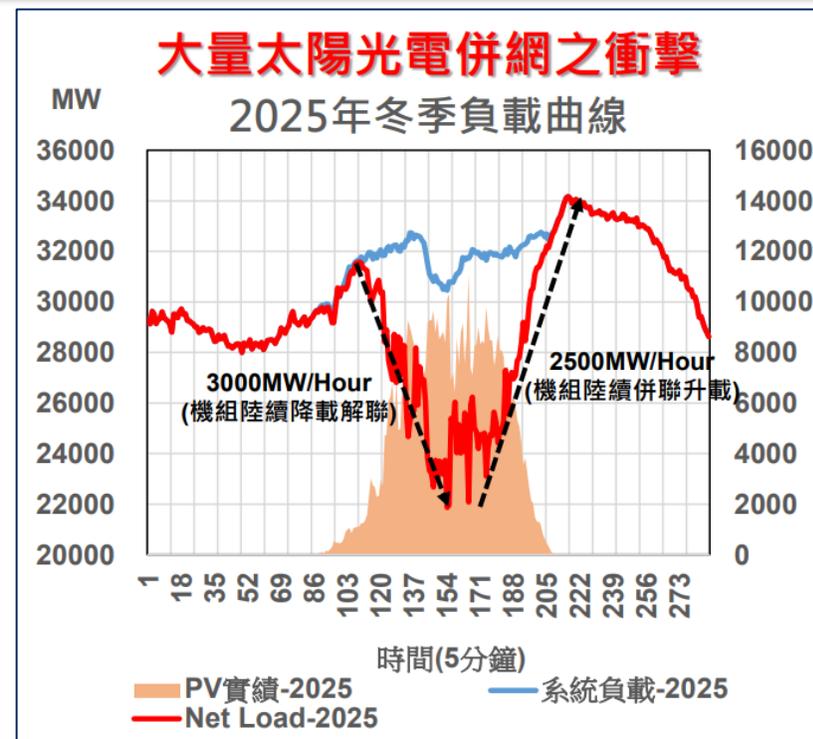
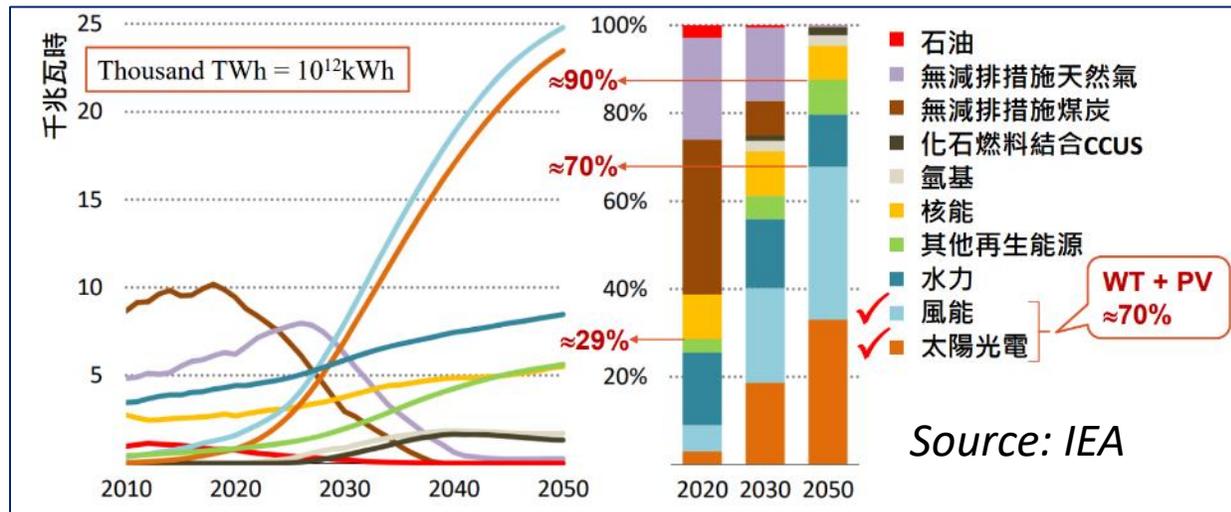


台灣儲能系統發展起因

NZE下對台灣電力系統造成影響



- 再生能源占比提高
 - 2020年: 29%
 - 2050年: 90% (其中風力+太陽光電70%)
- 電力調度難度提升
 - 發電間歇性，依賴氣候
 - 不僅預測負載、更要預測天氣
 - 電力系統慣量減少: 暫態穩定度下降 (i.e., 頻率穩定度)
 - 電壓穩定度下降

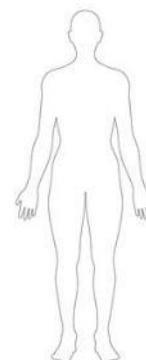


台灣儲能系統發展起因

電力系統穩定度概念



- 頻率 (Frequency) vs. 電壓 (Voltage)
- 頻率過低會發生什麼事?

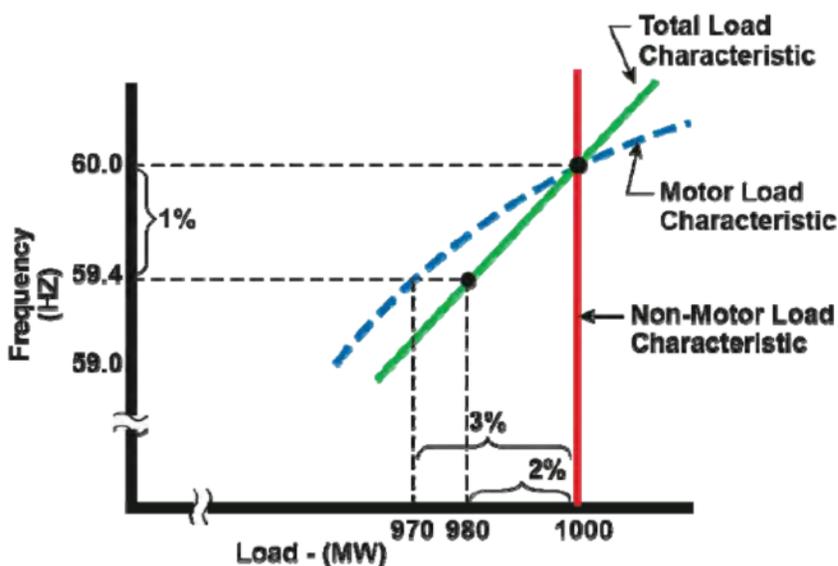


心跳：頻率全身一樣



血壓：區域性

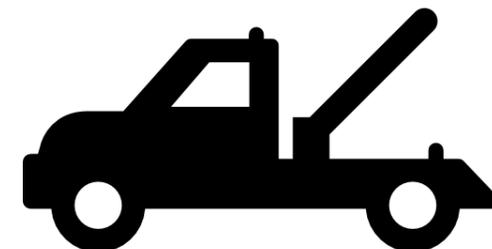
頻率不穩定對電力系統之影響



$$P_M = \sqrt{3}VI \cos(\theta) = \omega_m \cdot \tau_m$$

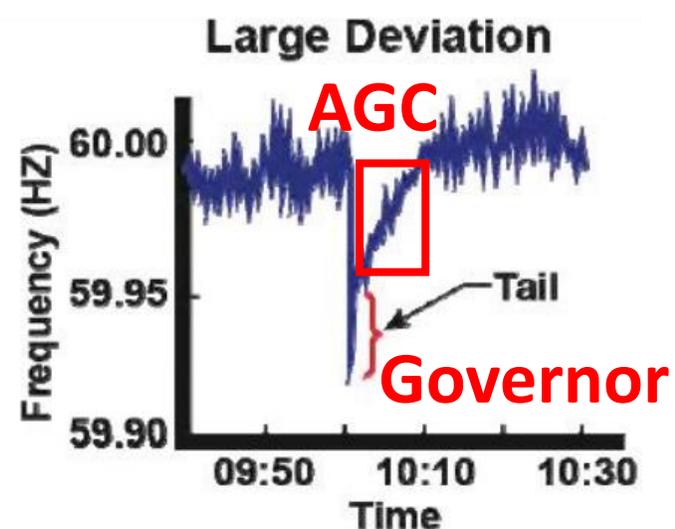
- 頻率減少1%，馬達負載少3%載量
- 供需需隨時達到平衡
 - 供：發電端
 - 需：用電端
- 若不平衡？Tow truck analogy
 - 拖車前進速度->轉速->頻率
 - 拖載物品重量->負載
 - 拖車馬力->發電量

$$P_S + \Delta P_S = P_D + \Delta P_D$$

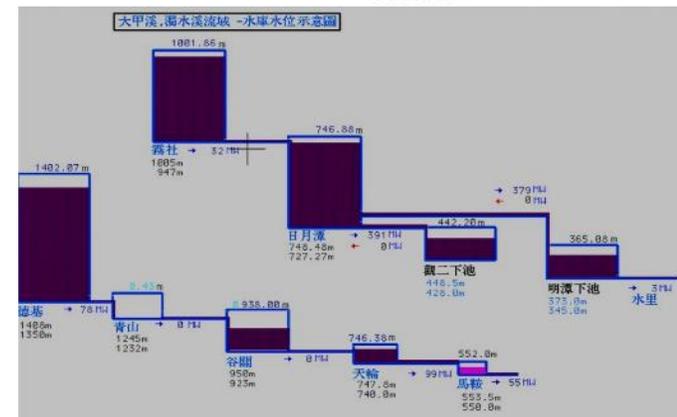


台灣儲能系統發展起因

台灣電力系統調節頻率



- 傳統機組 (i.e., 燃煤) 調頻方式: (動能 -> 電能)
 - Governor Control: 地區性，快速
 - AGC (Automatic Generation Control)：區域性調度
- 水力抽蓄機組: (位能 <-> 動能 <-> 電能)
 - 大觀二廠(4部)、明潭(6部)。共10部機組，合計: 2602 MW
 - 反應時間快，30分鐘內可由抽蓄2500MW轉至發電2500MW
 - 全台灣最大的儲能系統是水力系統
- 儲能系統 (電芯化學能 <-> 電能)
 - 電力電子架構
 - 反應快速
 - 民間參與輔助服務 (電力市場架構)



台灣儲能系統發展起因

小結



- 供給端:
 - 綠色發電
- 需求端:
 - 能源轉型，盡可能電氣化
- 電網(電力系統):
 - 數位化: 資安、通訊協議制定
 - 智慧化: 新型電網運作模式創造多元商業模式



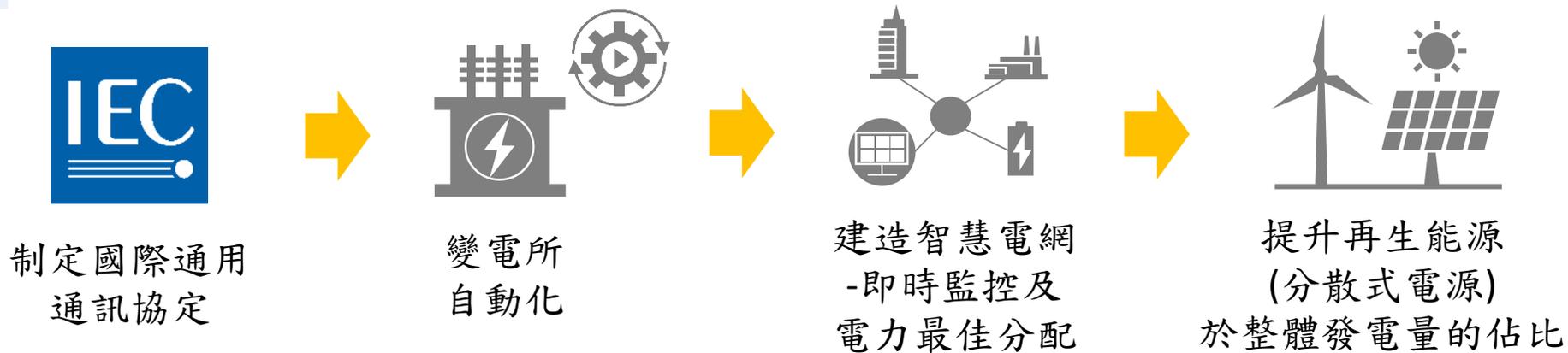


02

IEC 61850 結合儲能系統架構

IEC 61850 結合儲能系統架構

IEC 61850 ED2 簡介



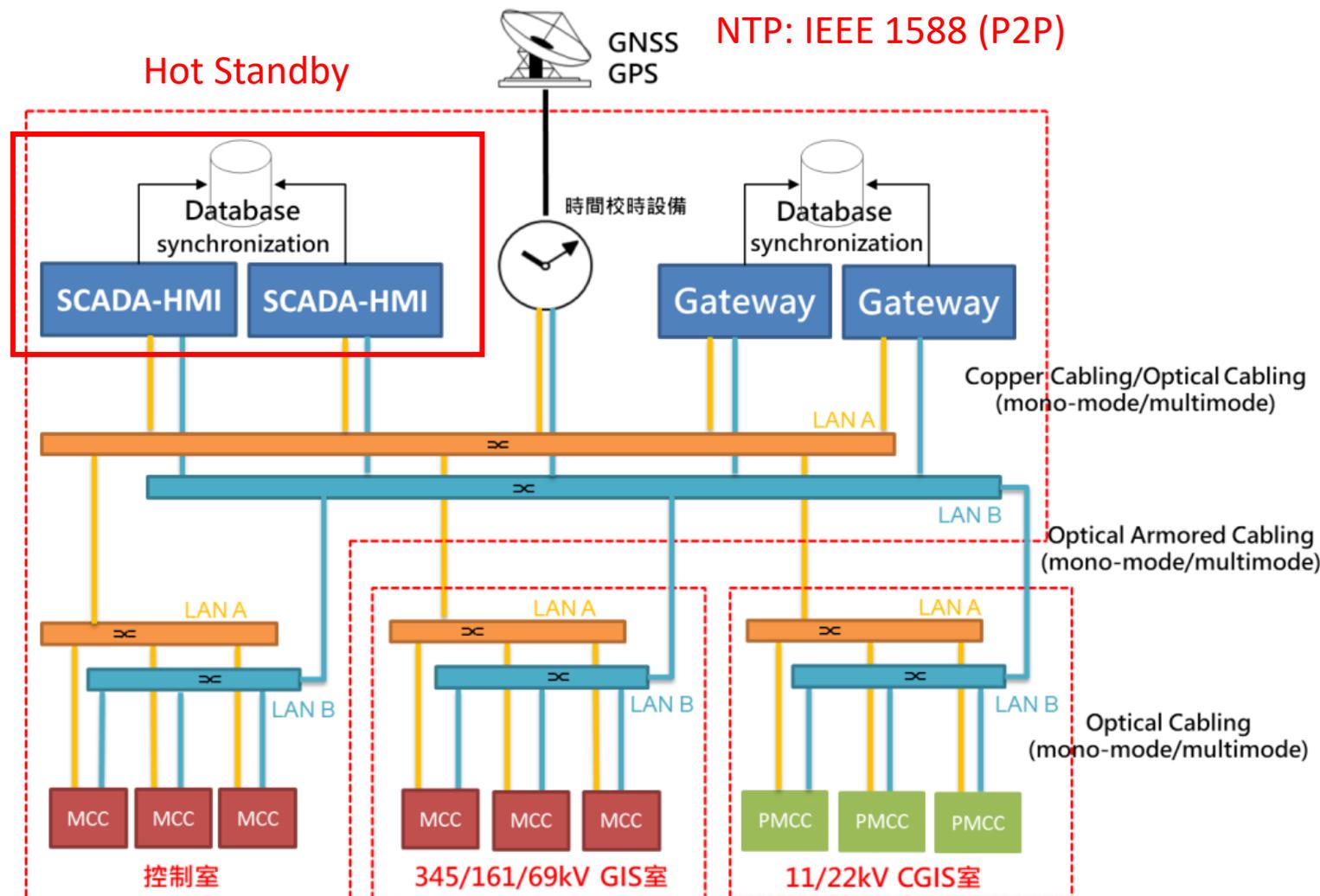
- IEC 61850電力自動化標準由IEC國際電工委員會制定，於2004年發表第一版(Ed1)，全名為變電所內的網路和系統通訊協定，定義了變電所自動化功能模型、數據格式及配置語言等，提供變電站內不同廠家設備之互操作功能，範圍僅限於變電所內。
- 2011年發表**第二版(Ed2)**，使用範圍由變電所內延伸至變電所間、變電所對控制中心以及各式再生能源併網需求等。

IEC 61850 結合儲能系統架構

一般台電變電所控制範圍

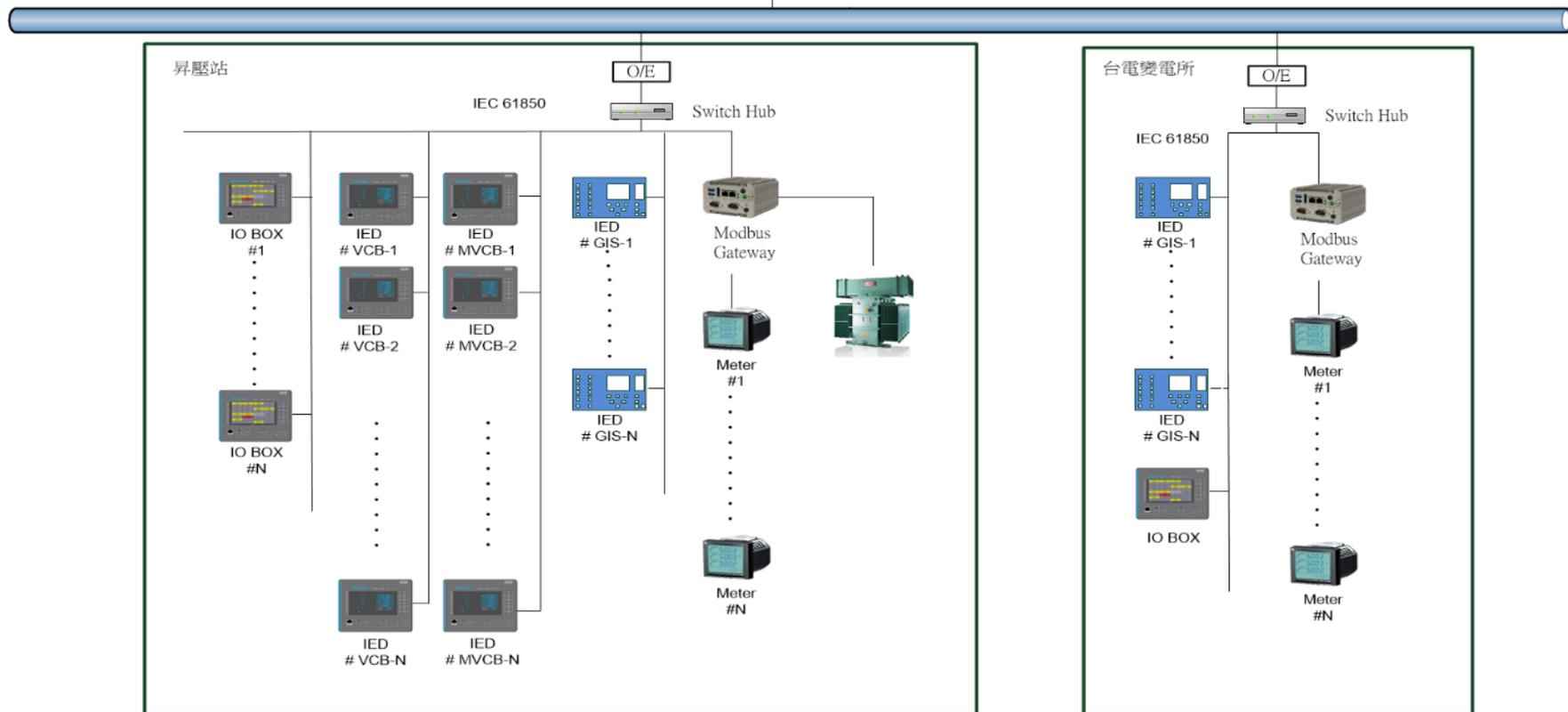
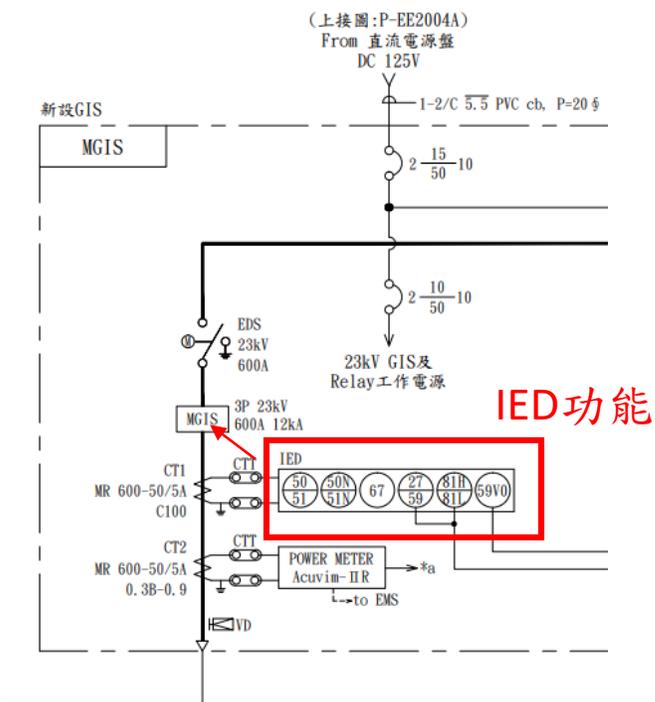
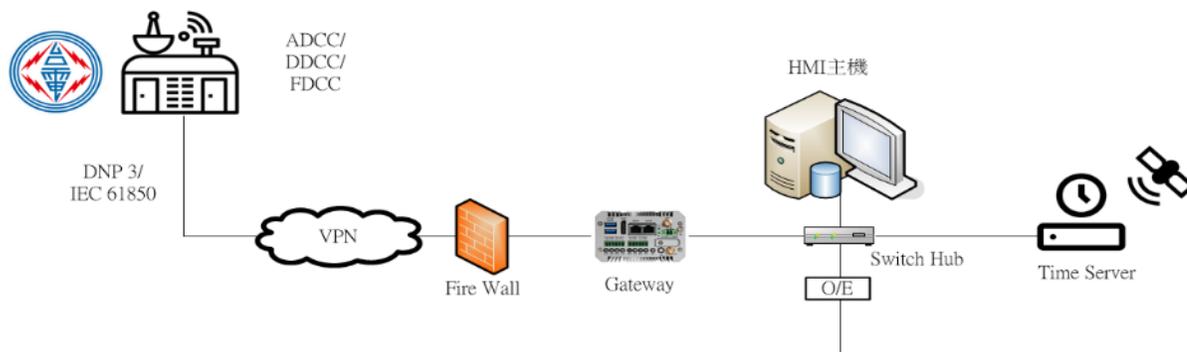


- TCP/IP 高速網路通訊
- SOE (Sequence of Event)
- GOOSE: IED 間資料互通通訊，避免應接線
- PRP 架構/ HSR 架構，對應設備需要支援該功能
 - IED、IO Box、HMI電腦、Gateway
- 網路交換器需通過 IEC 61850-3 認證之設備



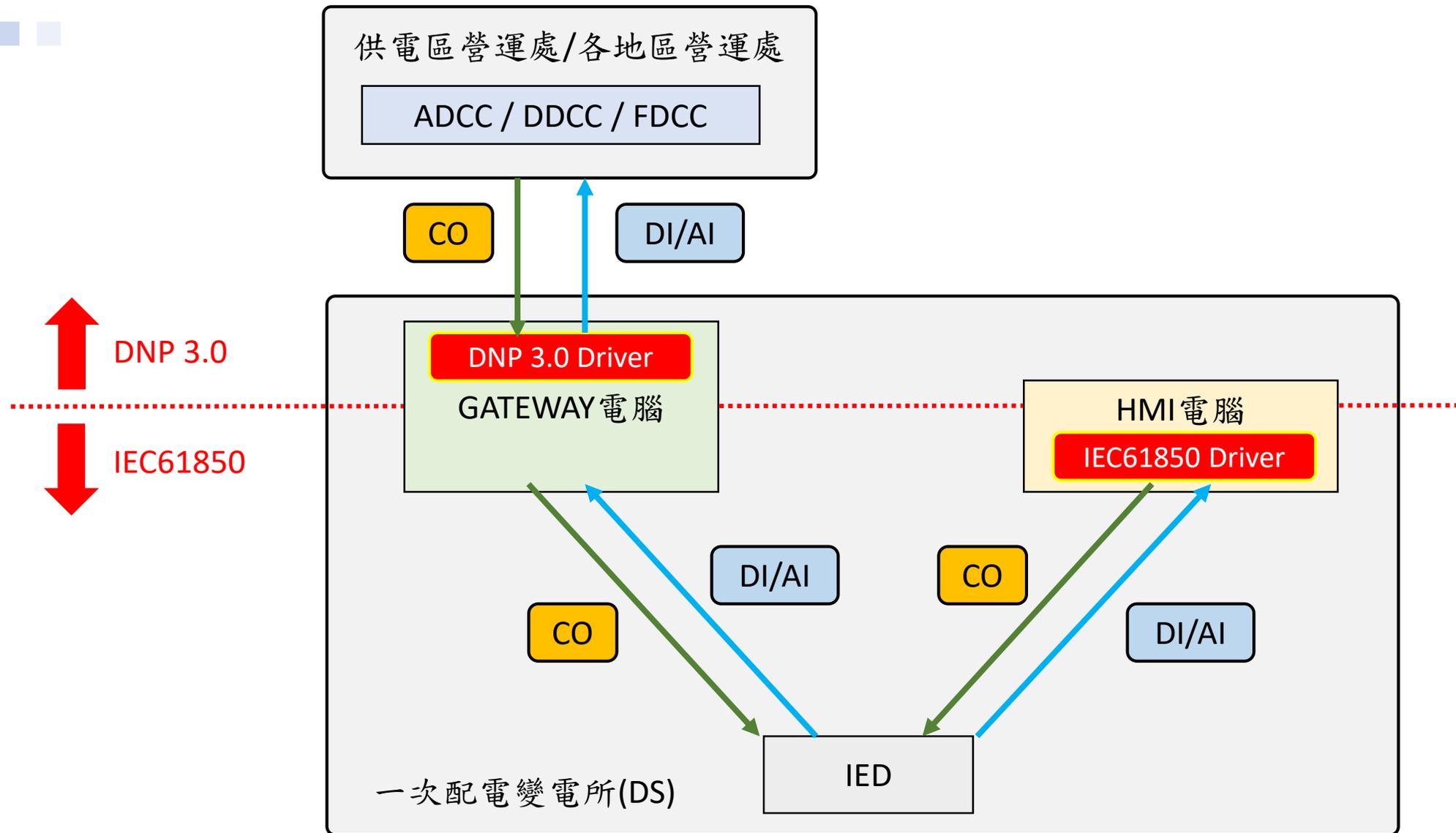
IEC 61850 結合儲能系統架構

一般台電變電所控制範圍



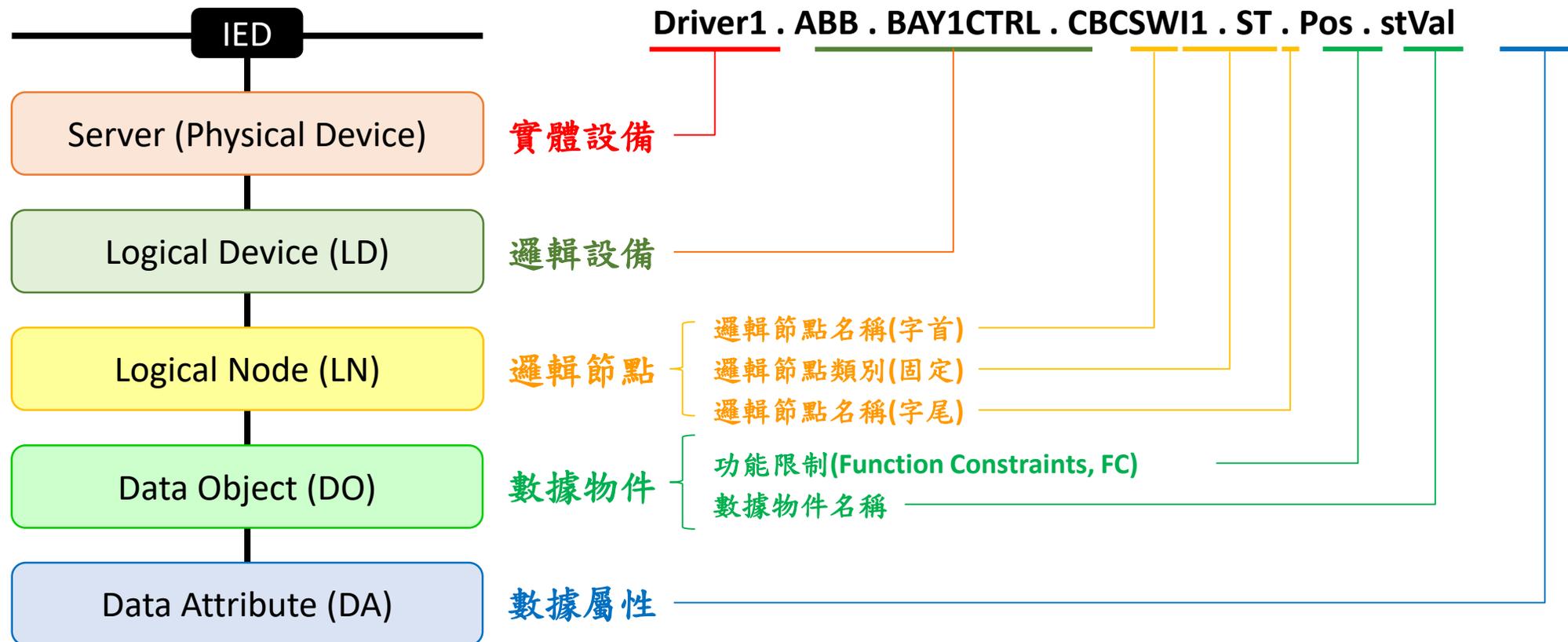
IEC 61850 結合儲能系統架構

Gateway & HMI電腦差別



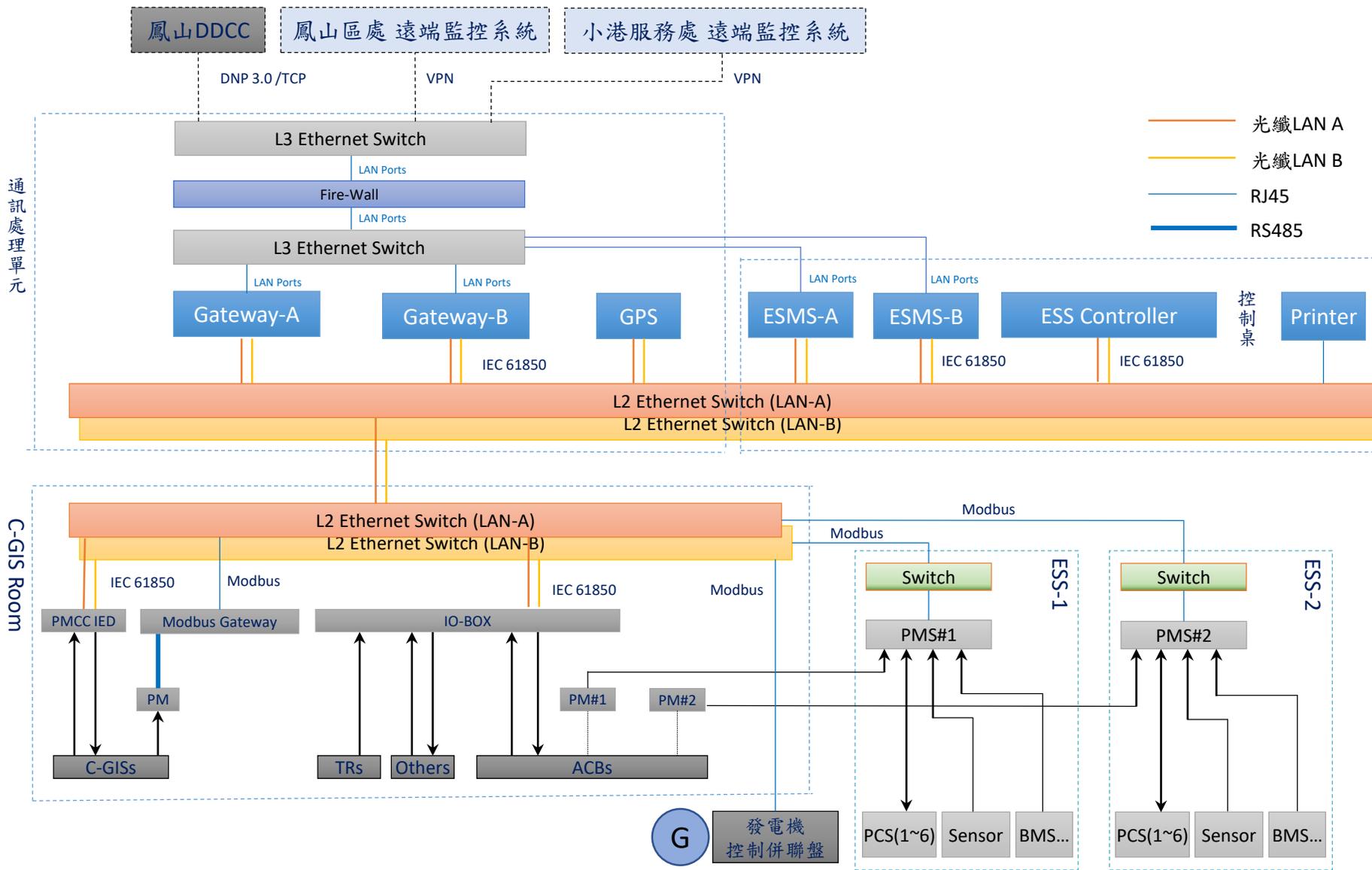
IEC 61850 結合儲能系統架構

IEC 61850 資料格式



IEC 61850 結合儲能系統架構

台電儲能變電所專案之通訊架構



- 既有元件比較
- 新增元件及控制
- L2 vs. L3
- Remote Console

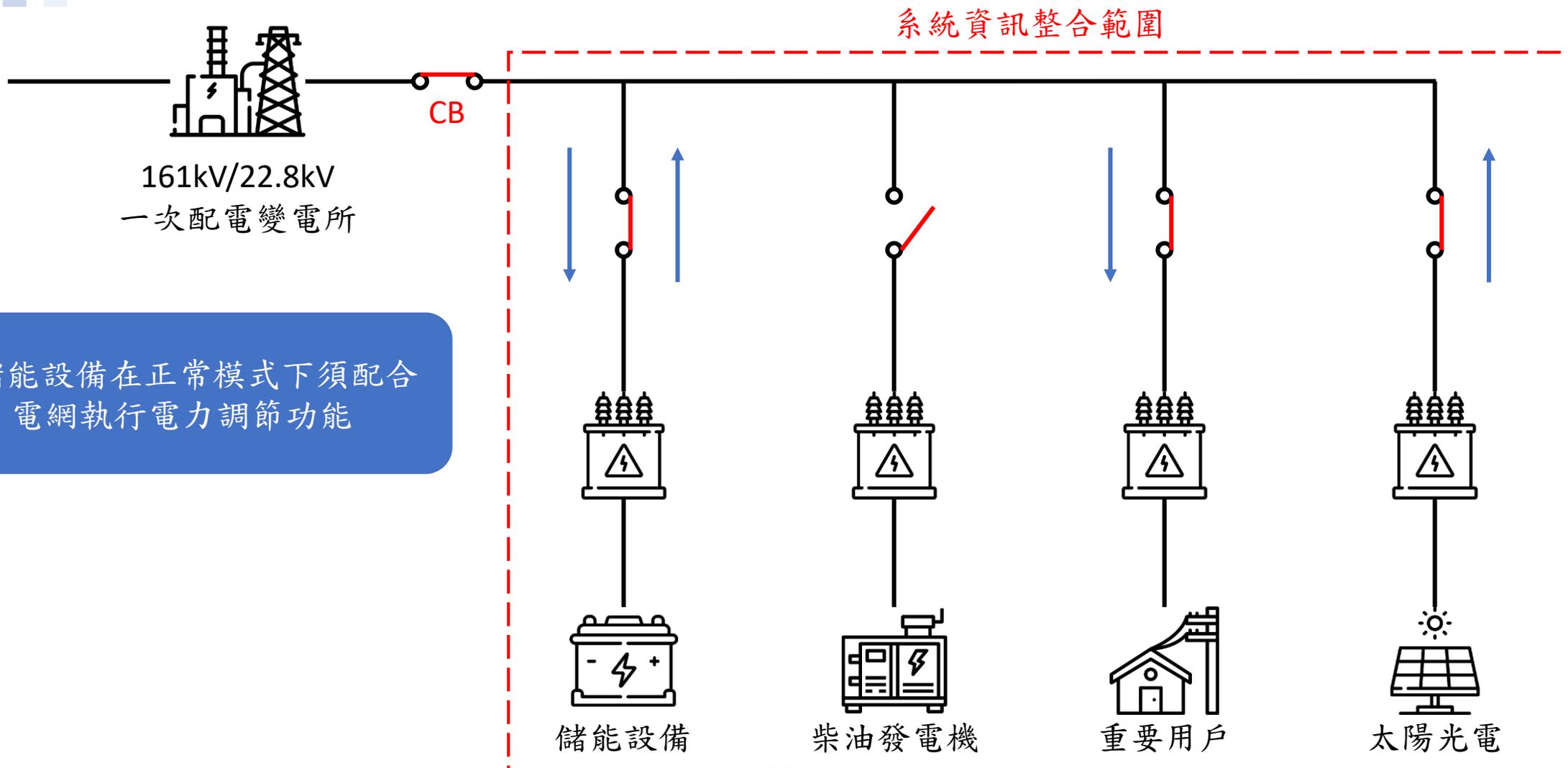


..... 03

台電儲能變電所專案分享

儲能變電所專案分享

背景&系統架構



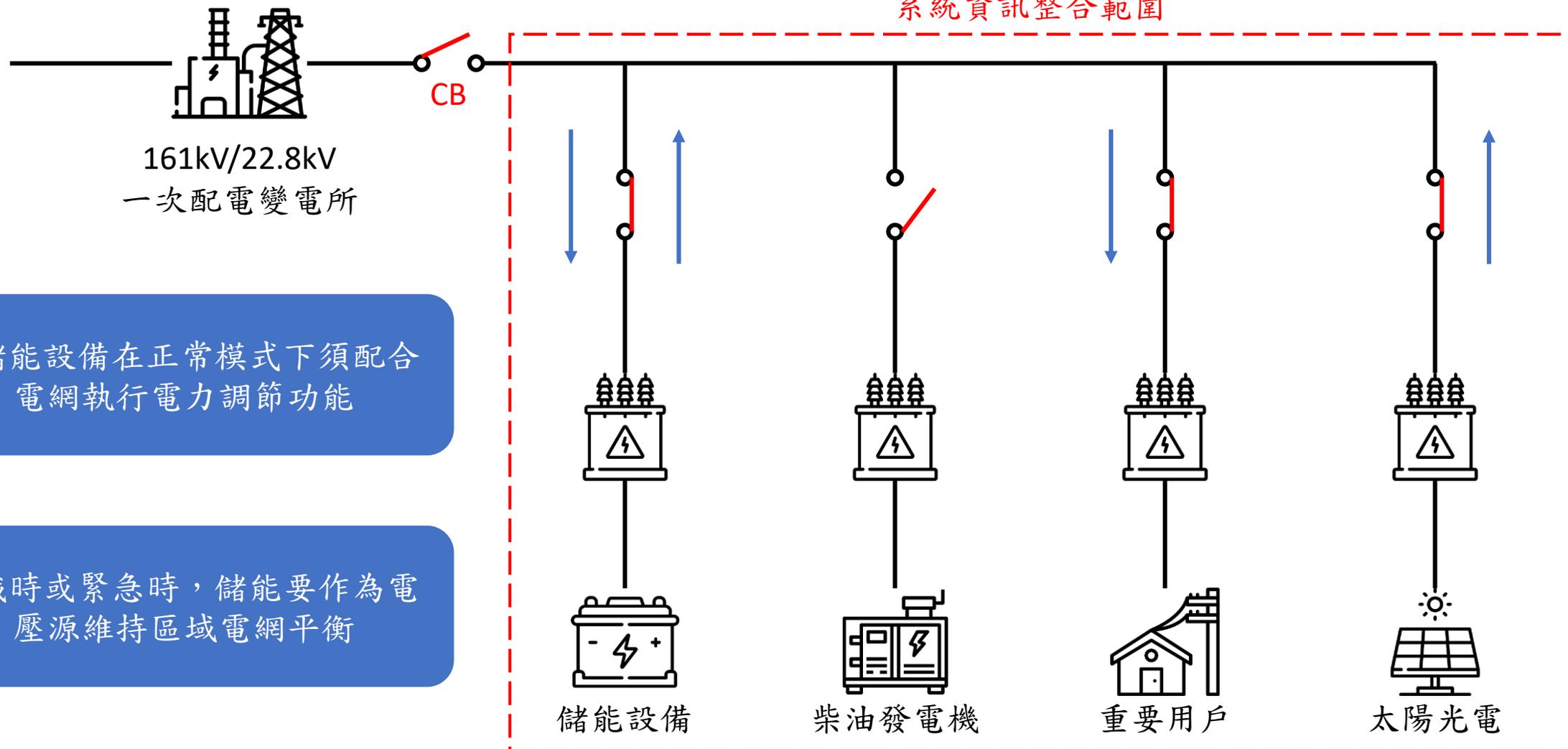
1. 儲能設備在正常模式下須配合電網執行電力調節功能

儲能變電所專案分享

背景&系統架構



系統資訊整合範圍



1. 儲能設備在正常模式下須配合電網執行電力調節功能

2. 戰時或緊急時，儲能要作為電壓源維持區域電網平衡

儲能變電所專案分享

背景&系統架構



- 額定功率/額定電量：2MW/2MWh
- 電流源模式
- 電壓源模式(虛擬同步機)

儲能設備



機組容量：500 kW
功率因數：0.8
功能：同步併聯

柴油發電機



裝置容量

- #1：1934 kW
- #2：933 kW
- #3：230 kW
- #4：432 kW

重要用戶



裝置容量峰值功率

- #1：120.4 kWp
- #2：817.73 kWp
- #3：198.77 kWp

太陽光電

儲能變電所專案分享

儲能系統規格簡介



- 利佳興業 20呎整合式儲能貨櫃 * 2
- 單櫃容量: 1 MW
- 支援併網模式 (電流源 CC mode)
- 支援離網模式 (電壓源 CV mode)



• 電池模組



• 電力轉換系統 PCS



• 控制器

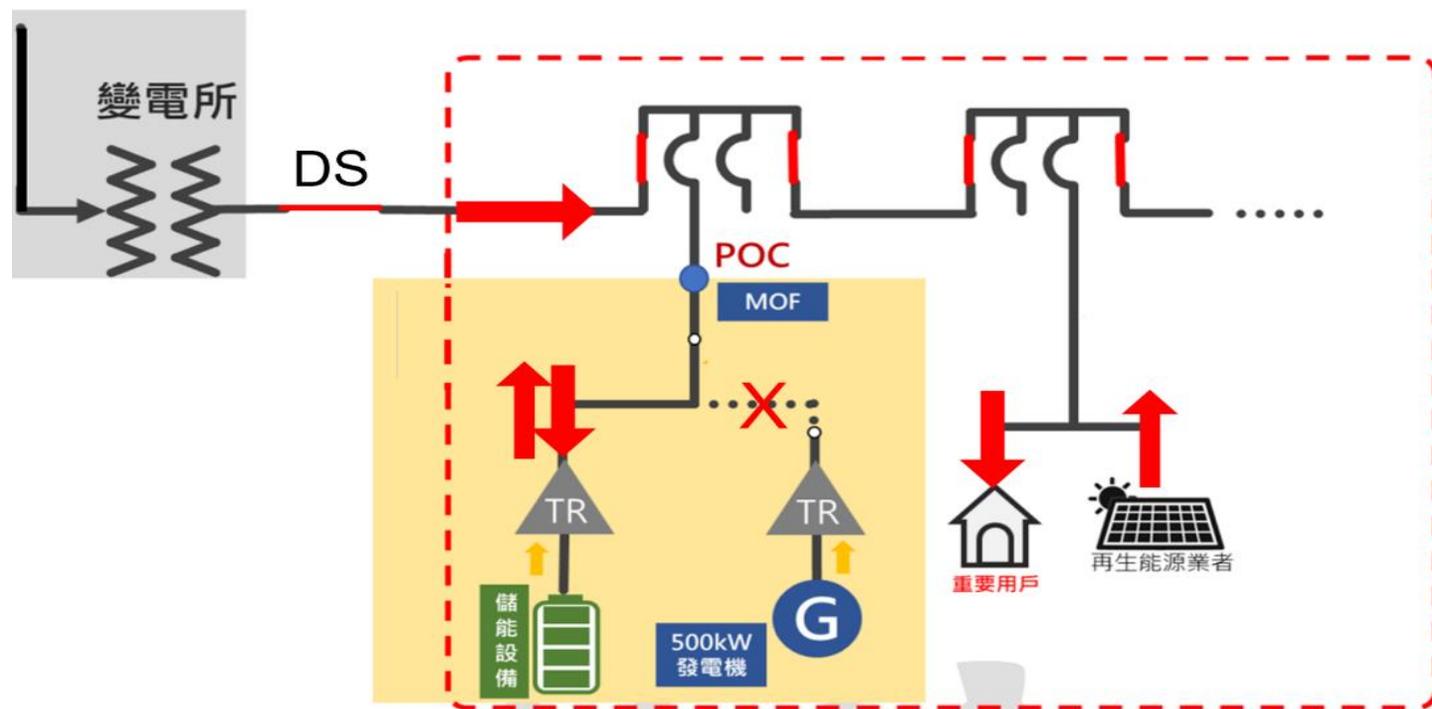
儲能變電所專案分享

儲能系統運作模式



電網控制目的：
維持區域電網之電壓及頻率穩定度

(光+儲)控制策略：
供電(台電+PV ±ESS)=用電



儲能變電所專案分享

儲能系統運作模式

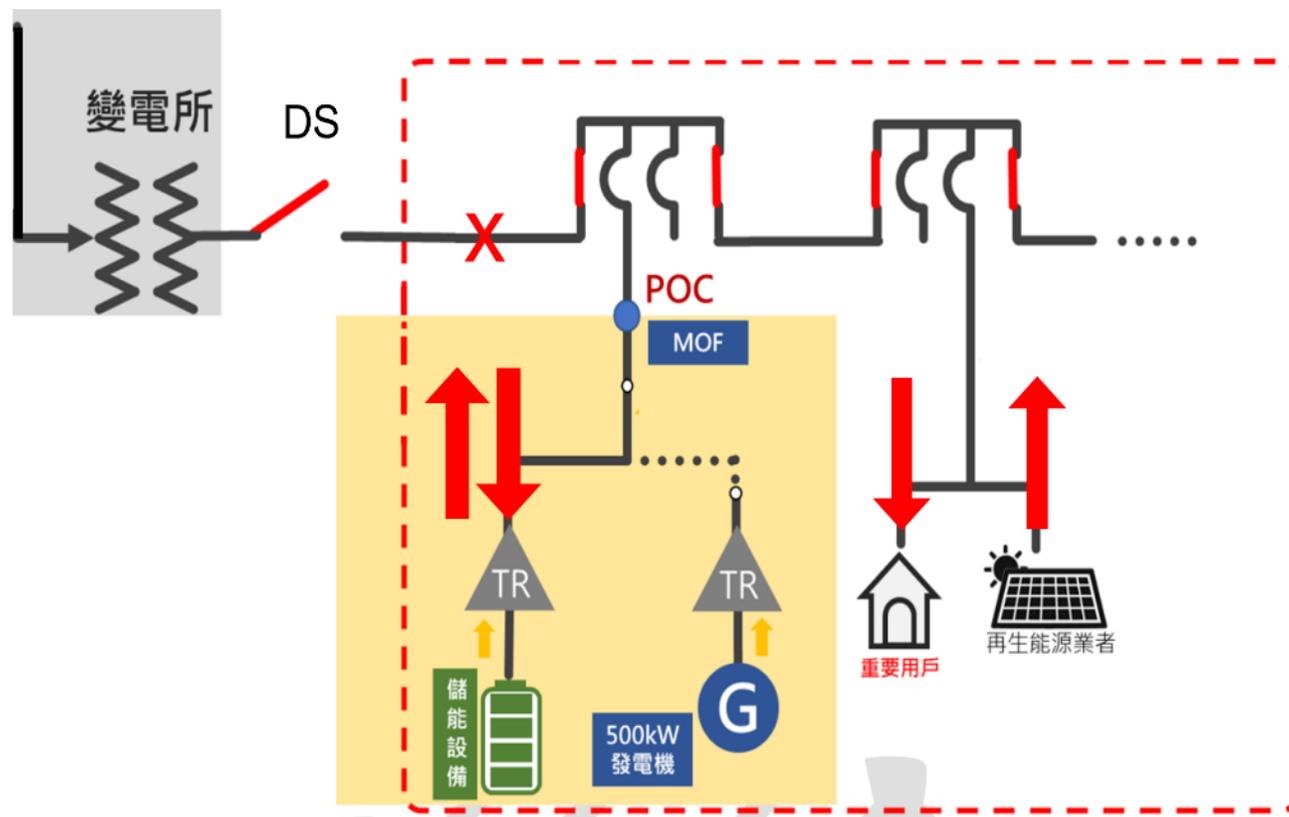


情境(1):

日照充足時，由PV供應全部負載；
不足時，ESS配合區域電網需求，
進行充/放電。

電網控制策略：

1. PV供電=區域負載+ESS充電
2. PV+ESS放電=區域負載



儲能變電所專案分享

儲能系統運作模式

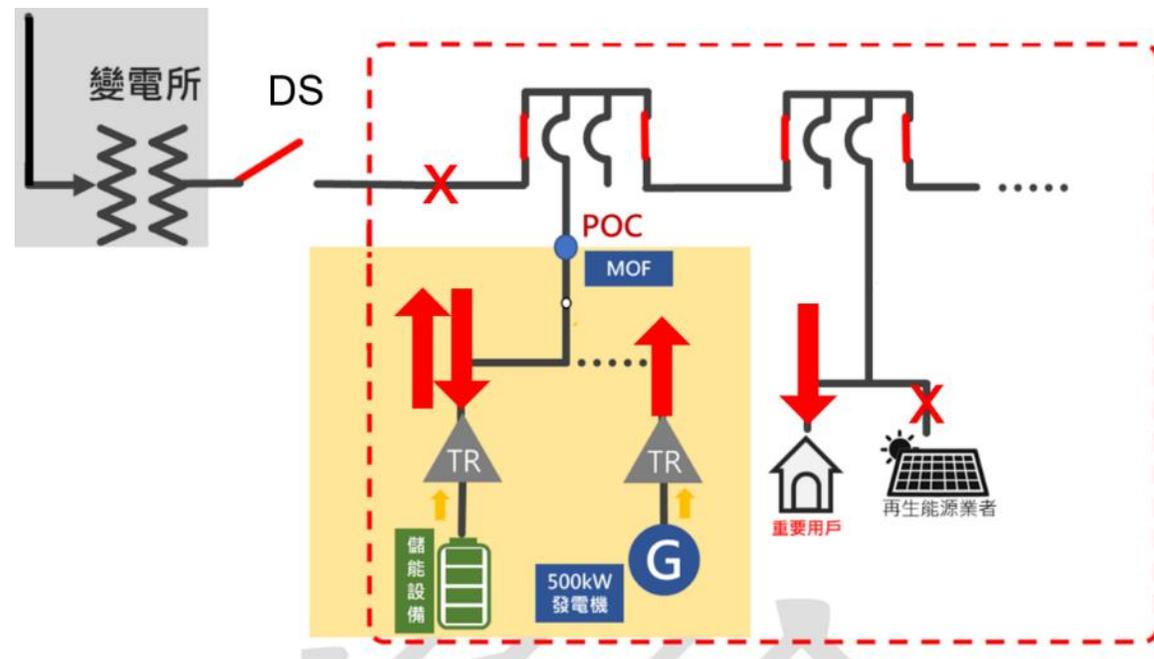


情境(2):

日照不足或夜間，ESS補充供電；當ESS(SOC)低於設定值，系統啟動發電機對儲能系統充電。

電網控制策略：

- 1.ESS供電=區域電網內負載
- 2.發電機供電=區域內負載



儲能變電所專案分享

儲能系統運作模式

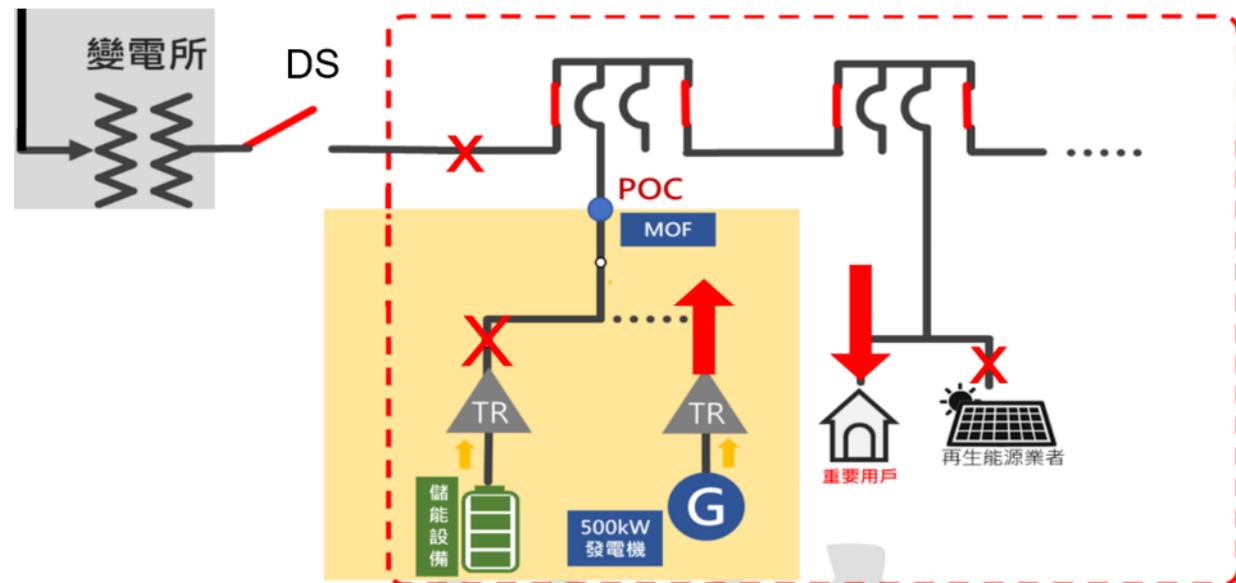


情境(3):

PV及ESS皆異常無法運作時，啟動柴油發電機供應負載。

電網控制策略：

發電機供電=區域電網內負載

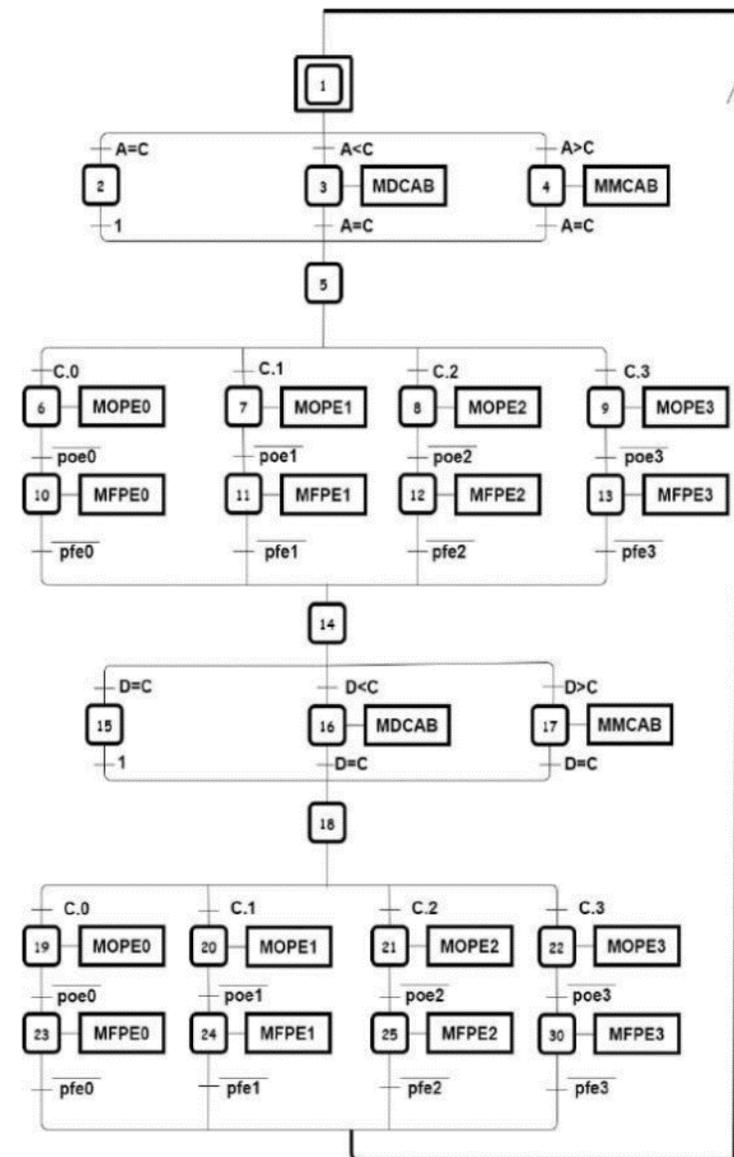


儲能變電所專案分享

儲能系統控制模式管理



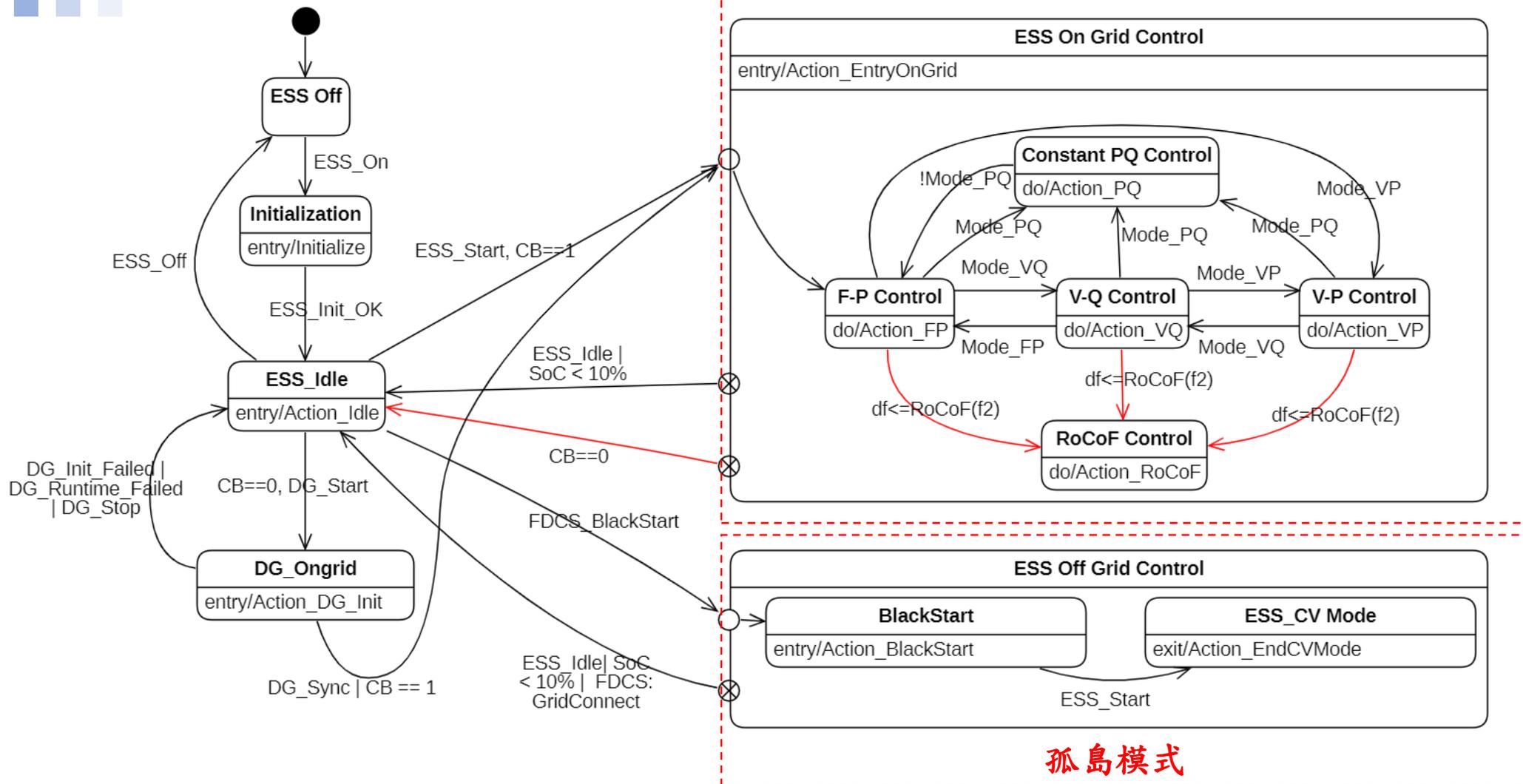
- **GRAphe Fonctionnel de Commande Etapes / Transitions**
- **Elements:**
 - Steps
 - Transitions
 - Actions
 - Convergence / divergence
- 用於自動化、微處理器控制邏輯
- 適用於本專案之控制架構



Example: GRAFCET of a elevator logic system

儲能變電所專案分享

儲能系統控制模式管理



併網模式

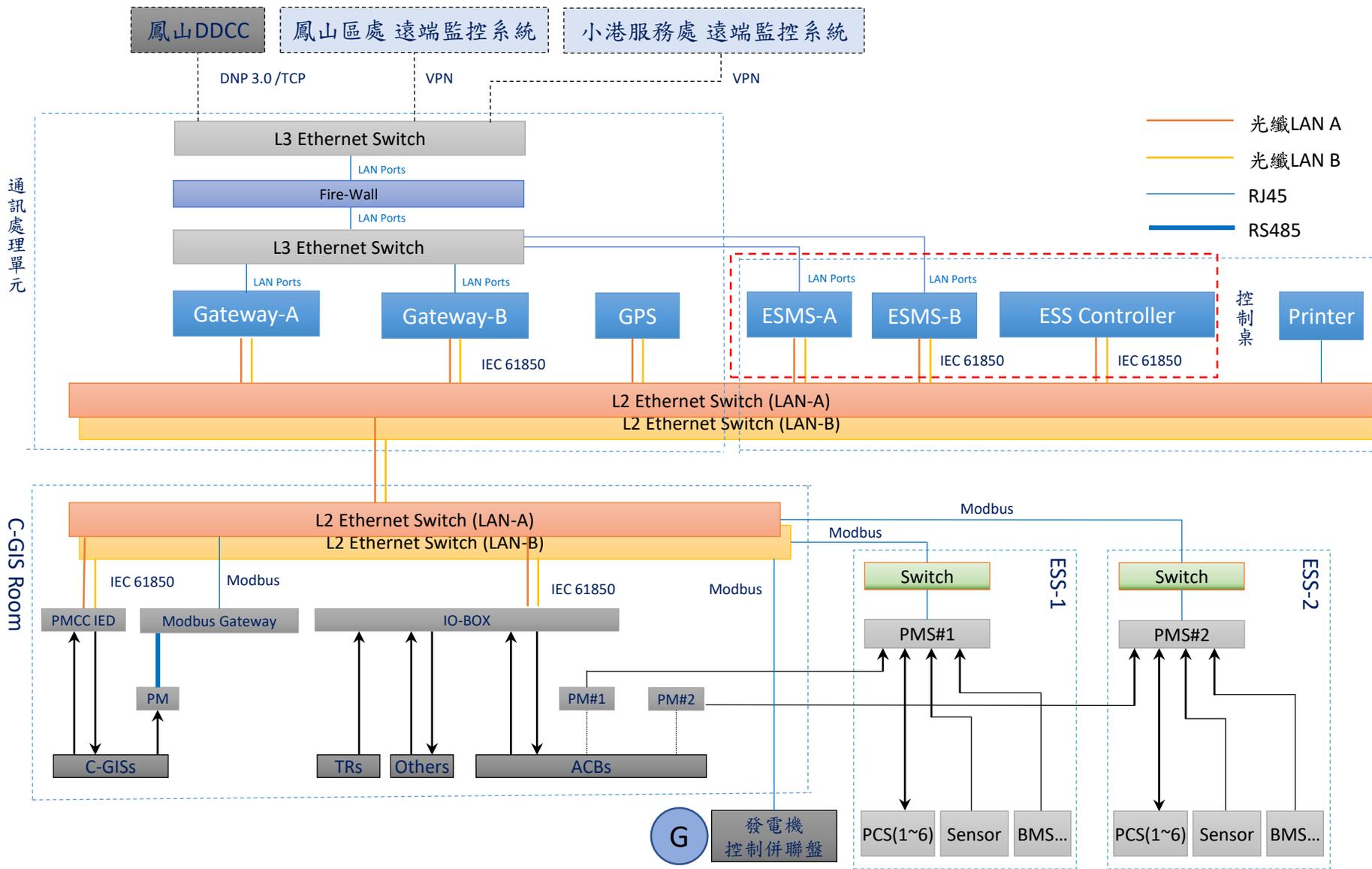
孤島模式

儲能變電所專案分享

台電儲能變電所專案之通訊架構



ESMS vs. ESS Controller ?

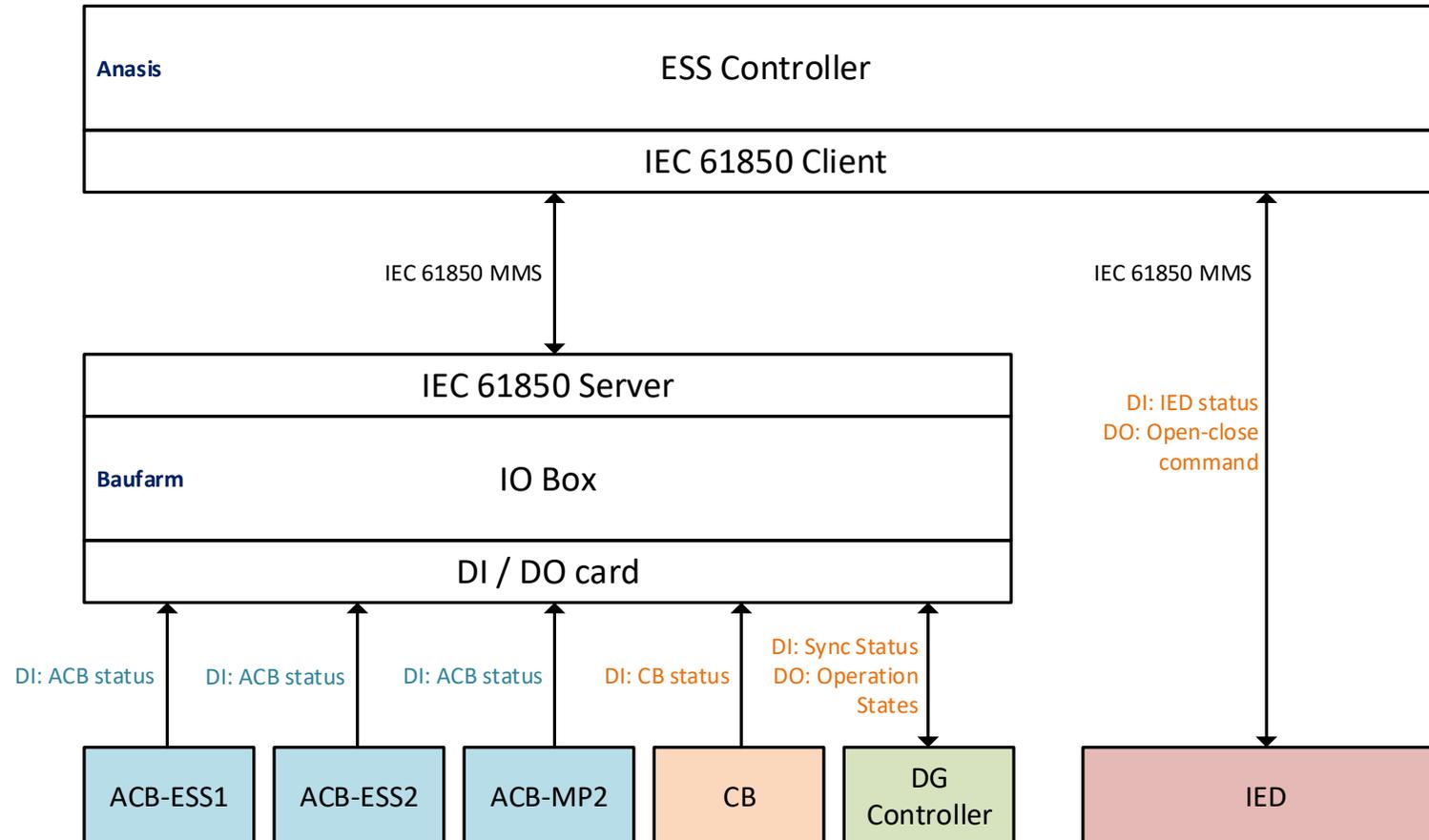


儲能變電所專案分享

通訊控制架構



- 儲能設備、電表等設備皆使用Modbus TCP/IP 通訊
- IED、IO Box、乾接點(柴油發電機並聯盤)等設備則使用IEC 61850 MMS通訊

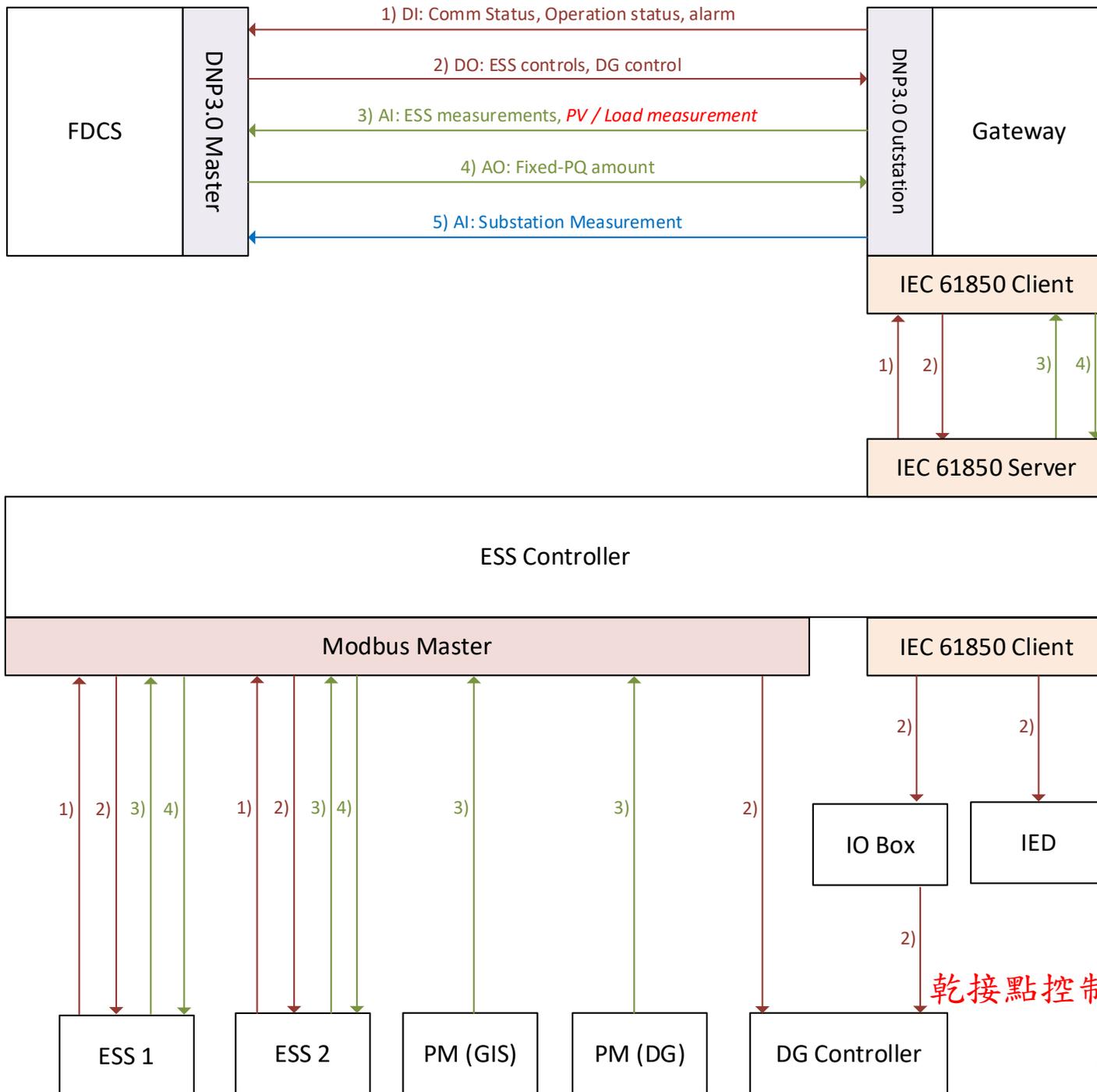


儲能變電所專案分享

通訊控制架構

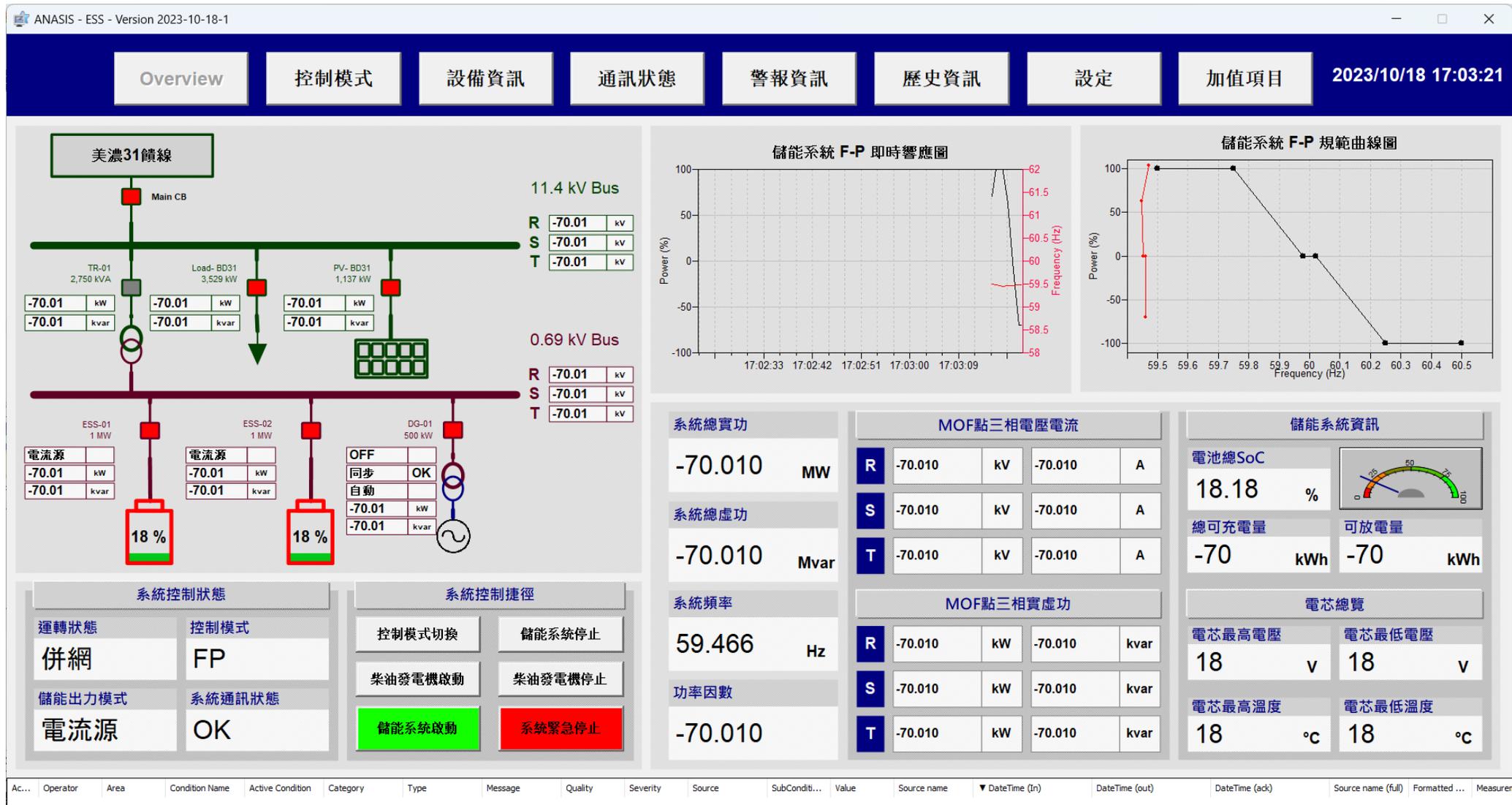


- FDCS: 台電端
- DI: 通訊狀態、儲能系統運轉狀態、警報
- DO: 儲能系統控制、柴油發電機控制
- AI: ESS 量測值、PV/負載量測值
- AO: ESS輸出值
- ACC: 變電所累積電量



儲能變電所專案分享

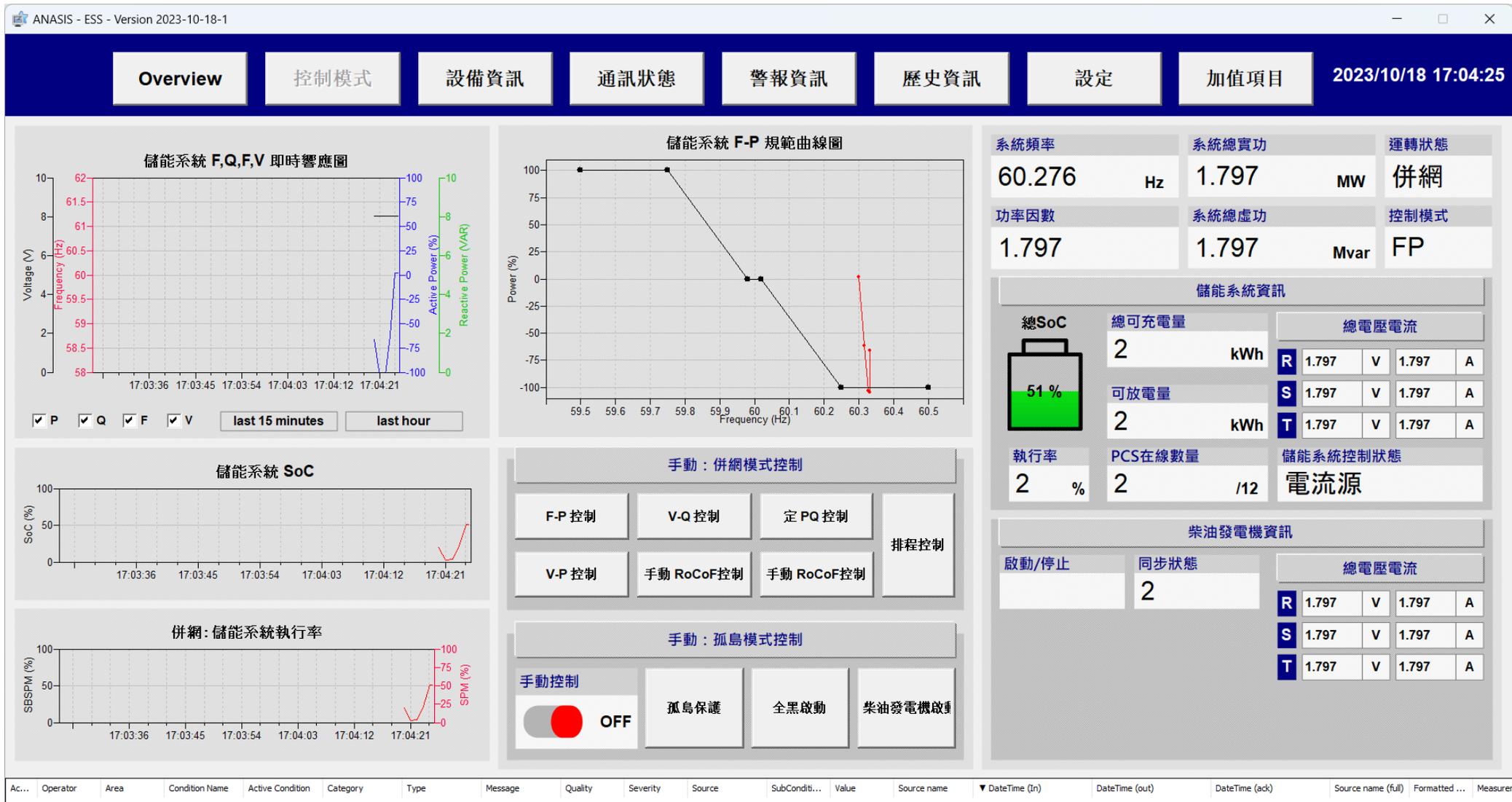
通訊控制架構



Ac...	Operator	Area	Condition Name	Active Condition	Category	Type	Message	Quality	Severity	Source	SubCondi...	Value	Source name	▼DateTime (In)	DateTime (out)	DateTime (ack)	Source name (full)	Formatted ...	Measurem
-------	----------	------	----------------	------------------	----------	------	---------	---------	----------	--------	-------------	-------	-------------	----------------	----------------	----------------	--------------------	---------------	----------

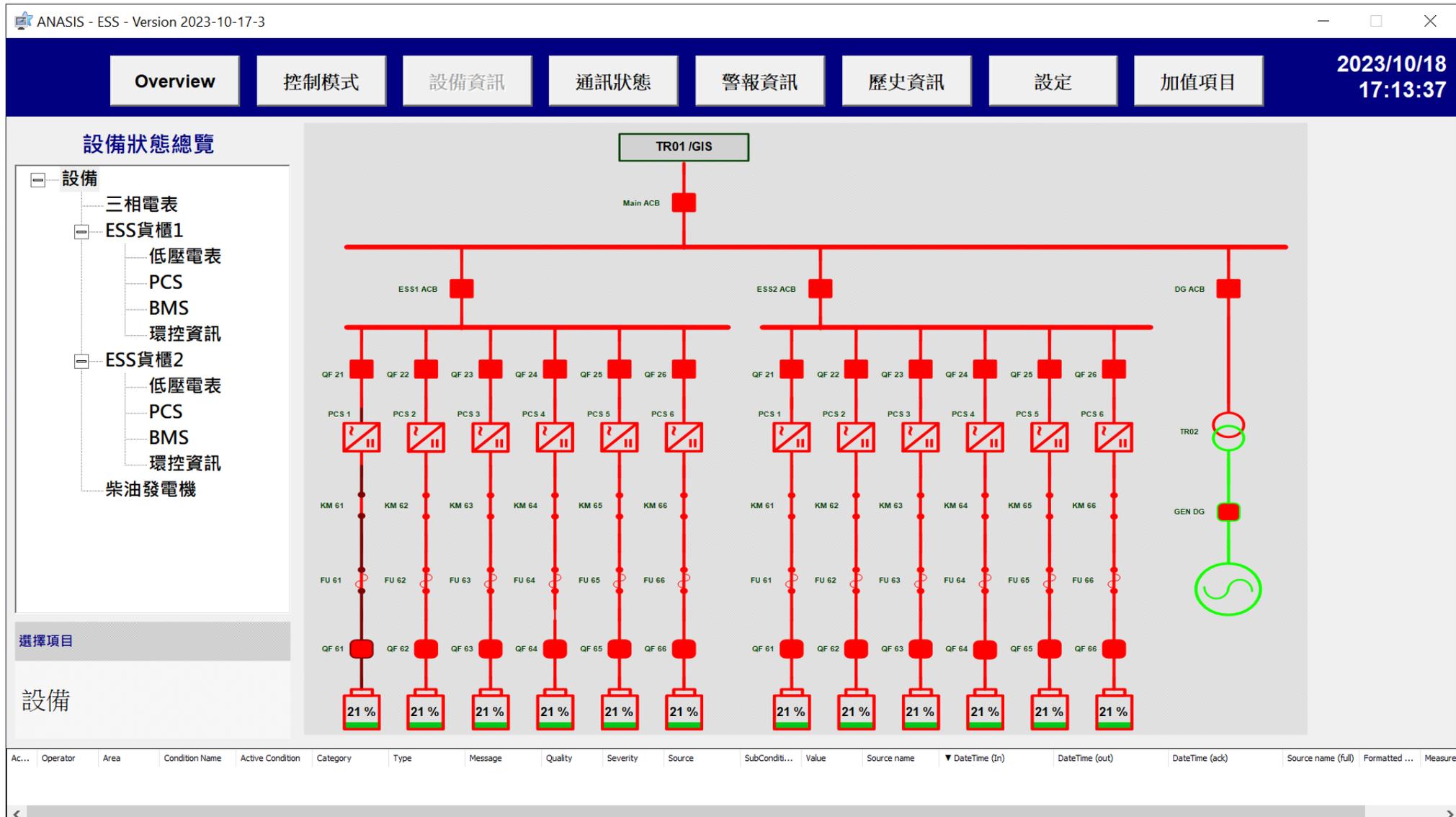
儲能變電所專案分享

通訊控制架構



儲能變電所專案分享

通訊控制架構



儲能變電所專案分享

系統整合架構圖

實際案場電力設備



重點：

- 1. 案場資料轉為IEC61850，資安及分析準確度有保障。
- 2. 分析決策研究若有成果，可做為日後台電儲能規範之標準，取得先機。

接收案場資訊

傳送控制指令

電網控制器



雙向 IEC 61850 通訊

能源管理系統



分析用資訊 & 控制參數

尖端電力系統分析與設計實驗室

電力系統強度估測	電力潮流解析
微電網控制邏輯	系統控制參數

與案場無直接關聯性，但可影響控制策略以及優化效能

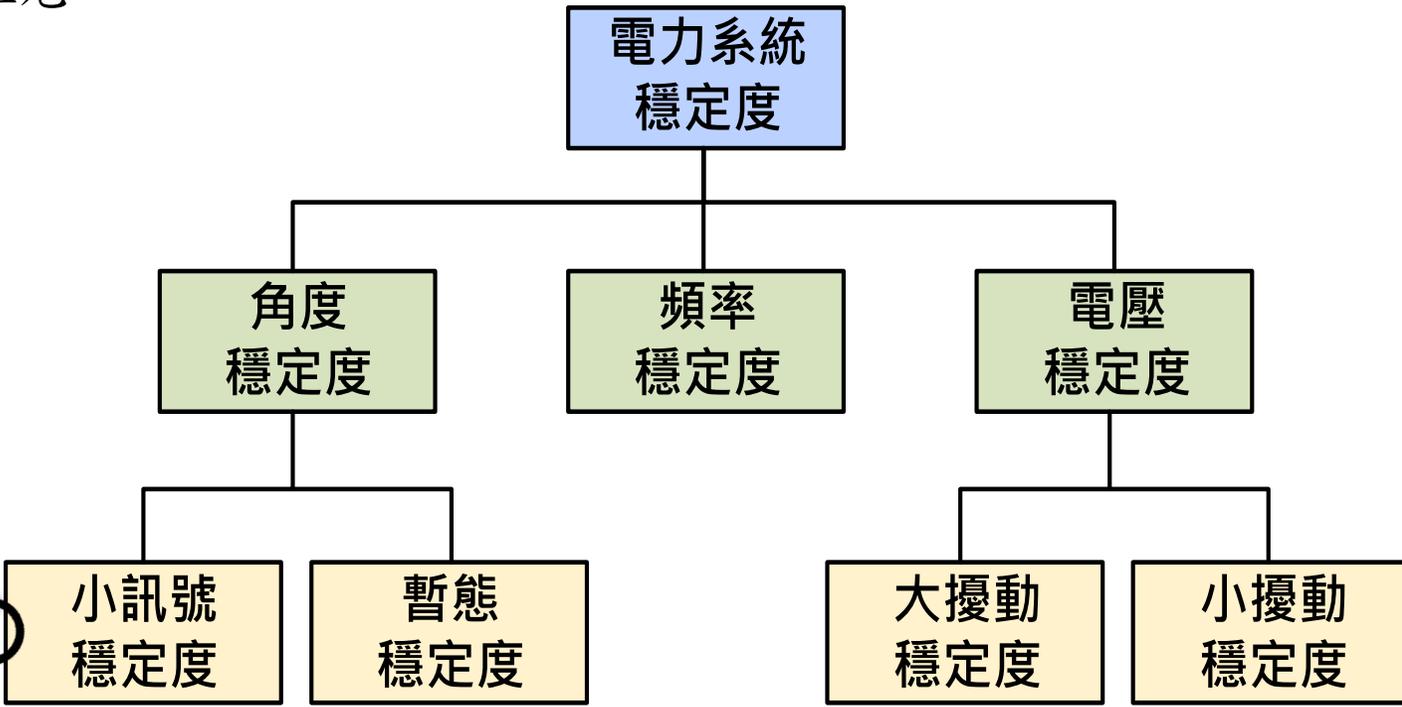
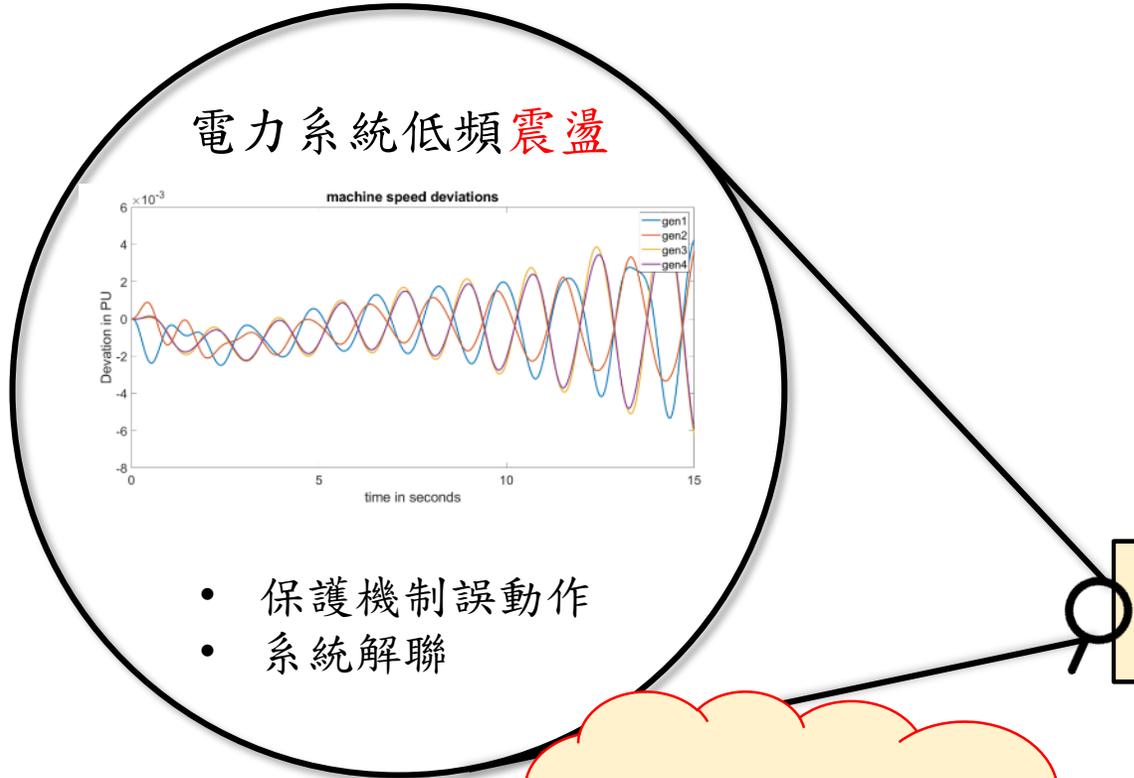


儲能變電所專案分享

可延伸之應用架構



電力系統穩定度、儲能系統與電力系統阻尼



即時估測 & 出力提供阻尼



Anasis Tech Ltd.

Smarter Power Greener Future

簡報完畢
敬請指教

Thanks!

