MicroGrid

Presented

by

Shi-lin Chen

Professor, Chung Yuan Christian University

Professor Emeritus, National Tsing Hua University

CERTS MicroGrid

- Static Switch

1. Autonomously island the microgrid from disturbances
2. Synchronization of microgrid with a transient free operation
3. Seamlessly balance the power on the islanded mircogrid

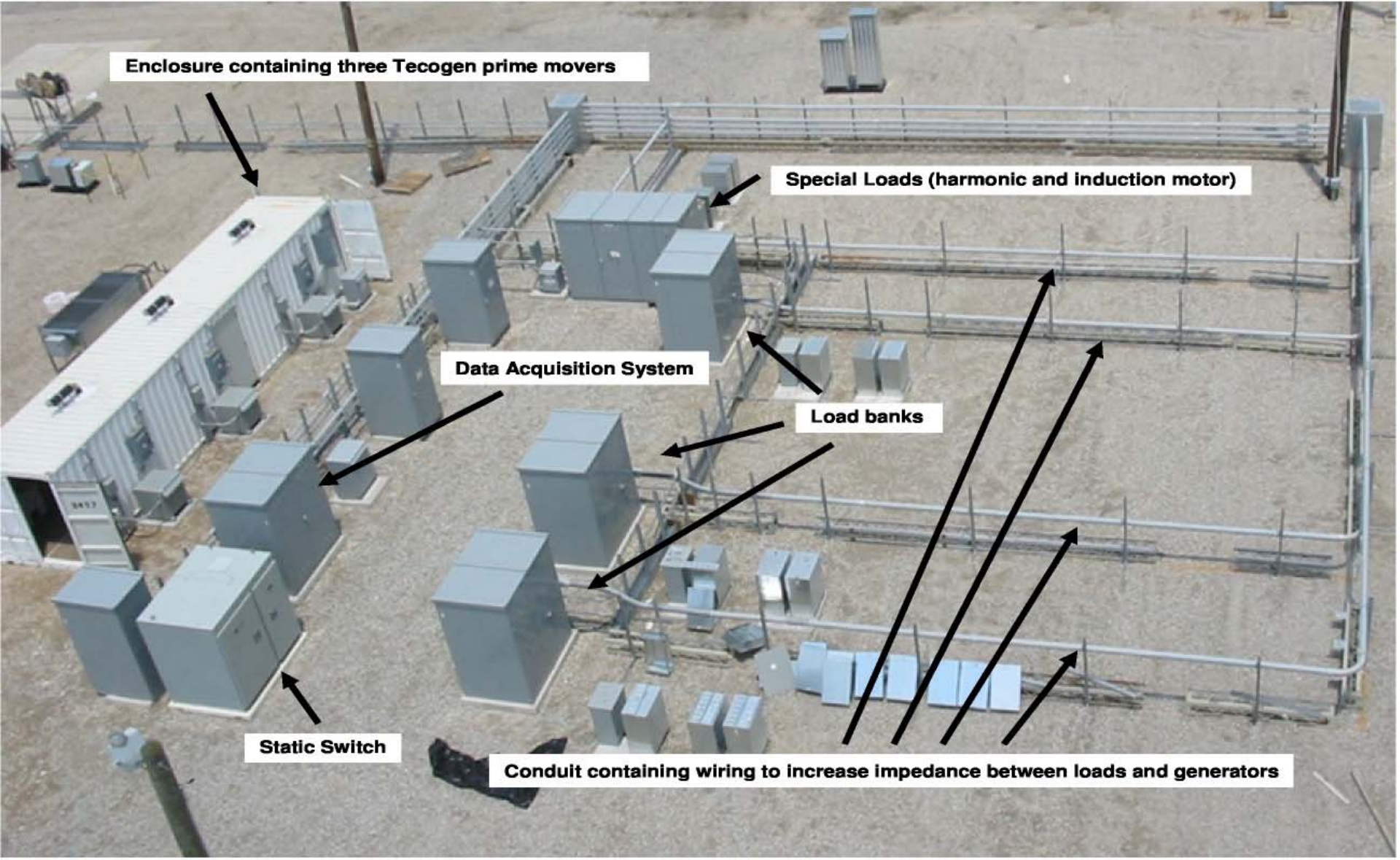
- Peer to Peer

➢ No Components, such as a master controller or central storage unit that is critical for operation of the microgrid

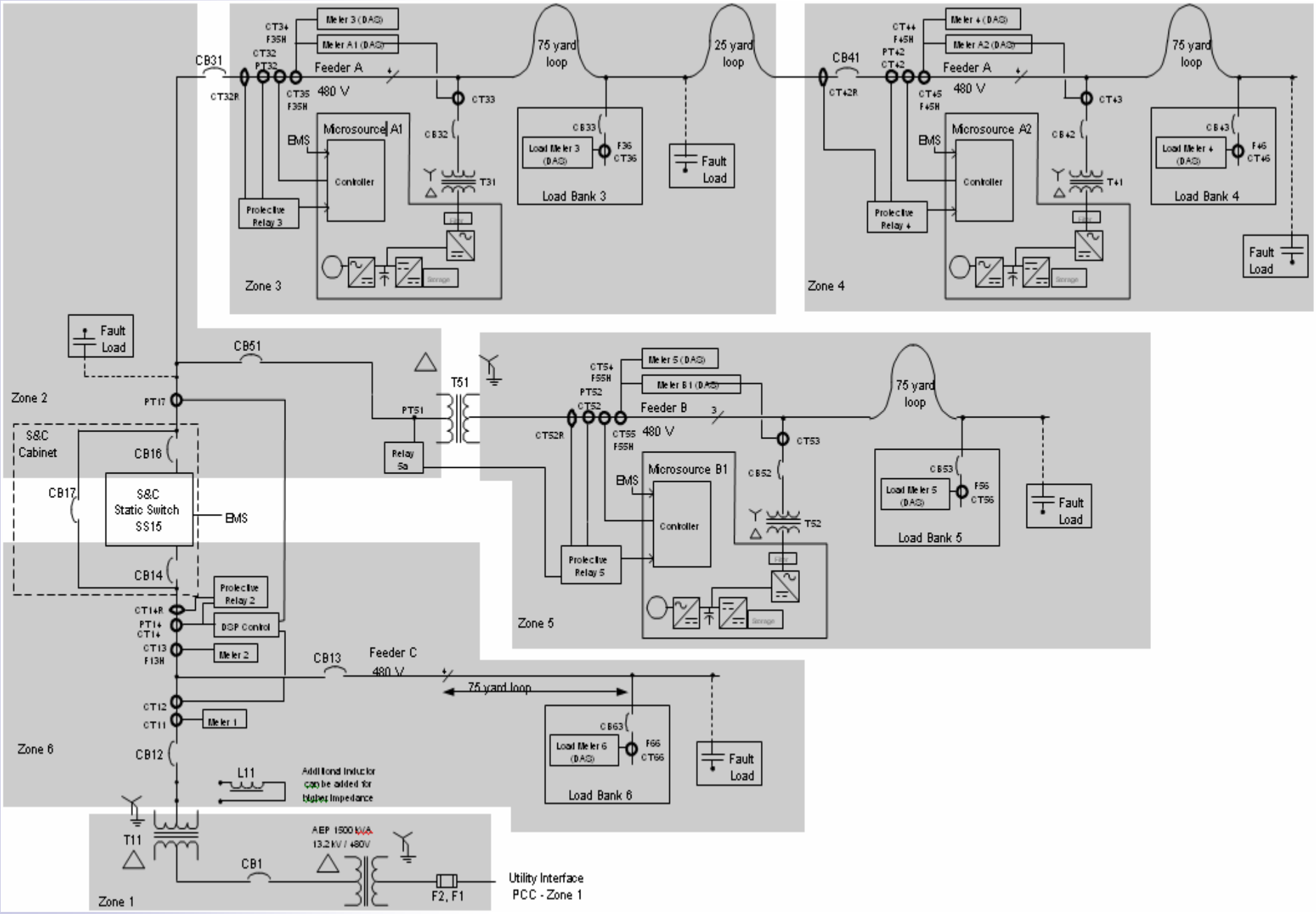
CERTS MicroGrid

- **Plug and Play**
  - **A unit can be placed at any point on the electrical system without re-engineering the controls**
- **Inverter-Based Microsources**
  - **Inverter fault currents are limited to around 2 p.u. rated current**

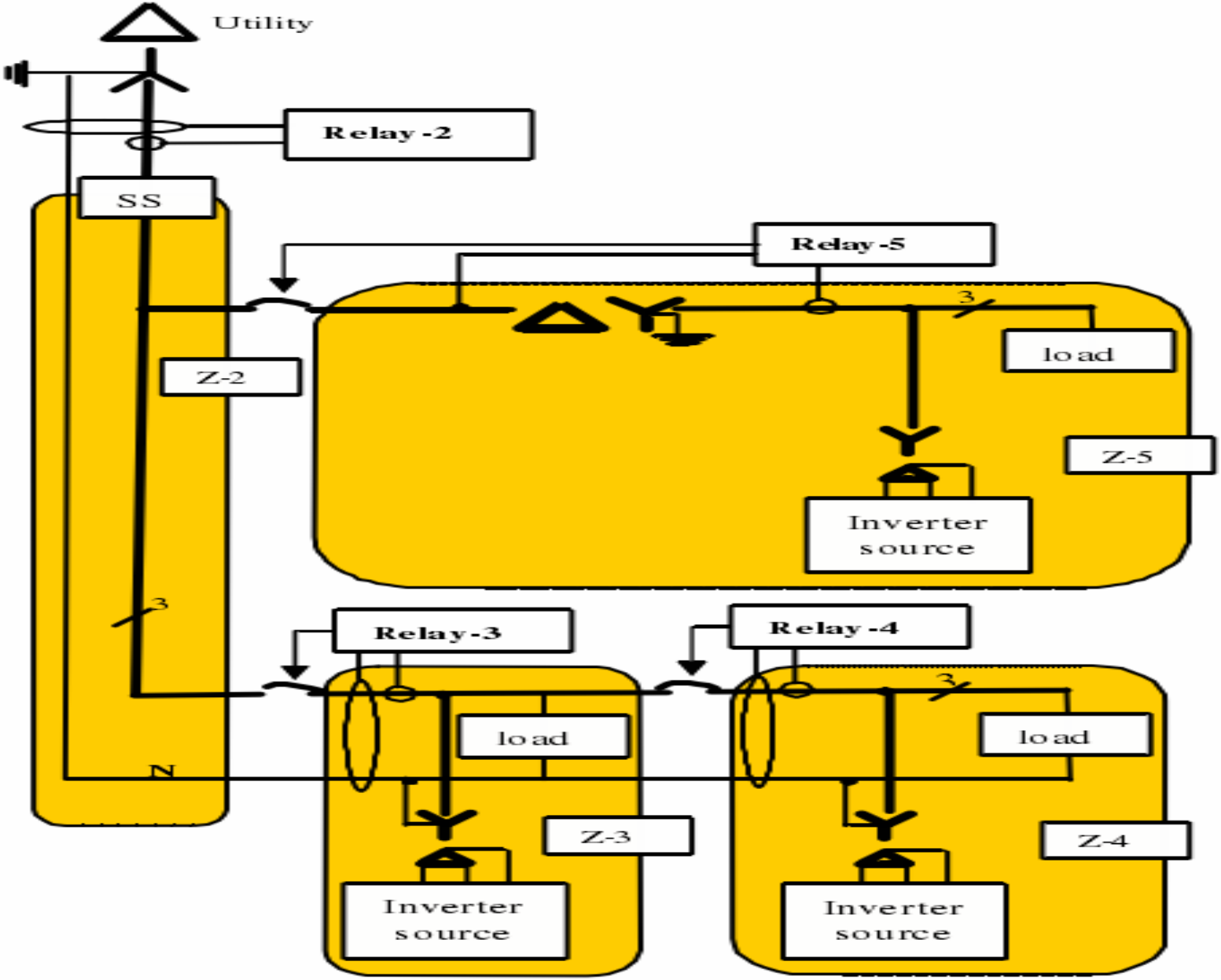
Reference: Microgrid Protection, H. Nikkhajoei and R. H. Lasseter, presented at IEEE PES GM, 24-28 June 2007



CERTS Microgrid Test Bed at American Electric Power



One-Line Diagram of CERTS MicroGrid Test Bed



Reference: Microgrid Protection, H. Nikkhajoei and R. H. Lasseter, presented at IEEE PES GM, 24-28 June 2007

CERTS測試重點

- 概分為以下五類測試:
  - 靜態開關(Static switch)測試。
  - 內部保護(Internal protection)測試。
  - 部分系統運轉(Reduced system)測試。
  - 電力潮流控制之測試。
  - 特殊負載(Difficult load)測試。

CERTS測試項目

- 靜態開關測試項目

主要測試在電網內部及外部故障或發生電壓驟降情況下，靜態開關能自動啟斷;當故障或電壓驟降消失後，靜態開關能自動投入。

- 系統啟動並同步閉合(Synchronized closing)。
- 逆電力(Reverse power)與孤島運轉(Grid islanding)(IEEE1547標準，與大電網解聯)
- 大電網內發生開路故障，測試單相逆電力(IEEE1547電壓事故)。

CERTS測試項目

- 微電網內發電量過大造成的逆電力。
- 大電網復電後靜態開關自動投入。

■ 內部保護測試

主要測試在各個運轉模式下，若發生故障，保護系統能自動偵測並隔離故障。

■ 部分系統運轉測試

主要在測試靜態開關啟閉(或與市電解併聯)後，發電機/負載之出力變動。

CERTS測試項目

- 電力潮流控制之測試

主要在測試發電機的出力以穩定區域電網的頻率。所稱弱電網係模擬鄉下的配電饋線，由於距離電源遠，主電網的發電機無法有效控制弱電網的頻率下，必須依賴弱電網內部的發電機來控制頻率。

- 特殊負載運轉測試

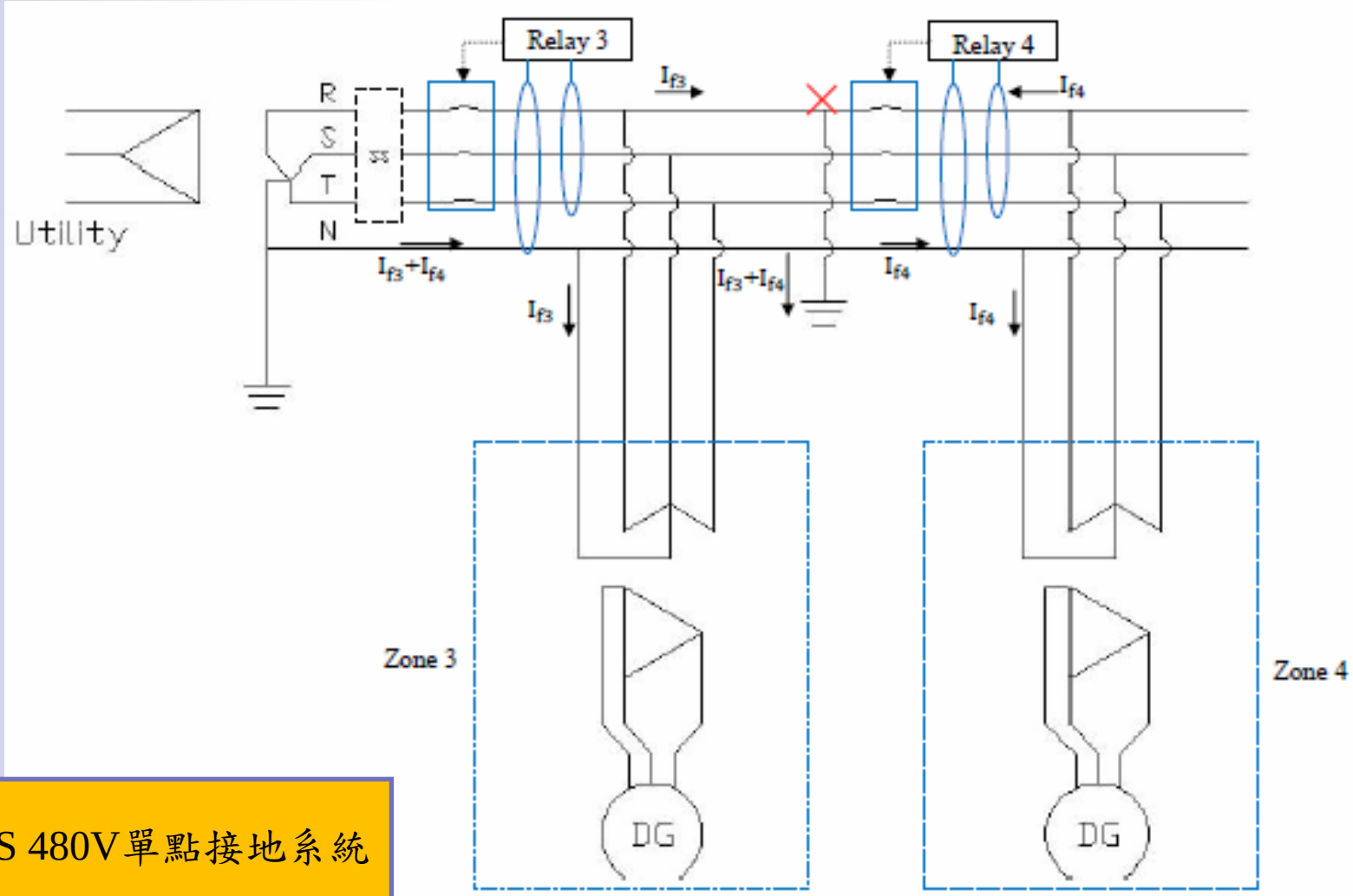
在主電網發電機無法有效控制弱電網的電壓、頻率時，弱電網內部若有特殊負載運行，測試弱電網的電壓、頻率特性。

CERTS MicroGrid

故障偵測方法：

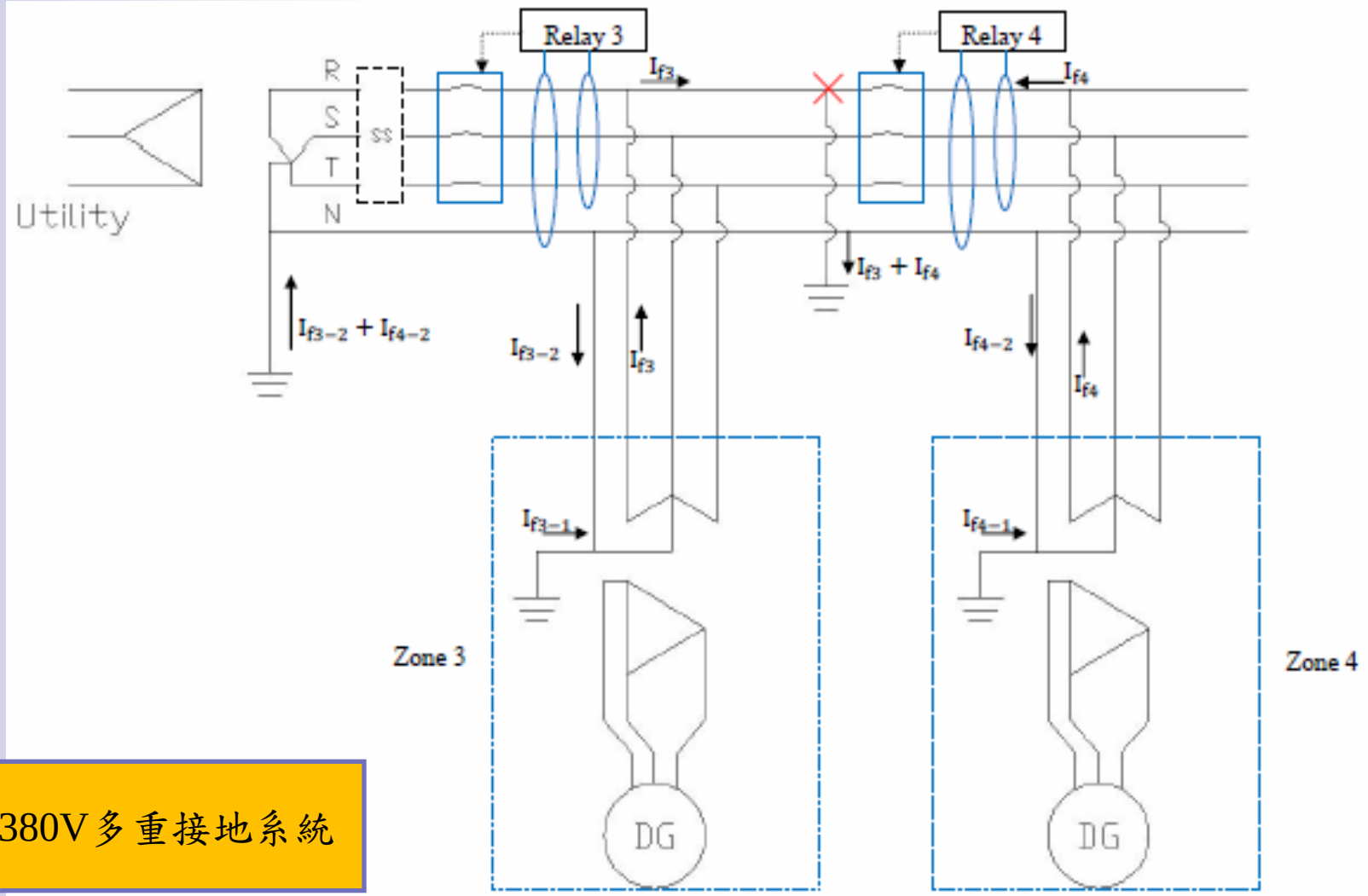
1. 單相接地故障：CERTS利用微電網內的電驛偵測線路上電流總和(I_d)及零序電流 $3I_0$, 判斷接地故障的發生位置。
2. 線間短路故障：以負序電流(I_2)偵測線間短路故障。
3. 備用保護： I^2t和低電壓保護

CERTS MicroGrid



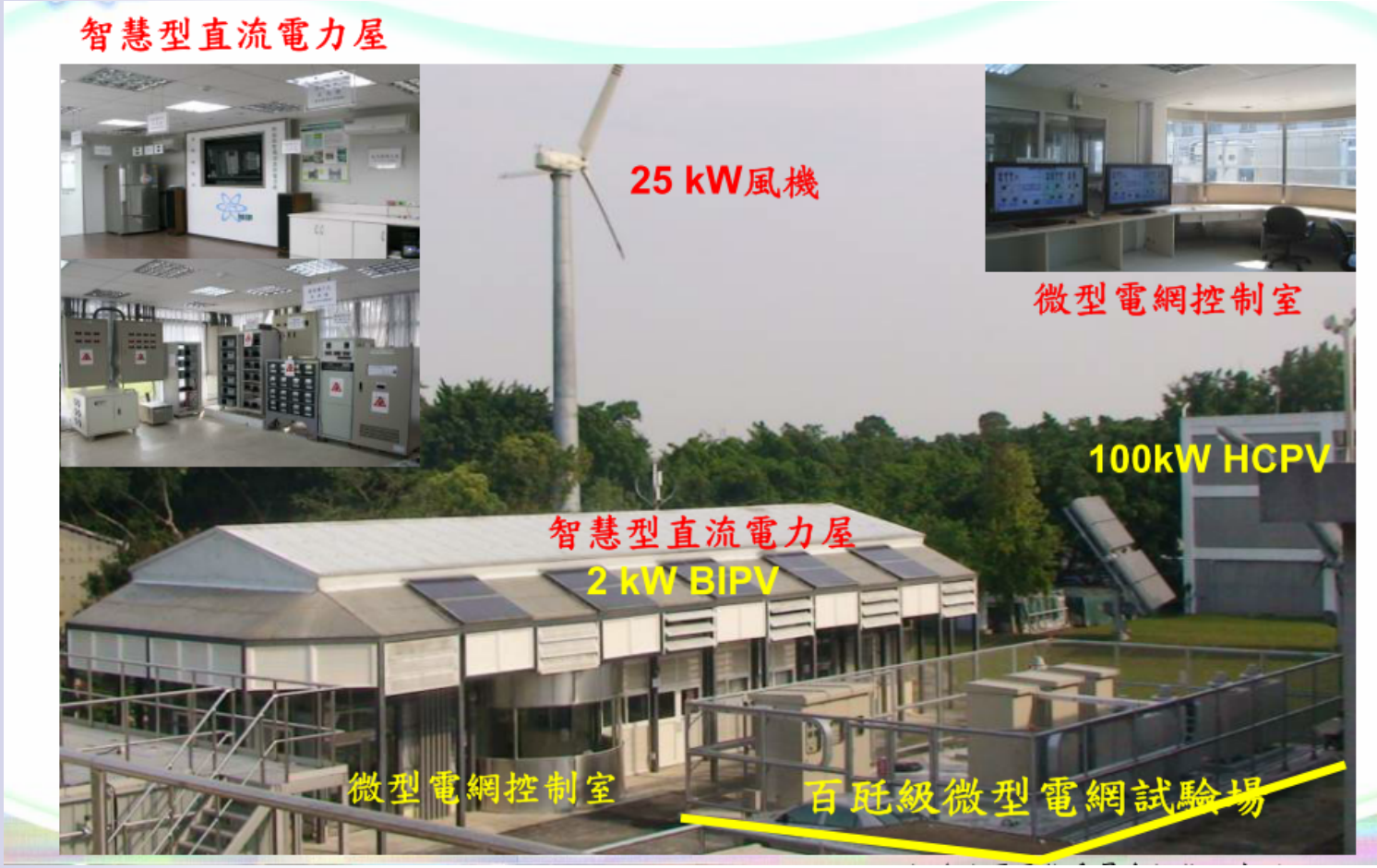
CERTS 480V單點接地系統

CERTS MicroGrid



台灣380V多重接地系統

核研所百瓩級微型電網試驗場

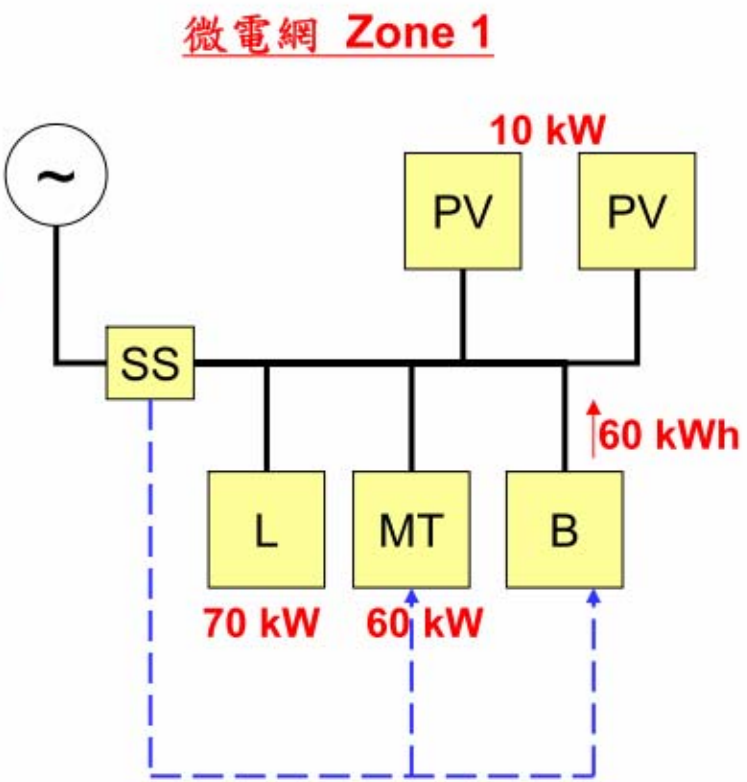


核研所微型電網技術開發項目

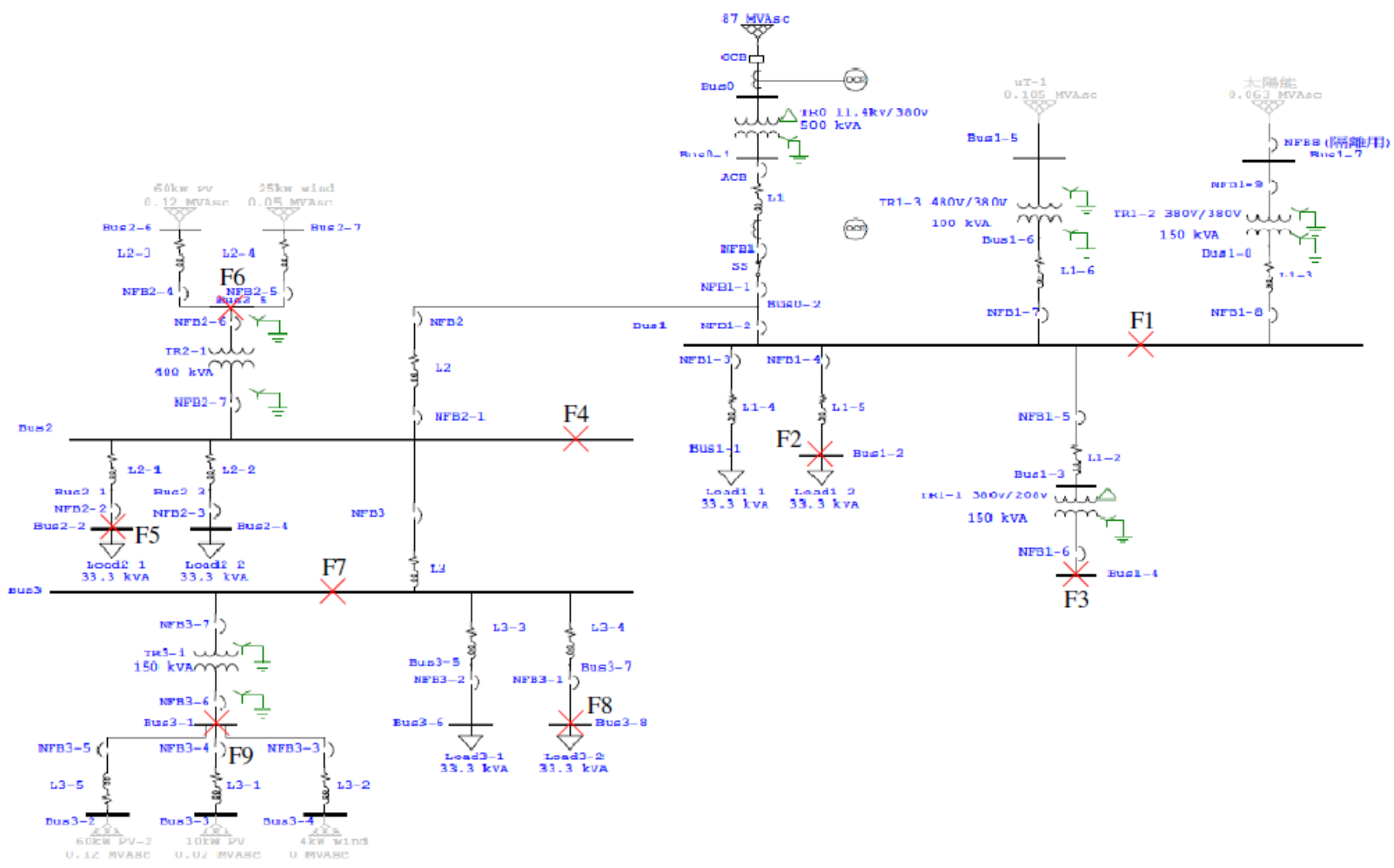
(1)微電網電力系統技術
- 微型電網測試情境設計與分析
- 暫態與穩態分析
- 發電裝置模型建置
- 微電網之保護協調及數位電驛應用

(2)能源電力電子技術
- 儲能控制及實虛功率調節技術
- 頻率下降控制技術
- 低電壓穿越(LVRT)技術
- 靜態開關設計及孤島偵測技術

(3)能源管理及智慧控制技術
- 能源管理系統
- 資料擷取系統及時間同步控制
- 微電網之智慧擴充與分裂



核研所多區域微電網保護協調分析

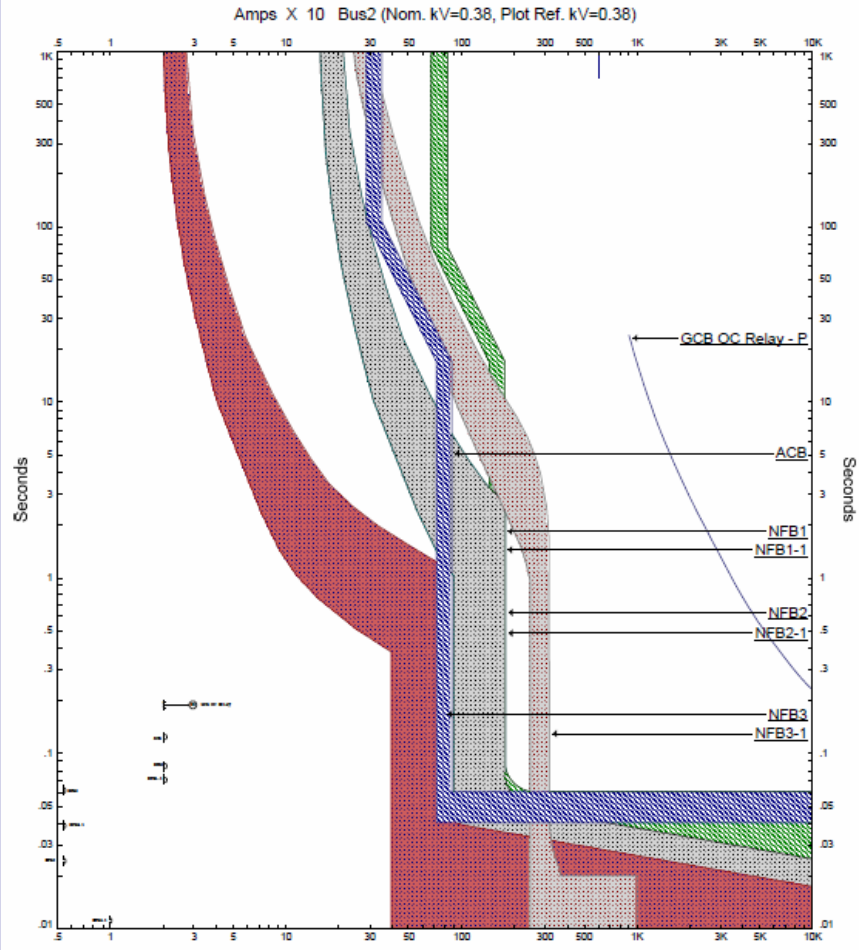


核研所多區域微電網保護協調分析(續)

市電所提供的故障電流計算結果(kA)

故障點 / 故障類型	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
三相短路故障	15.63	14.25	4.08	13.05	11.89	6.49	9.34	8.63	3.62
單相接地故障	15.66	13.83	4.505	12.31	10.96	6.32	8.23	7.53	3.46

核研所多區域微電網保護協調分析(續)



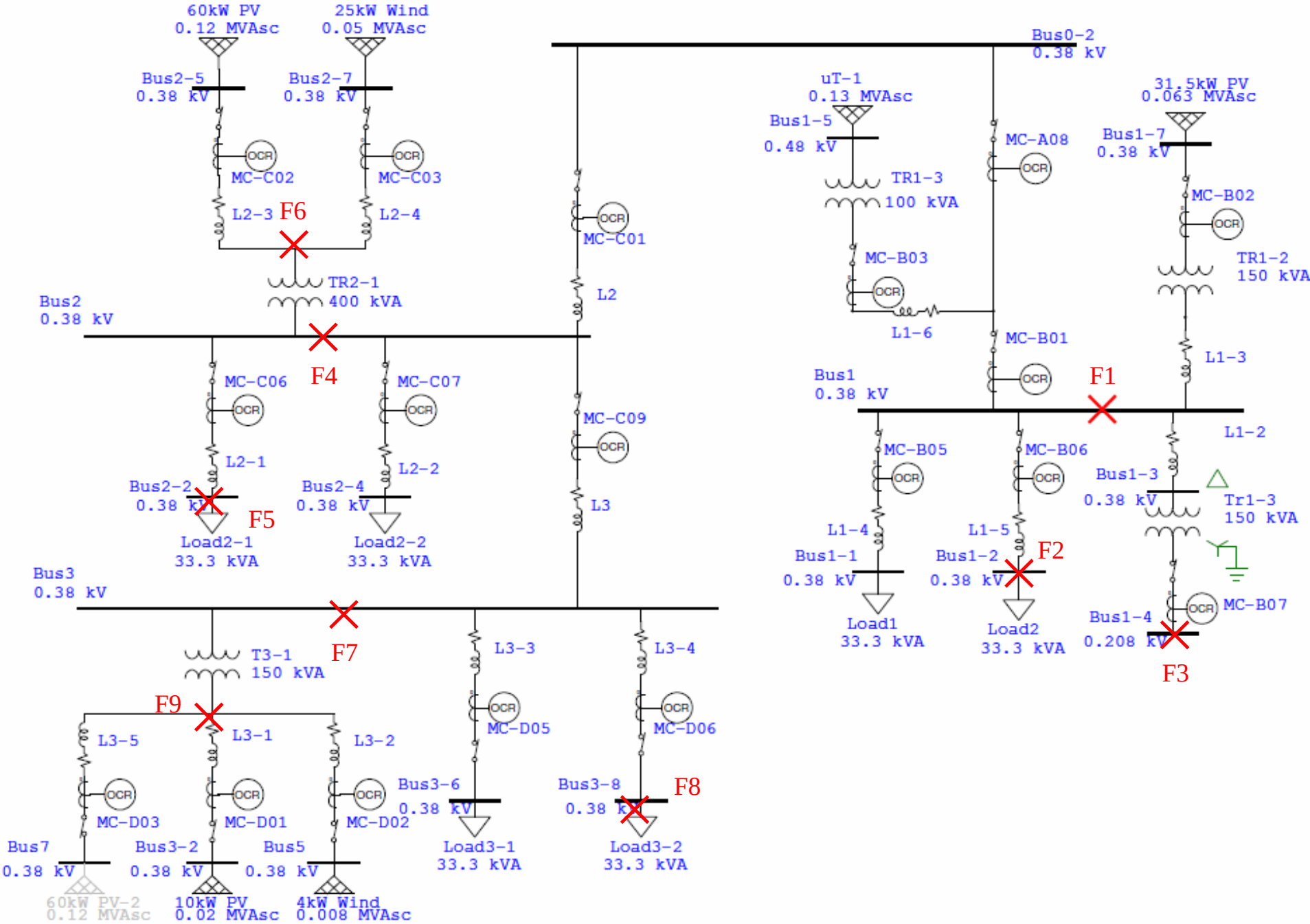
動作順序	NFB 編號
	動作時間(秒)
1	NFB3-1
	0.02
2	NFB3
	0.0267
3	NFB2-1
	0.0384
4	NFB2
	0.0384
5	NFB1-1
	0.06
6	NFB1
	0.06
7	ACB
	0.06
8	GCB
	No trip

F8故障點保護協調曲線(市電修改後)

核研所多區域微電網保護協調分析(續)

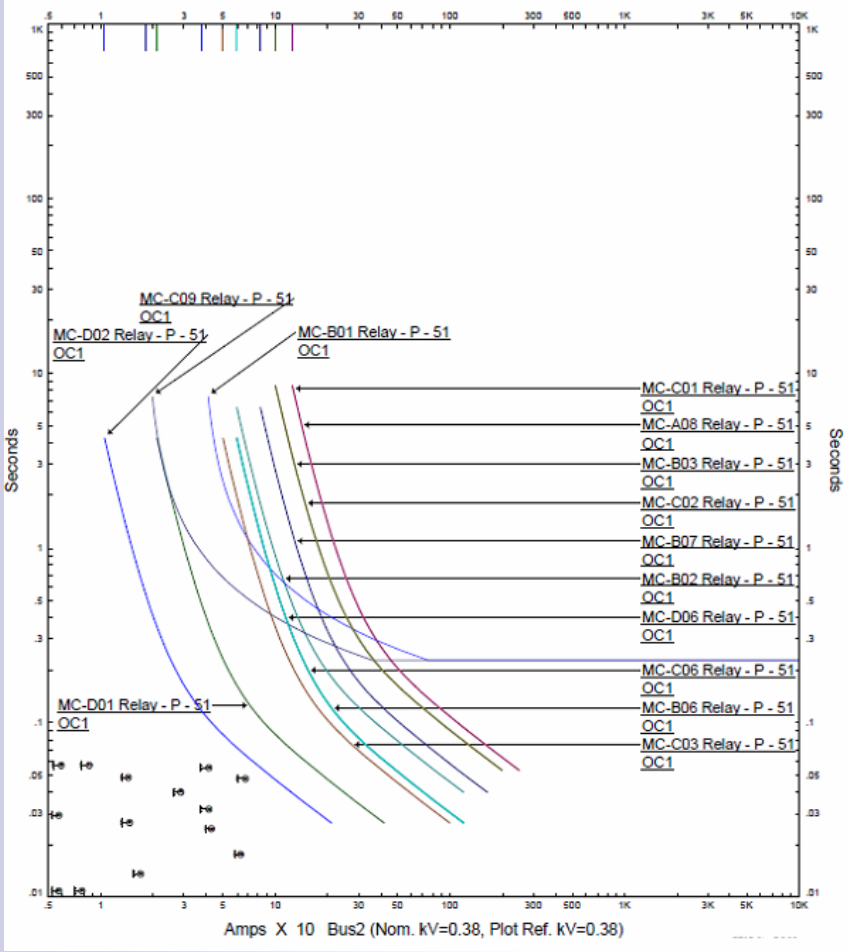
分散式電源所提供的故障電流計算

當核研所微電網內靜態開關(SS)偵測到故障電流或異常電壓情況時會於1/2~2週波內將微電網與市電切離，使其進入孤島運轉模式；若故障發生於微電網內部，現行核研所微電網的保護方法係以數位電驛偵測故障電流使其觸發(Trigger)電磁接觸器(MC)跳脫以隔離故障。

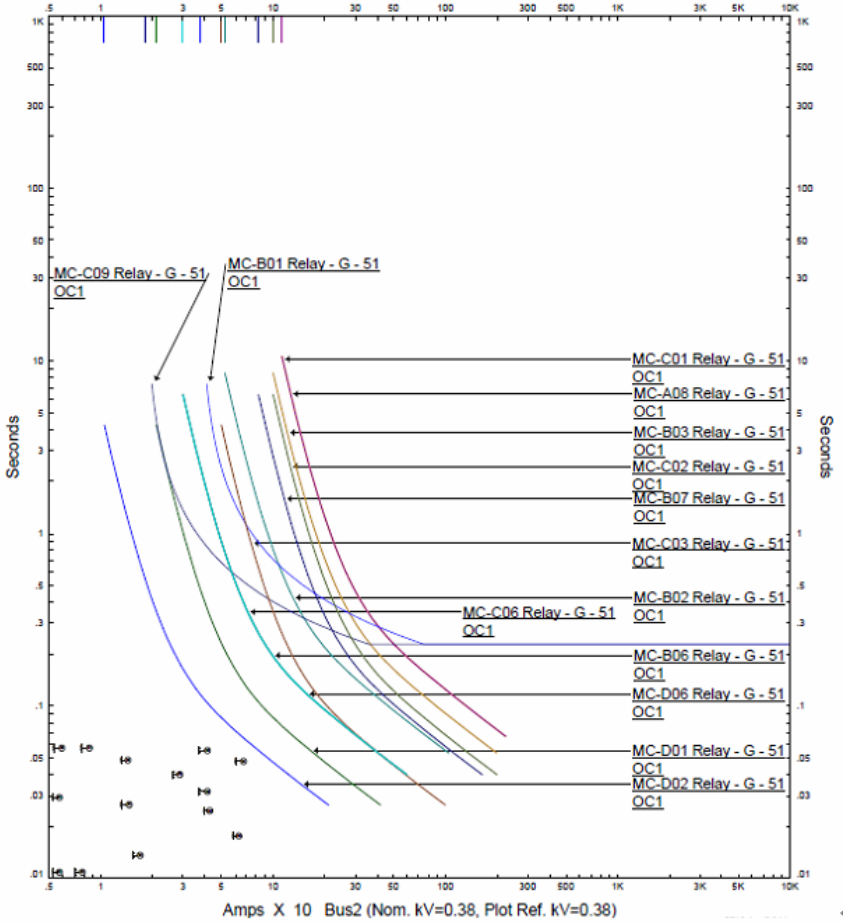


核研所微電網孤島運轉情況下之架構(F1~F9為模擬故障點)

核研所多區域微電網保護協調分析(續)



孤島運轉模式下相電驛保護協調圖(修改後)



孤島運轉模式下接地電驛保護協調圖(修改後)

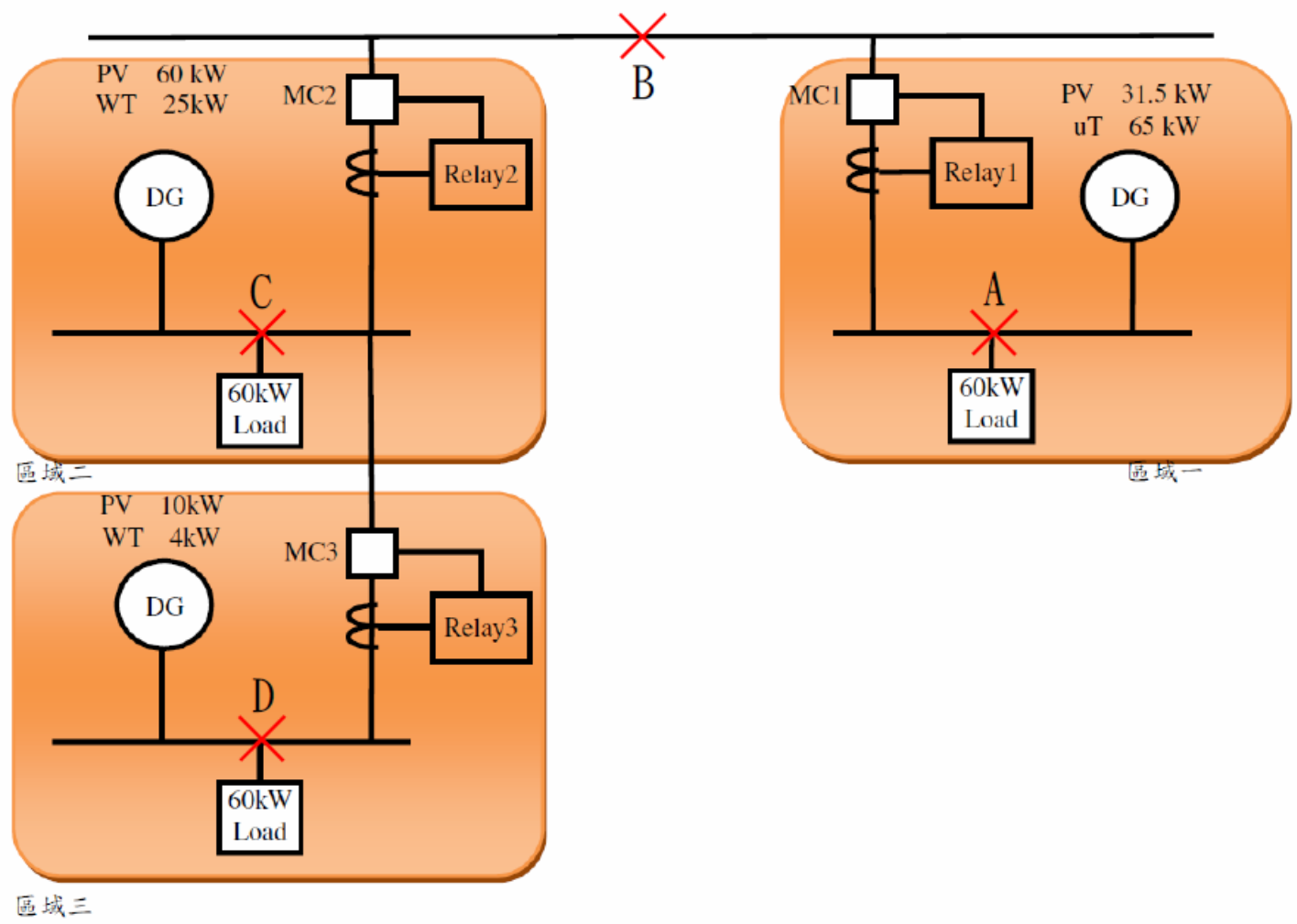
核研所多區域微電網保護協調分析(續)

F1點發生三相短路故障上、下游電驛動作時間(修改後)

<table>
<tr><td rowspan="2">動作順序</td><td colspan="6">Relay 編號</td></tr>
<tr><td colspan="6">跳脫時間(秒)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">1</td><td colspan="5">MC-B01</td><td>MC-B02</td></tr>
<tr><td colspan="5">0.265</td><td>1.07</td></tr>
<tr><td rowspan="2">2</td><td>MC-B03</td><td colspan="4">MC-A08</td><td rowspan="9"></td></tr>
<tr><td>0.779</td><td colspan="4">0.456</td></tr>
<tr><td rowspan="2">3</td><td rowspan="9"></td><td colspan="4">MC-C01</td></tr>
<tr><td colspan="4">0.456</td></tr>
<tr><td rowspan="2">4</td><td>MC-C02</td><td>MC-C03</td><td colspan="2">MC-C09</td></tr>
<tr><td>0.951</td><td>0.858</td><td colspan="2">0.758</td></tr>
<tr><td rowspan="2">5</td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td>MC-D01</td><td>MC-D02</td></tr>
<tr><td>1.02</td><td>1.01</td></tr>
</table>

模組化設計具隨插即用的微電網系統

以核研所微電網為例：



谢谢!