

出國報告（出國類別：實習）

數位式匯流排保護電驛系統應用技術

服務機關：台灣電力股份有限公司

姓名職稱：黃彥閔 電機工程師

派赴國家：加拿大、日本

出國期間：106年9月18日至106年9月27日

報告日期：106年11月16日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：數位式匯流排保護電驛系統應用技術

頁數 31 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：

黃彥閔/台灣電力公司/供電處/電機工程師/02-23666619

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他

出國期間：106 年 9 月 18 日至 106 年 9 月 27 日出國地區：加拿大、日本

報告日期：106 年 11 月 16 日

分類號/目

關鍵詞：匯流排保護電驛、IEC 61850 智慧變電所

內容摘要：(二百至三百字)

- 一、 赴電驛製造廠家 GE(加拿大)及 TOSHIBA(日本)實習「數位式匯流排保護電驛系統應用技術」，學習智慧電網中匯流排保護電驛之最新技術，俾提升本公司電力系統保護效能及供電可靠度。
- 二、 數位式匯流排保護電驛之架構分為集中式與分散式，集中式架構是將現場設備之資料經導線電纜分別傳送至匯流排保護電驛執行保護運算；分散式架構則是將現場設備之資料透過 Bay Unit 經光纖電纜傳送至 Central Unit 執行保護運算。本公司匯流排保護電驛之架構係採集中式，分散式則尚未使用，希藉本次實習機會，了解分散式架構之電驛動作原理、標置邏輯及現場實際應用情形。

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

目 次

壹、前言及目的-----	1
貳、出國行程說明-----	3
參、分散式匯流排保護電驛介紹-----	4
一、P741 與 P742-----	4
二、B95 Plus 與 Brick-----	8
三、GRB100-----	11
四、三種分散式匯流排保護電驛之比較與分析-----	14
肆、現場參訪-----	15
一、加拿大 Owen Sound 智慧變電所-----	15
二、GE Interoperability Lab-----	22
伍、心得與建議-----	30
陸、參考資料-----	31

壹、前言及目的

數位式匯流排保護電驛之架構分為集中式與分散式，集中式架構(如圖 1)是將現場設備之資料(如：PT 二次側電壓、CT 二次側電流、斷路器與隔離開關狀態等)經導線電纜分別傳送至匯流排保護電驛執行保護運算；分散式架構(如圖 2)則是將現場設備之資料透過 Bay Unit(含資料擷取與轉換模組等)經光纖電纜傳送至 Central Unit 執行保護運算。

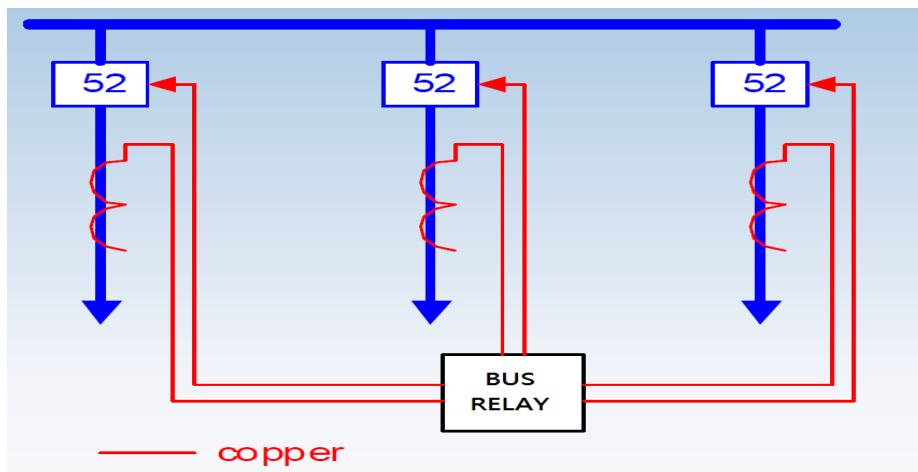


圖 1. 集中式架構匯流排保護電驛

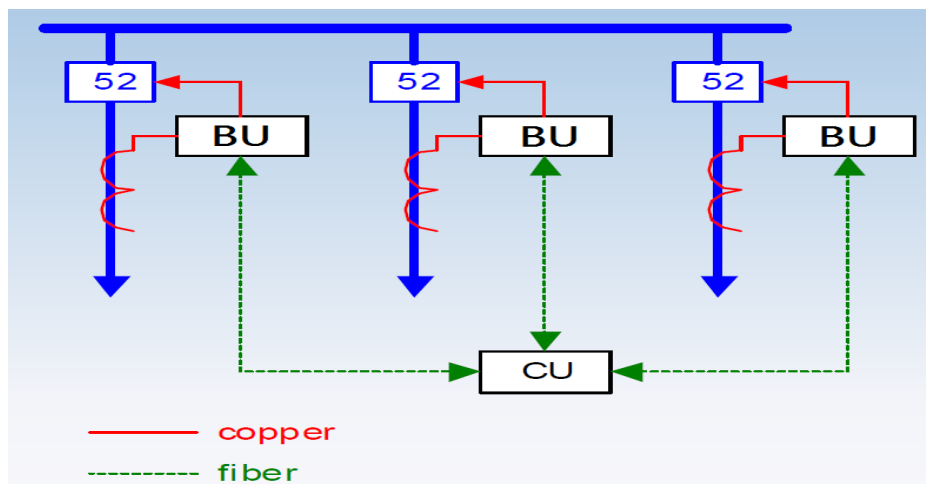


圖 2. 分散式架構匯流排保護電驛

本公司匯流排保護電驛之架構係採集中式，分散式則尚未使用，希藉本次實習機會，了解國外廠家 GE(加拿大)與 TOSHIBA(日本)對於分散式匯流排保護電驛之研究現況(含：電驛動作原理、標置邏輯及現場實際應用情形等)，以作為本公司未來電驛業務之參考。

此外，本公司現正推動建置 IEC 61850 智慧變電所，故請電驛廠家安排實地參訪國外之 IEC 61850 智慧變電所與 IEC 61850 測試實驗室，以確切掌握其發展現況。

貳、出國行程說明

本次出國實習係依照行政院 106 年度第 11 號出國計畫，安排赴加拿大及日本實習「數位式匯流排保護電驛系統應用技術」，為期 10 天，相關任務地點及實習內容行程，如表 1 所示。

表1. 「數位式匯流排保護電驛系統應用技術」實習行程

日期	地點	機構	主題
9/18		往程	
9/19~9/21	加拿大 萬錦市	GE 公司	1. GE 製匯流排保護電驛應用技術研討。 2. 參訪加拿大 Owen Sound 智慧變電所、GE Interoperability Lab。
9/22~9/24	加拿大 ~ 日本	路程	路程暨報告撰寫(假日)。
9/25~9/26	日本 東京	TOSHIBA 公司	TOSHIBA 製匯流排保護電驛應用技術研討。
9/27		返程	

參、分散式匯流排保護電驛介紹

一、P741 與 P742

P741(Central Unit, 如圖 3)、P742(Peripheral Unit, 如圖 4)為 GE 公司生產之分散式匯流排保護電驛，其中 P741 內含 9 組保護區間(9 Zones)，可連接多達 28 個 P742，匯流排差動保護計算至多可達 28 個饋線。

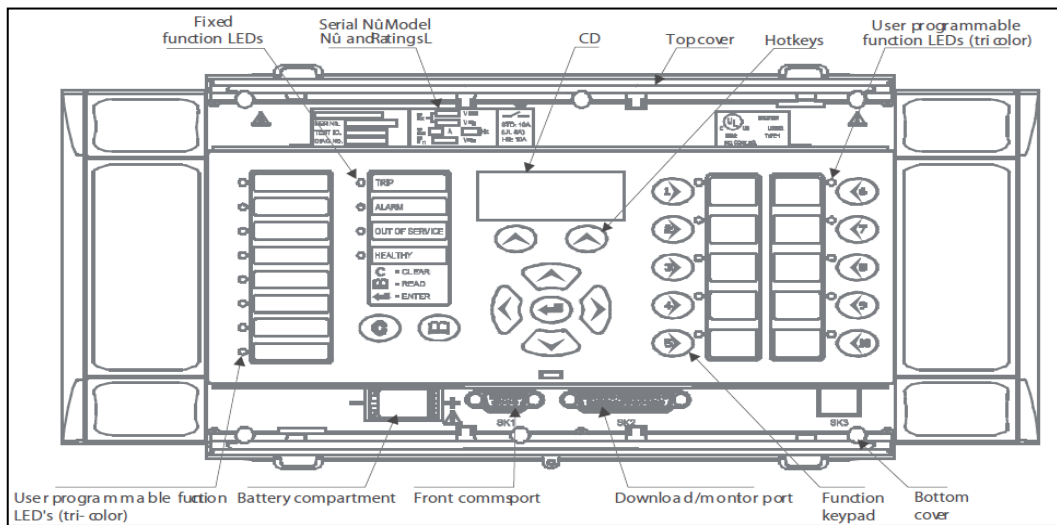


圖 3. P741(Central Unit)

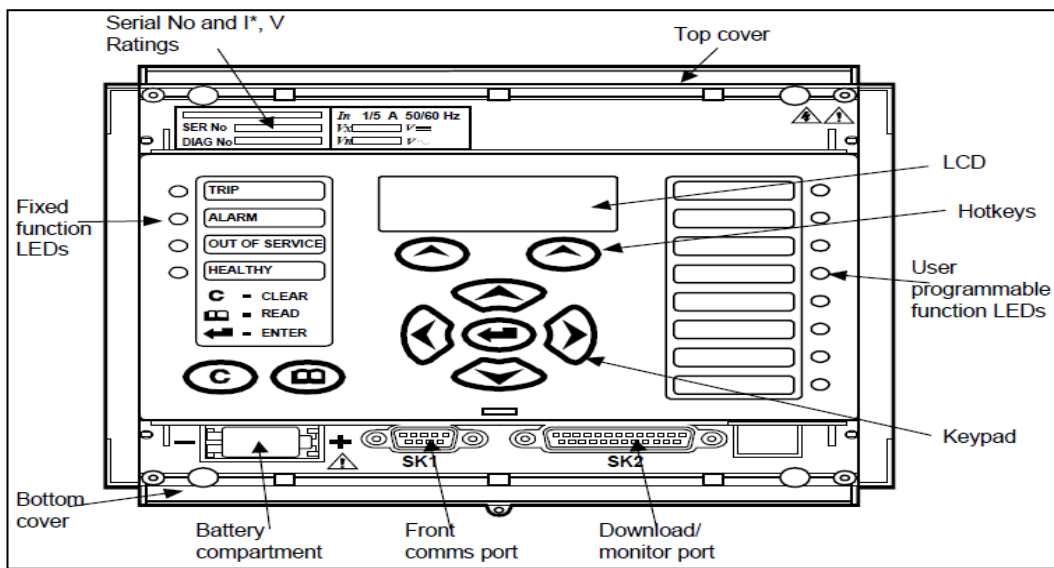


圖 4. P742(Peripheral Unit)

有關 P741(Central Unit)之硬體設計(如圖 5)，重點如下：

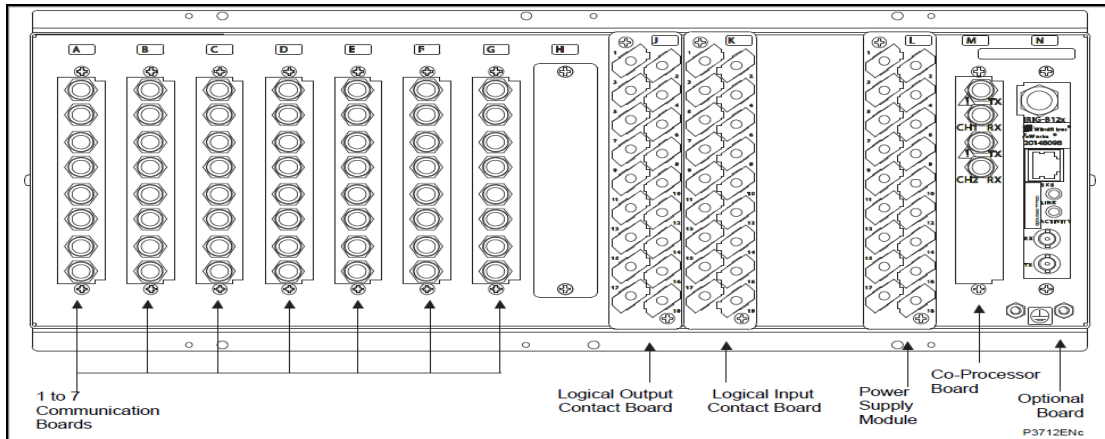


圖 5. P741 硬體設計

- 通訊模板(Communication Board)：每台 P741 最多可擴充至 7 塊通訊模板，每塊通訊模板最多可連接 4 台 P742。
- 邏輯輸入/輸出模板(Logical Input and Output Contact Board)：各 8 組輸入與輸出接點。
- 電源模組(Power Supply Module)：依需求參照表 2 選用。

表 2. 電壓規格選用表

Nominal dc range	Nominal ac range
24 - 32 V dc	dc only
48 - 110 V dc	dc only
110 - 250 V dc	100 - 240 V ac rms

- 處理器模板(Processor Board)：
 - Main Board：DSP-TMS320C-32 bits-150 Mhz。
 - Co-processor Board：DSP-TMS320C-16 bits-100 Mhz。
- 模板選擇(Optional Board)：依需求是否增加 IRIG-B Board(GPS 時間同步)，以及調整 Ethernet Board 之內容【(RJ45*3) or (LC*2 + RJ45*1) or (RJ45*1)】。

有關 P742(Peripheral Unit)之硬體設計(如圖 6)，重點如下：

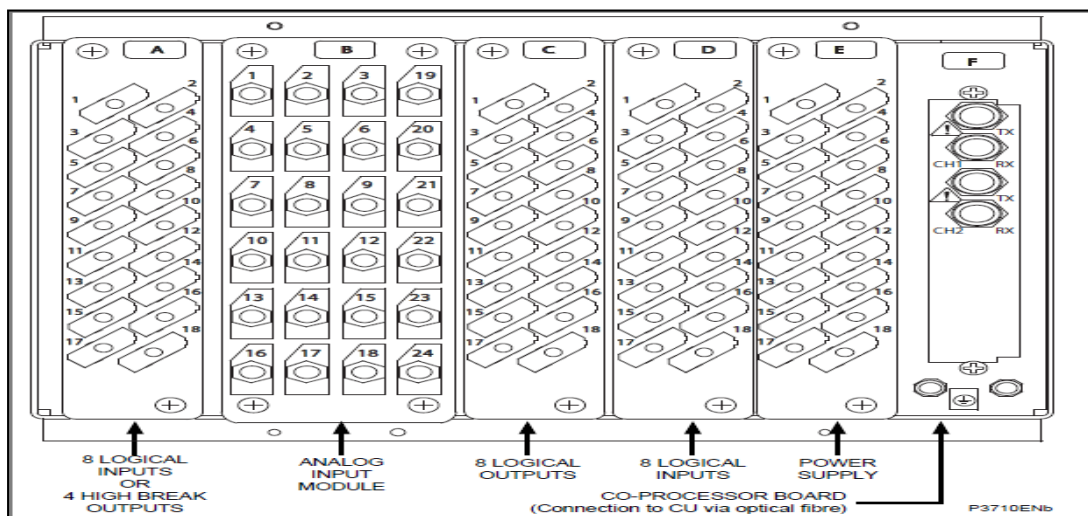


圖 6. P742 硬體設計

- 16 組邏輯輸入接點與 8 組邏輯輸出接點。
- 類比輸入模組(Analog Input Module)：可接 1 組(3 phase + 1 residual)電流，額定值為 1A 或 5A。
- 電源模組(Power Supply Module)：依需求參照表 3 選用。

表 3. 電壓規格選用表

Nominal dc range	Nominal ac range
24 - 32 V dc	dc only
48 - 110 V dc	dc only
110 - 250 V dc	100 - 240 V ac rms

- 處理器模板(Processor Board)：
 - Main Board：DSP-TMS320C-32 bits-150 Mhz。
 - Coprocessor Board：DSP-TMS320C-16 bits-100 Mhz。

有關 P741 與 P742 之保護功能項目，如表 4 所示。

表 4. P741 與 P742 保護功能項目

ANSI	IEC 61850	Function	P741	P742
87BB/ P	PhsPDIF	Phase segregated biased current differential high speed and delayed busbar protection	Yes	-
87CZ/ P	CzPPDIF	Check Zone segregated biased phase current differential high speed and delayed busbar protection	Yes	-
87BB/ N	NeuPDIF	Sensitive earth fault bias current controlled busbar protection	Yes	-
87CZ/ N	CzNPDIF	Check Zone segregated biased earth current controlled busbar protection	Yes	-
50/51 /P	OcpPTOC	Phase overcurrent protection (2 stages)	-	Yes
50/51 /N	EfmPTOC	Earth overcurrent protection (2 stages)	-	Yes
50ST/ P	DzpPhsPTOC	Dead zone phase protection (short zone between CTs and open CBs)	-	Yes
50ST/ N	DzpEfmPTOC	Dead zone earth protection (short zone between CTs and open CBs)	-	Yes
CTS		Current transformer supervision	Yes	Yes
50BF	RBRF	Breaker failure protection (LBB)	Yes	Yes

二、B95 Plus 與 Brick

B95 Plus(Central Unit，如圖 7)、Brick(Bay Unit，如圖 8)為 GE 公司生產之分散式匯流排保護電驛，其中 B95 Plus 內含 6 組保護區間(6 Zones)，可連接多達 16 個 Bricks，匯流排差動保護計算至多可達 24 個饋線。

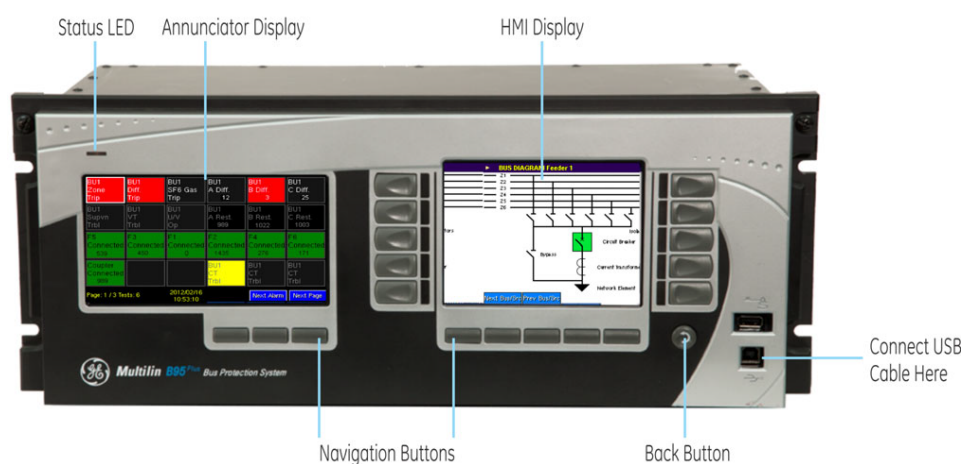


圖 7. B95 Plus(Central Unit)



圖 8. Brick(Bay Unit)

有關 B95 Plus(Central Unit)之硬體設計(如圖 9)，重點如下：

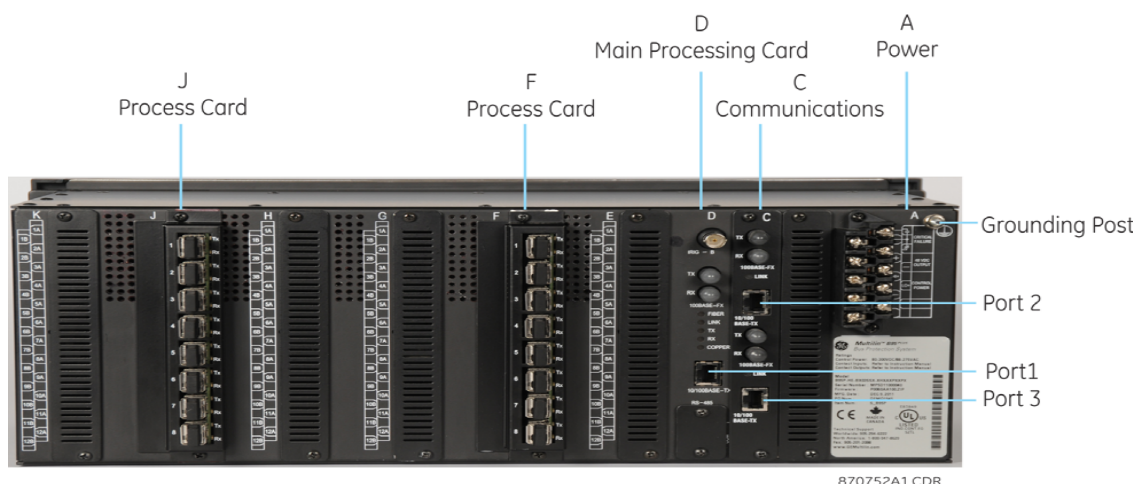


圖 9. B95 Plus 硬體設計

- 電源模組(Power)：DC power：110, 125, 220, or 250 V DC；AC power：115 or 230 V AC。
- 通訊卡(Communications)：包括 2 個乙太網路埠 Port 2 與 Port 3，能使 B95 plus 以高達 100 Mbps 的速度與 Gateways、其他電驛、以及 EnerVista Software 彼此間通訊。
- 主處理卡(Main Processing Card)：包括 1 個 IRIG-B Port(GPS 時間同步)與 1 個乙太網路埠 Port 1，Port 1 通常用作網路之連結，如：TFTP, FTP, HTTP, Sntp, and Modbus TCP/IP.
- 處理卡(Process Card)：負責接收 Bricks 送出的電壓、電流波形，以及發送斷路器跳脫訊號，每片處理卡可連接 8 個 Bricks，並支援 12 個 Bus Sources。

有關 Brick(Bay Unit)之硬體設計如圖 10，其特點在於：安裝容易、與保護電驛通訊採點對點(Point to Point)雙向溝通、以及不須額外的邏輯規劃等。

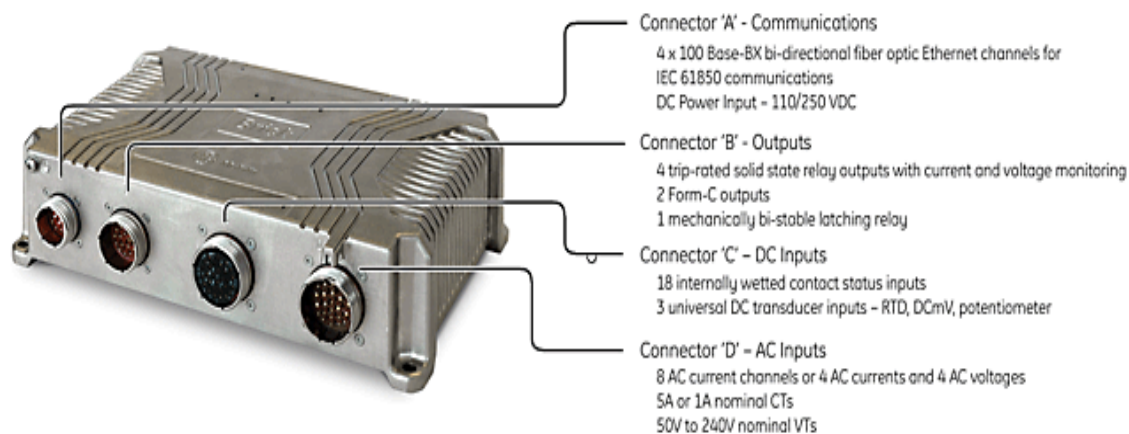


圖 10. Brick 硬體設計

有關 B95 Plus 之保護功能項目，如表 5 所示。

表 5. B95 Plus 保護功能項目

Device	Function
87B	Percent bus differential
27	Undervoltage
50	Instantaneous overcurrent
50/74	CT trouble
50/87	Unrestrained bus differential
50EF	End fault protection
51	Time overcurrent
50BF	Breaker failure

三、GRB100

GRB100(Central Unit 如圖 11+ Bay Unit 如圖 12)為 TOSHIBA 公司生產之分散式匯流排保護電驛，內含 4 組保護區間(4 Zones)，可連接多達 32 個 Bay Unit，匯流排差動保護計算至多可達 32 個饋線。



圖 11. GRB100 Central Unit



圖 12. GRB100 Bay Unit

有關 GRB100 Central Unit 之硬體設計(如圖 13)，重點如下：

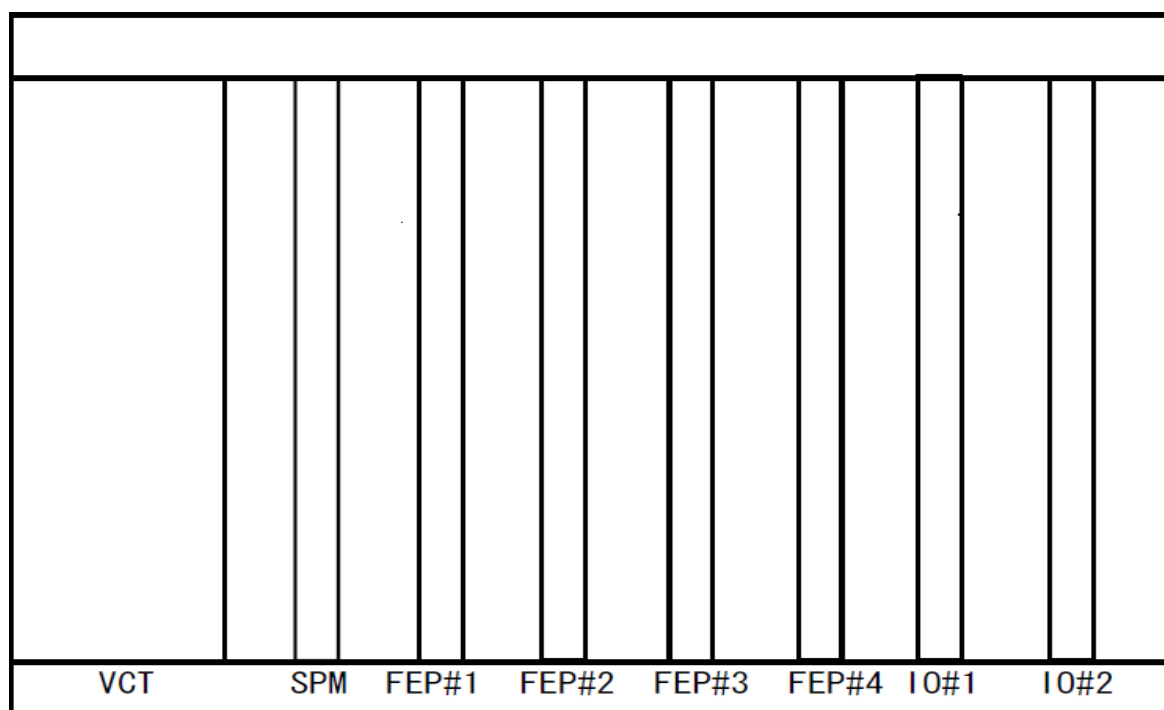


圖 13. GRB100 Central Unit 之硬體設計

- VCT (Voltage Transformer Module)：提供 12 個電壓輸入以及 1 個 IRIG-B Port(GPS 時間同步)。
- FEP (Front-End Processing Module)：FEP 可將 Bay Unit 送來的訊息作資料轉換後送至 SPM，每個 FEP 可接 8 個 Bay Unit，每具 GRB100 Central Unit 最多可接 4 個 FEP。
- SPM (Signal Processing Module)：SPM 可將 FEP 與 VCT 送來的訊息作進一步的處理，如量測、保護、波形紀錄等。
- IO#1 模組：提供 12 個 Binary Inputs 與 3 個 Binary Outputs。
- IO#2 模組：提供 3 個 Binary Inputs、13 個 Binary Outputs、以及 2 個 RS-485 Transceivers。

有關 GRB100 Bay Unit 之硬體設計(如圖 14)，重點如下：

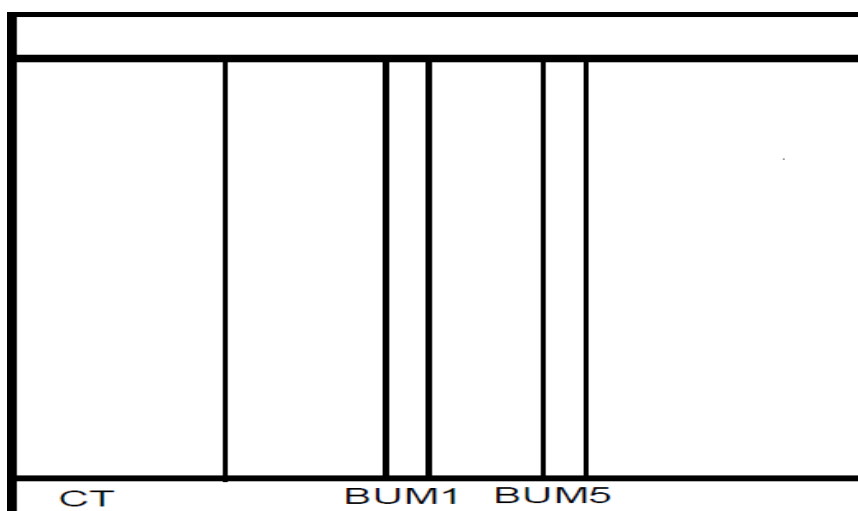


圖 14. GRB100 Bay Unit 之硬體設計

- CT (Current Transformer Module)：提供 1 組 3 相電流輸入。
- BUM1 Module：將 CT 模組量測之電流值作 A/D 轉換，並提供 13 個 Binary Inputs 與 2 個 Binary Outputs。
- BUM5 Module：提供 7 個 Binary Inputs、4 個 Binary Outputs、以及 2 個快速跳脫(Trip)接點。

有關 GRB100 之保護功能項目，如表 6 所示。

表 6. GRB100 保護功能項目表

■	Busbar protection
■	Circuit breaker failure protection
■	End-fault and blind-spot protection

四、三種分散式匯流排保護電驛之比較與分析

- 就保護功能項目(Protection Items)而言：三種電驛 P741、 B95 Plus、GRB100 皆具備基本的保護功能，如：匯流排差流保護(含 Check Zone)、斷路器失靈保護、CT 異常監視等。
- 就標置邏輯規劃而言：GRB100 電驛之彈性最小，若用作 161kV TIE CB(50+2)保護，需請原廠額外規劃，另兩款電驛則無上述問題，可由使用者依需求自行設計。
- 就差流保護之電流個數而言： GRB100 電驛可連接多達 32 個 Feeders，適用於本公司松樹 P/S、中壢 P/S、觀音 P/S 等檔位較多(最多達 30 個檔位)之匯流排保護；另兩款電驛 P741(可連接 28 個 Feeders)、B95 Plus(可連接 24 個 Feeders)則無法完全適用。
- 就符合 IEC 61850-8-1 之標準而言：三款電驛皆符合此規範，因此可將個別電驛內部訊息 GOOSE 傳送至 Station Bus，或從 Station Bus GOOSE 接收訊息，不同廠牌電驛間具互操作性(interoperability)。

肆、現場參訪

本次行程除了與加拿大 GE 公司、日本 TOSHIBA 公司之原廠技師一同研討分散式匯流排保護電驛之核心技術外，為掌握國外 IEC 61850 智慧變電所之發展現況，特請 GE 公司安排參訪加拿大 Owen Sound 智慧變電所、GE 公司 Interoperability Lab，參訪過程與心得如下。

一、加拿大 Owen Sound 智慧變電所

Owen Sound 智慧變電所(如圖 15)位於加拿大安大略省西南部，由加拿大 Hydro One 電力公司維護，Owen Sound 智慧變電所之架構為變壓器變電所(Transformer Station)，其引入兩回 230kV 線路 T 接至兩台 230kV/44kV 變壓器，無 230kV Bus，變壓器二次側 44kV 採併聯供電。



圖 15. 加拿大 Owen Sound 智慧變電所

變電所內智慧電網之建置核心為「GE Hard Fiber Process Bus System」(如圖 16)，在此系統中開關場之 CT 及 PT 等電氣信號先透過銅纜接至 Brick，經 Brick 取樣、濾波以及數位訊號處理後，透過 Hard Fiber Outdoor Cable 傳送至 Hard Fiber Cross Connect Panel，而 Hard Fiber Cross Connect Panel 的功能如同端子板一般，分別依據電驛的需求，將相關訊號經由 Indoor Fiber Cable 直接送至電驛本體，由於此系統係使用光纖乙太網路、點對點(Point to Point)連接，因此較無資通安全之疑慮，且大幅減少建置變電所需要之銅線使用量。

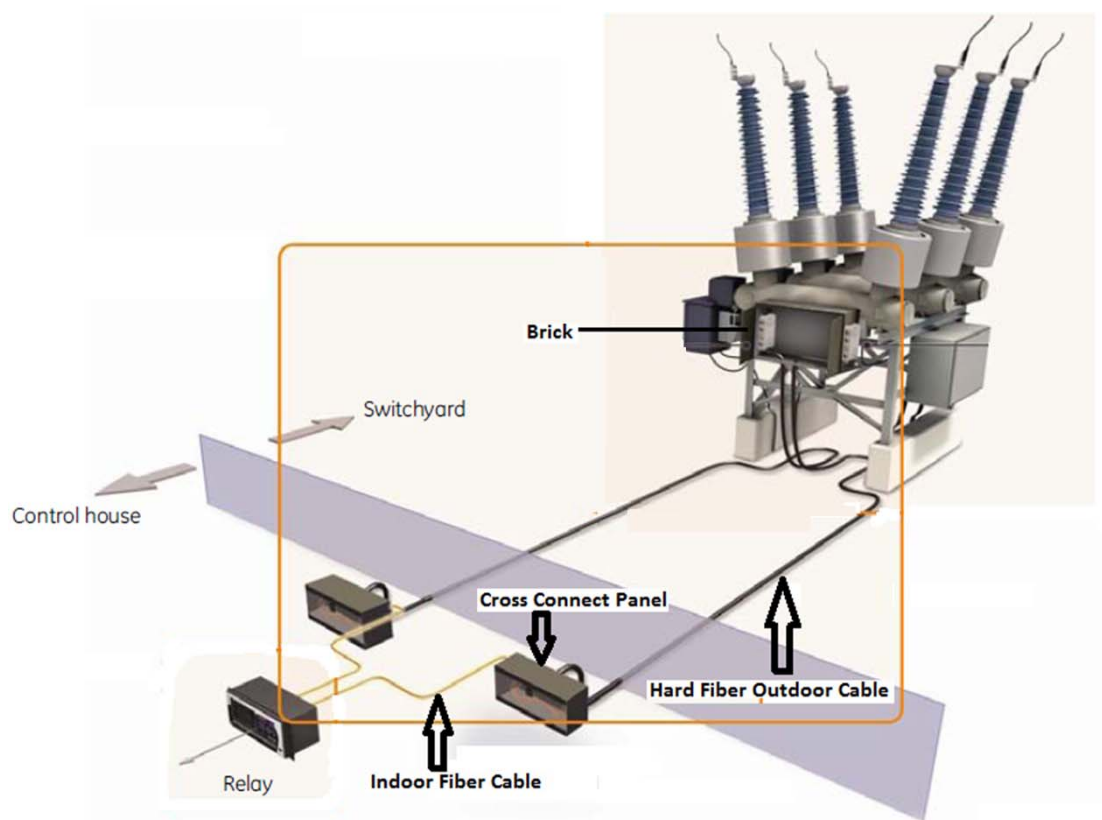


圖 16. GE Hard Fiber Process Bus System

變電所內配電等級(44kV)之保護電驛：饋線保護電驛 GE D60、MAIN CB 保護電驛 GE F60、TIE CB 保護電驛 SEL 451，彼此間訊息溝通係遵照 IEC 61850-8-1 採用 GOOSE，而輸電等級(230kV)之變壓器保護電驛 GE T60，因電壓等級較高，基於安全考量，目前仍使用實體接線作訊息溝通，所內完整之保護電驛規劃，如圖 17 所示。

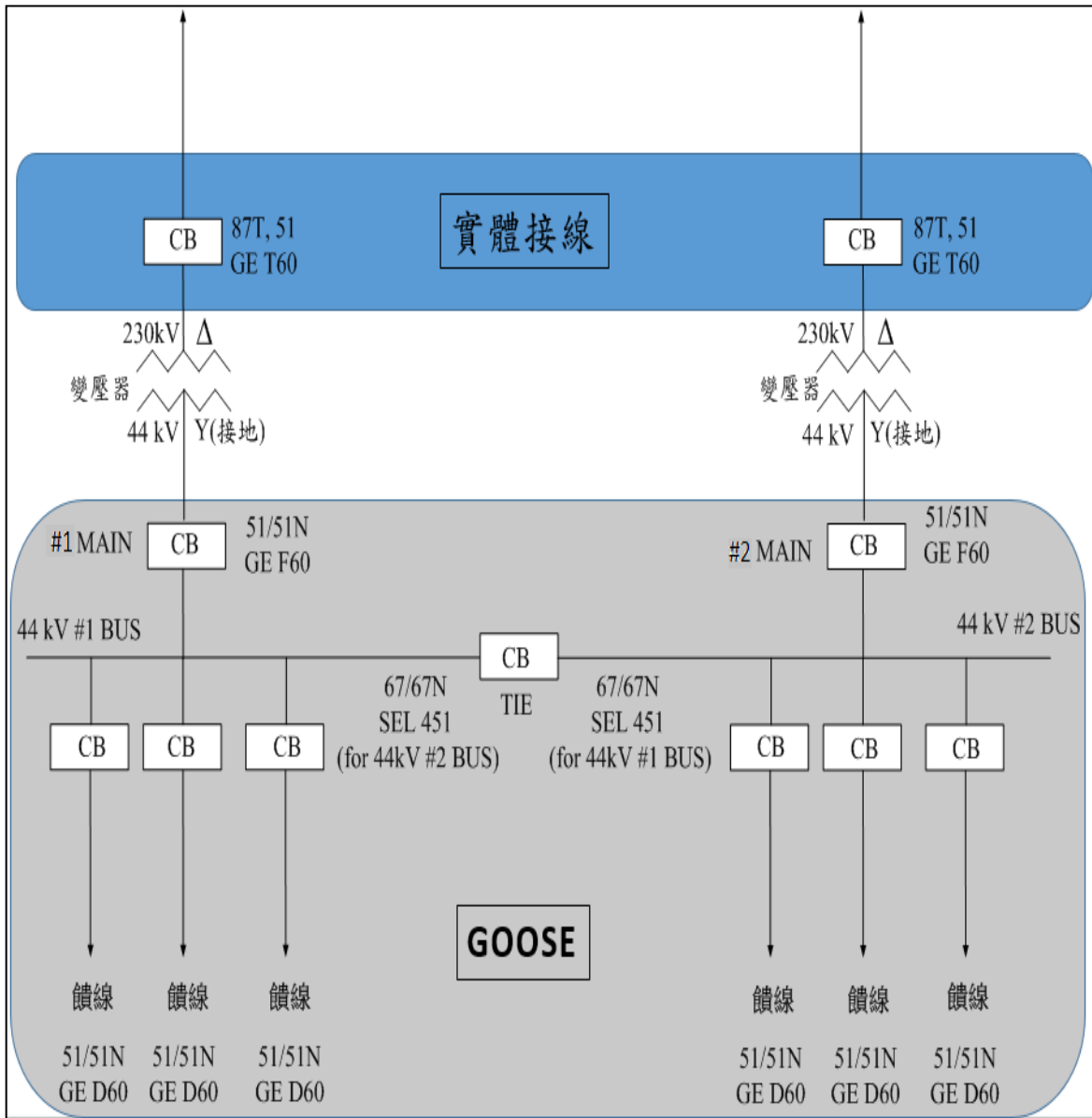


圖 17. 變電所內保護電驛規劃

在此架構下，當下游饋線發生相間短路故障時，饋線保護電驛 GE D60 會透過 GOOSE 送出 Trip 訊號啟斷饋線 CB，以隔離故障，並送出 Block 訊號至上游#1 MAIN CB 保護電驛 GE F60、TIE CB 保護電驛 SEL 451(如圖 18)。

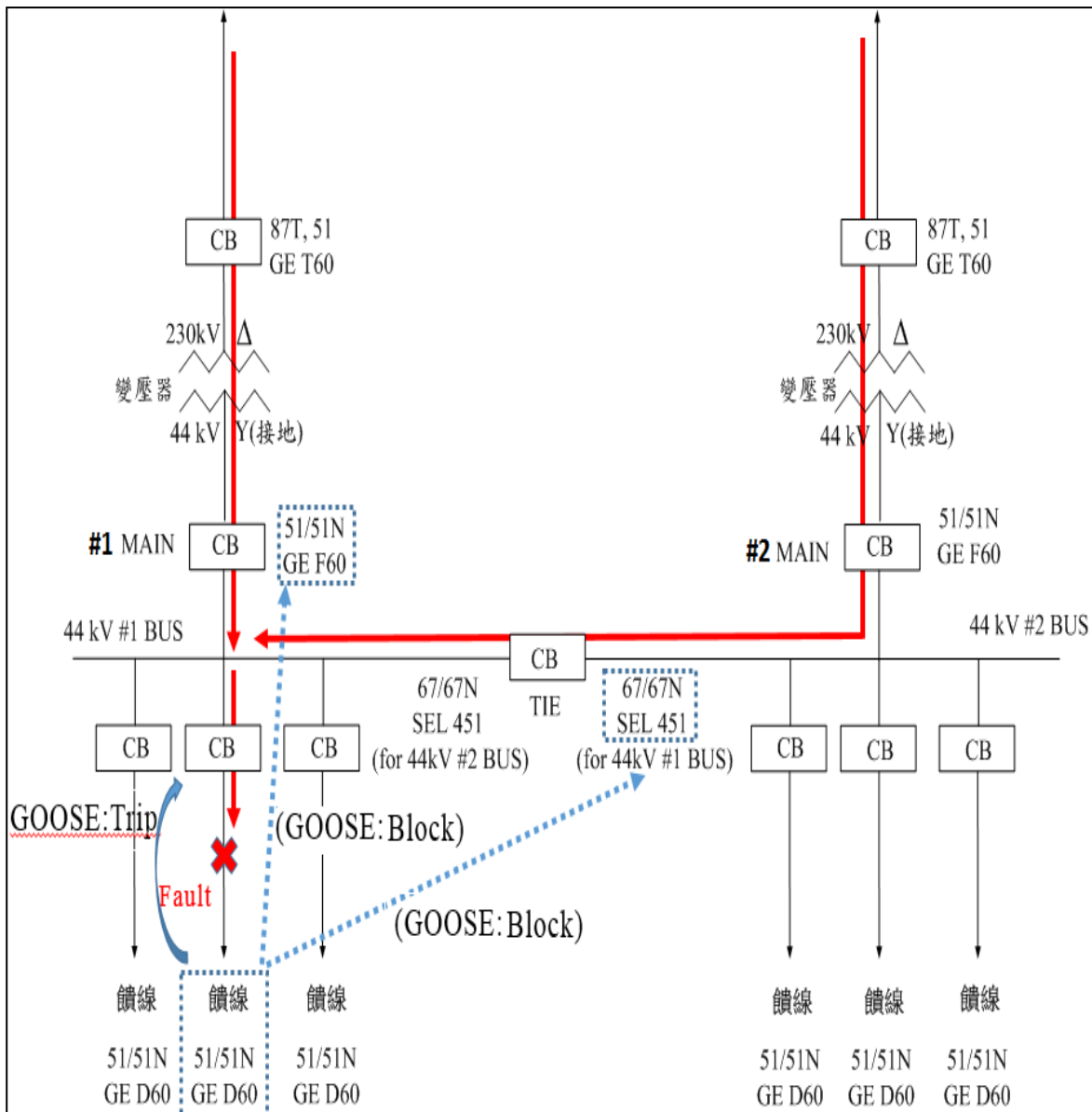


圖 18. 下游饋線故障時，相關電驛之動作情形

若下游饋線 CB 因故無法正常啟斷時，饋線保護電驛 GE D60 將不再送出 Block 訊號至上游#1 MAIN CB 保護電驛 GE F60、TIE CB 保護電驛 SEL 451，依保護協調啟斷上游#1 MAIN CB、TIE CB，以隔離故障(如圖 19)。

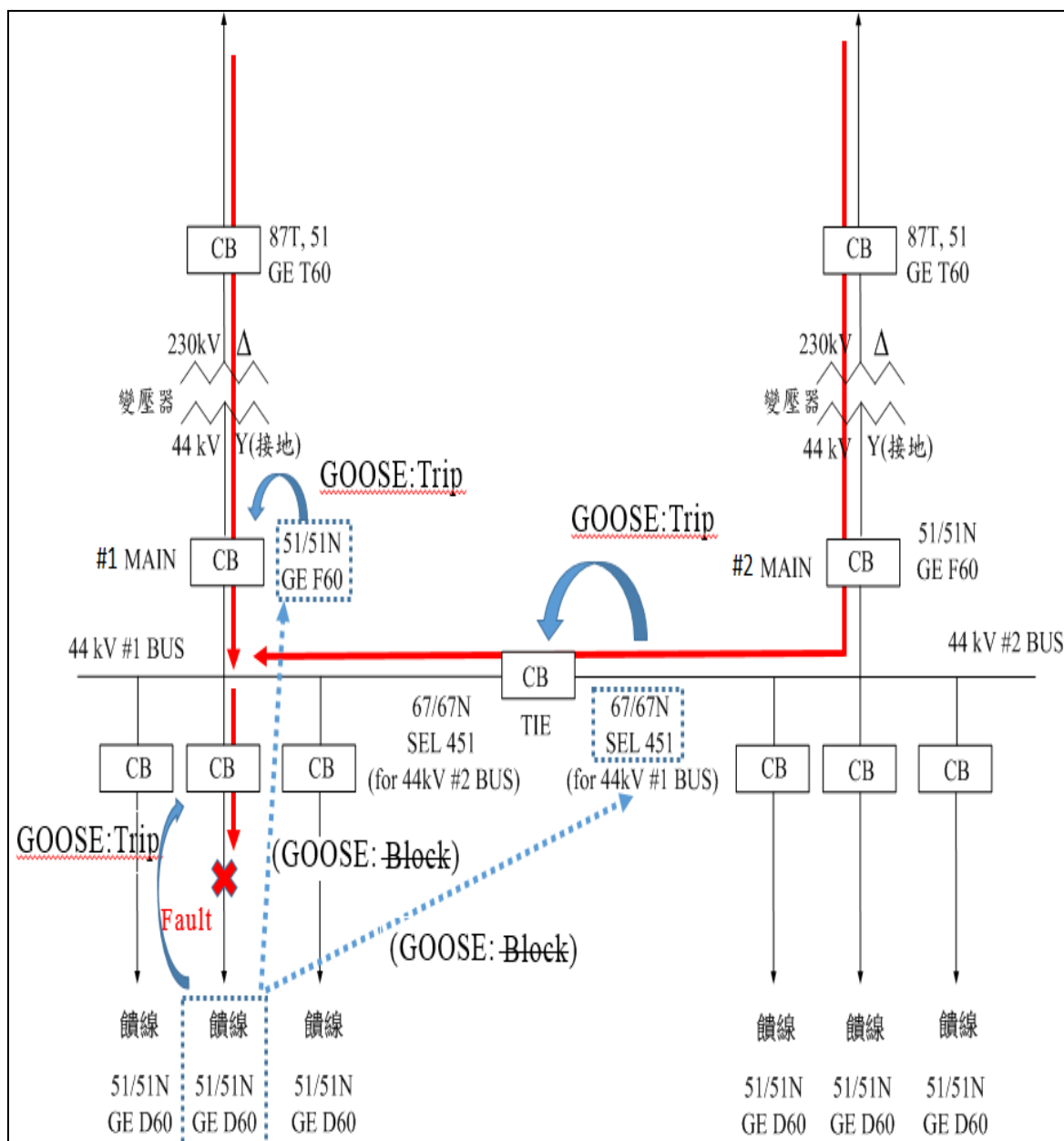


圖 19. 下游饋線故障且 CB 跳不開時，相關電驛之動作情形

在此架構下，當低壓側 44kV #1 BUS 發生相間短路故障時，變電所內之饋線保護電驛 GE D60 皆無法偵測到故障，故障係由 #1 MAIN CB 保護電驛 GE F60、TIE CB 保護電驛 SEL 451 動作清除，惟此變電所僅配電等級之電驛採 GOOSE 訊息交換，因此只有 TIE CB 保護電驛 SEL 451 送出 Block 訊號至 #2 MAIN CB 保護電驛 GE F60(如圖 20)。

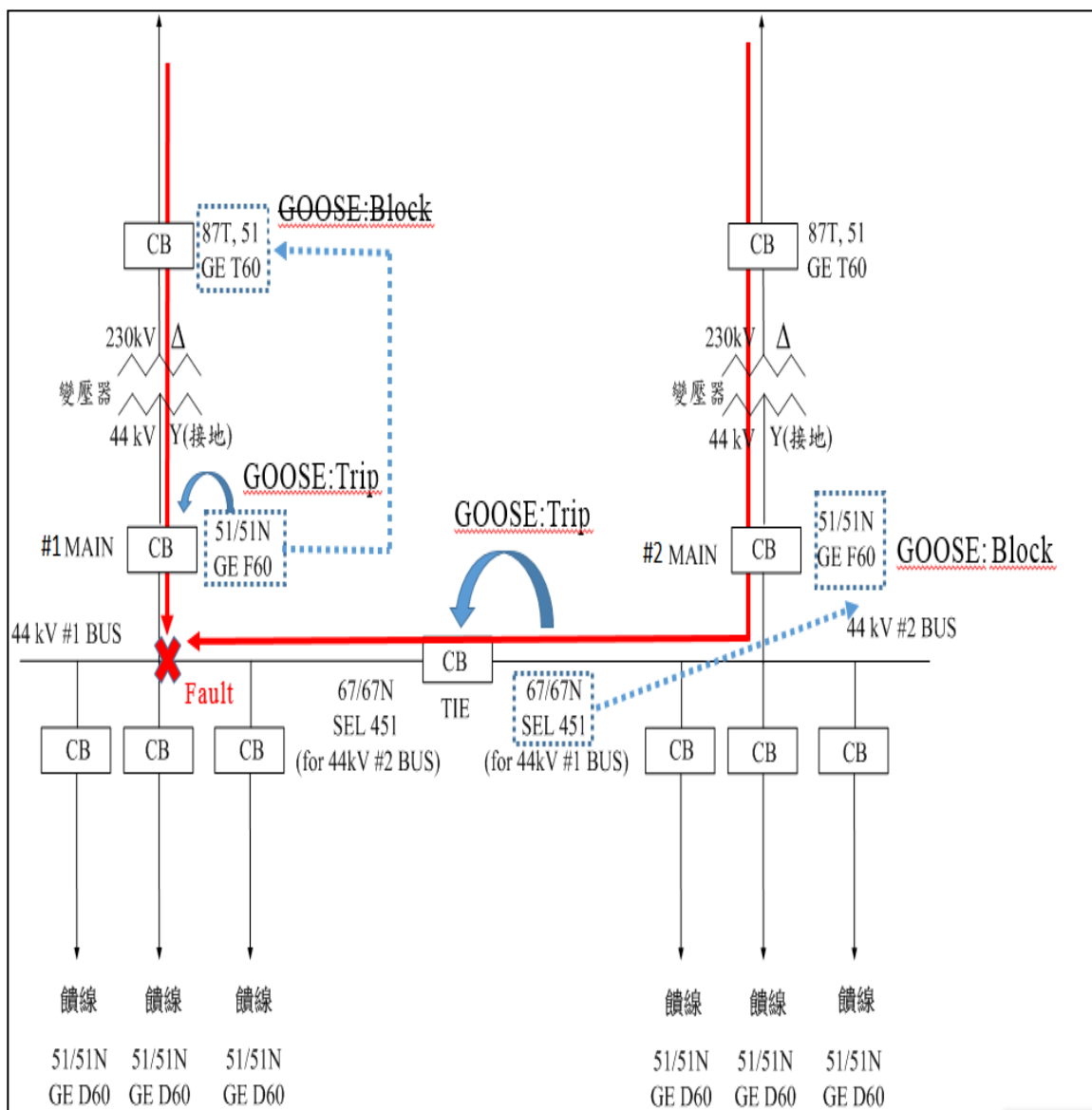


圖 20. 44kV #1 BUS 故障，相關電驛之動作情形

若#1 MAIN CB因故無法正常啟斷時，依保護協調改由變壓器保護電驛 51，以實體接線方式啟斷變壓器高壓側 CB；若 TIE CB 因故無法正常啟斷時，TIE CB 保護電驛 SEL 451 將不再送出 Block 訊號至#2 MAIN CB 保護電驛 GE F60，依保護協調改由#2 MAIN CB 保護電驛 GE F60 51 動作跳脫(如圖 21)。

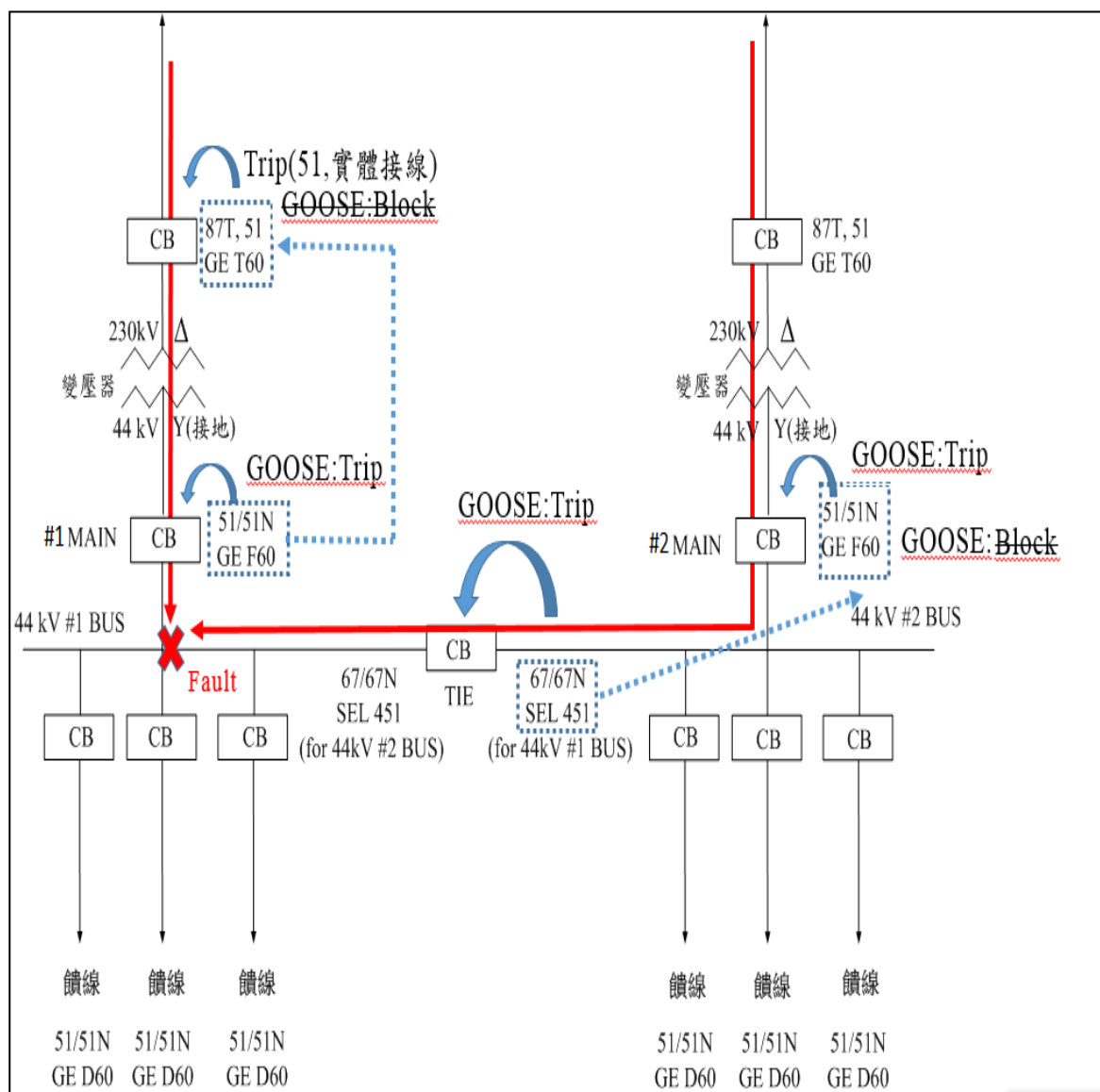


圖 21. 44kV #1 BUS 故障且 MAIN CB 或 TIE CB 無法跳開時，相關電驛之動作情形

二、GE Interoperability Lab

GE Interoperability Lab(如圖 22)位在加拿大萬錦市之 GE 研發中心，於 2012 年底成立，主要用來測試在 IEC 61850 標準下，GE 電驛與其它廠家電驛，如：ABB、SIEMENS、SEL、ALSTOM (已被 GE 併購)等，彼此間訊息傳遞能力與互操作性，如測試過程中出現錯誤，GE 原廠技師即可在實驗室內設法找出問題之癥結並加以解決，以提高 GE 電驛之市場競爭力。



圖 22. GE Interoperability Lab

本公司輸電等級(69kV 以上)之電驛設備使用了許多 SEL 製、GE 製之保護電驛，因此 GE 原廠技師從 Interoperability Lab 中選取了 SEL 411L 電驛(如圖 23)與 GE L90 電驛(如圖 24)，實際示範這兩款不同廠牌型式之電驛，如何在 IEC 61850-8-1 標準下，透過 GOOSE 傳遞與交換訊息，範例如下：



圖 23. SEL 411L 電驛



圖 24. GE L90 電驛

範例：當 GE L90 電驛之 PUSH BUTTON 1 狀態改變時，SEL 411 電驛即可收到訊息，並於面板指示燈顯示。

STEP 1：將 SEL 411L 電驛與 GE L90 電驛之 IP 位址設定為同一區段，並將電驛 ICD 檔移入 IEC 61850 軟體整合平台，如圖 25。

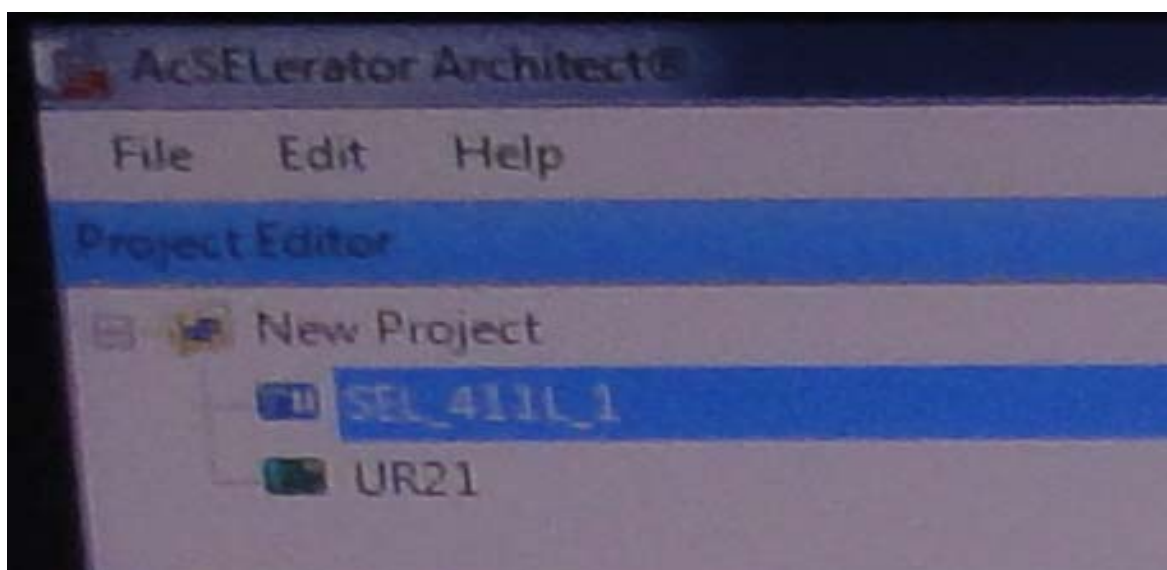
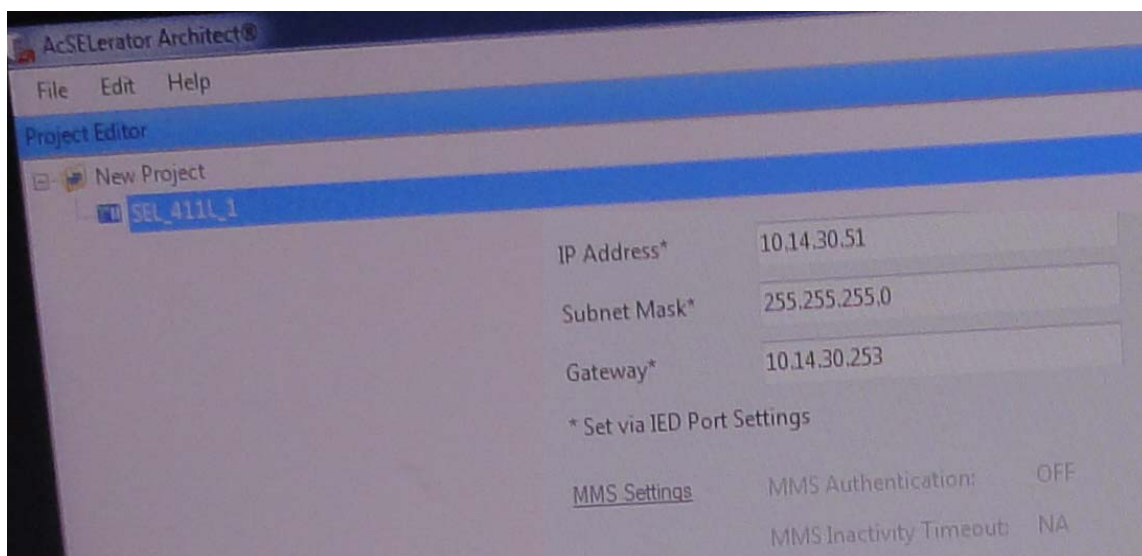


圖 25. 整合 SEL 411L 電驛與 GE L90 電驛之軟體平台

STEP 2：設定 GE L90 電驛 PUSH BUTTON 1 狀態訊息，如圖 26。

PARAMETER	PB 1
Prog Pushbutton 1 Function	Latched
Prog Pushbutton 1 Top Text	USER PB 1
Prog Pushbutton 1 On Text	
Prog Pushbutton 1 Off Text	
Prog Pushbutton 1 Hold	0.1 s
Prog Pushbutton 1 Set	OFF
Prog Pushbutton 1 Reset	OFF
Prog Pushbutton 1 Autoreset Function	Disabled
Prog Pushbutton 1 Autoreset Delay	1.0 s
Prog Pushbutton 1 Remote Lock	OFF
Prog Pushbutton 1 Local Lock	OFF
Prog Pushbutton 1 Drop-Out Timer	0.00 s
Prog Pushbutton 1 LED Operand	OFF
Prog Pushbutton 1 Message Priority	Disabled
Prog Pushbutton 1 Events	Enabled



圖 26. 設定 GE L90 電驛 PUSH BUTTON 1 狀態訊息

STEP 3 : GE L90 電驛將訊息 GOOSE 傳送至 STATION BUS , 如圖 27 。

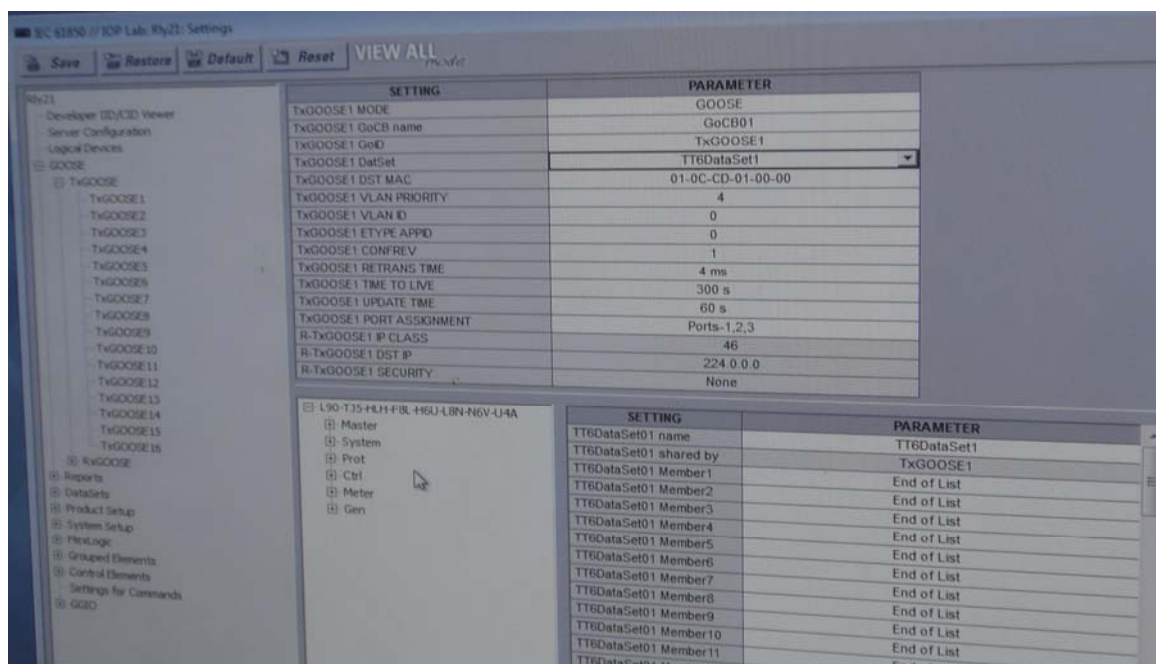


圖 27. GE L90 電驛將訊息 GOOSE 傳送至 STATION BUS

STEP 4 : SEL 411L 電驛經 STATION BUS 接收 GOOSE 訊息 , 如圖 28 。

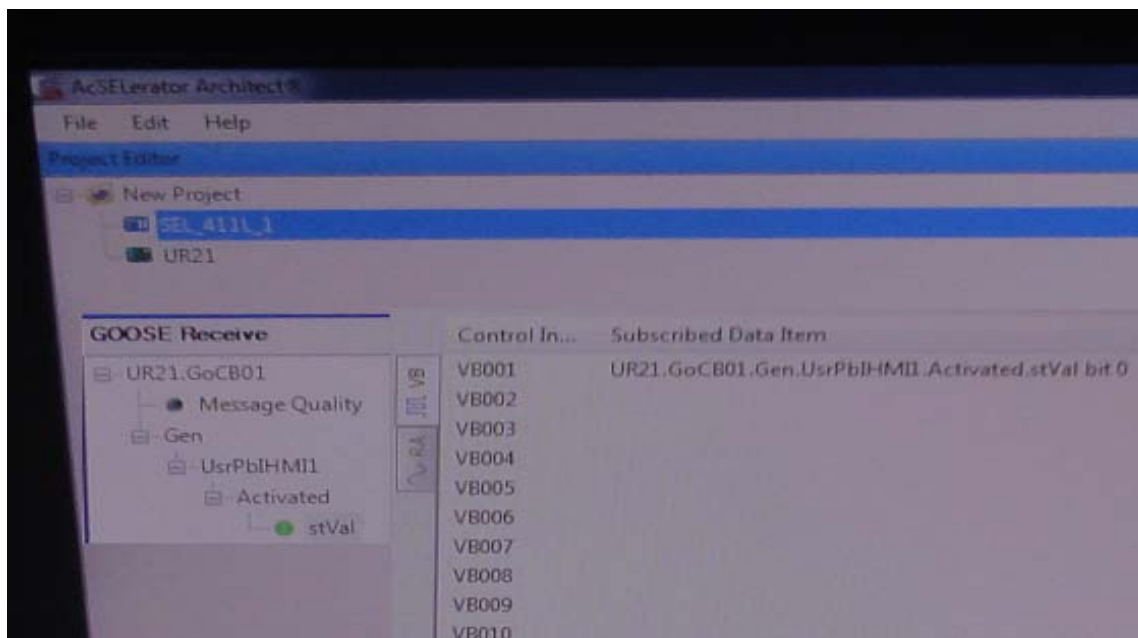


圖 28. SEL 411L 電驛經 STATION BUS 接收 GOOSE 訊息

STEP 5：SEL 411L 電驛將接收到的訊息 VB001 規劃於面板顯示燈 PB9，
如圖 29。

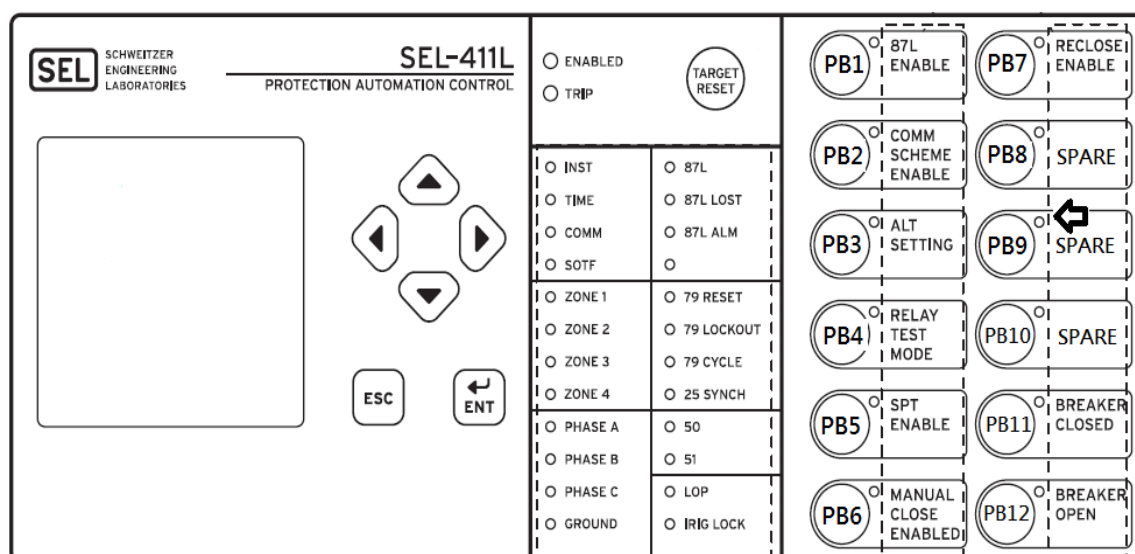
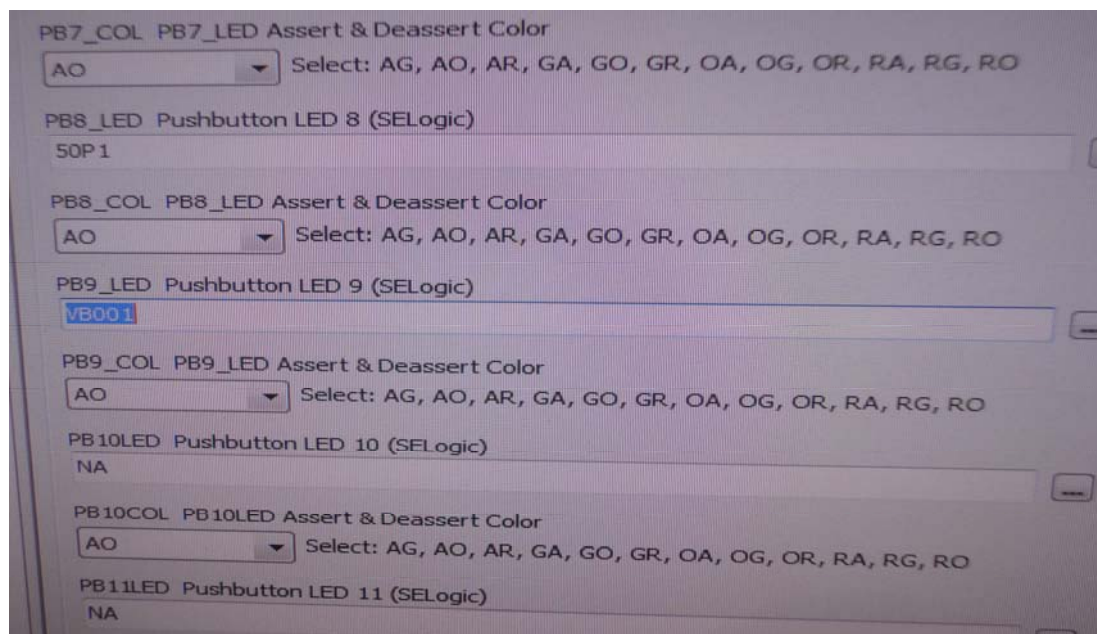


圖 29. SEL 411L 電驛將接收到的訊息 VB001 規劃於面板
顯示燈 PB9

STEP 6：測試 GE L90 電驛之 PUSH BUTTON 1 狀態為邏輯 0(未亮燈)時，
SEL 411L 電驛之面板顯示燈 PB9 之狀態也為邏輯 0(未亮燈)，
如圖 30。



PUSH BUTTON 1 狀態為邏輯 0(未亮燈)



面板顯示燈 PB9 狀態為邏輯 0(未亮燈)

圖 30. 測試 GE L90 電驛之 PUSH BUTTON 1 狀態為邏輯 0(未亮燈)時，
SEL 411L 電驛之面板顯示燈 PB9 之狀態也為邏輯 0(未亮燈)

STEP 7：測試 GE L90 電驛之 PUSH BUTTON 1 狀態為邏輯 1(亮燈)時，
SEL 411L 電驛之面板顯示燈 PB9 之狀態也為邏輯 1(亮燈)，
如圖 31。



PUSH BUTTON 1 狀態為邏輯 1(亮燈)



面板顯示燈 PB9 狀態為邏輯 1(亮燈)

圖 31. 測試 GE L90 電驛之 PUSH BUTTON 1 狀態為邏輯 1(亮燈)時，SEL 411L 電驛之面板顯示燈 PB9 之狀態也為邏輯 1(亮燈)

伍、心得與建議

一、心得

- 由衷感謝長官給予我出國實習的機會，使我能一窺電驛領域之最新技術，此次國外實習，深刻體會到英文及專業的重要性，唯有兩者兼具方能與國外技師即時溝通研討，本人亦樂意將實習期間之所見所聞，與各位同仁一同分享、成長。

二、建議

- 分散式匯流排保護電驛在國外已使用多年，安全性與可靠度應無疑慮，未來如有採購，建議優先使用於本公司松樹 P/S、中壢 P/S、觀音 P/S 等檔位較多之匯流排保護。
- 本公司現正推動建置 IEC 61850 智慧變電所，建議可參考加拿大 Owen Sound 智慧變電所架構，先將本公司配電等級設備逐步汰換至符合 IEC 61850 規範，再視其運轉成果評估是否應用至輸電等級設備。
- 智慧電網與保護電驛技術日新月異，期望上級長官能持續派員出國吸收新知識、新技術，俾利本公司供電穩定可靠。

陸、參考資料

- [1] GE 公司提供之講義。
- [2] TOSHIBA 公司提供之講義。
- [3] INSTRUCTION MANUAL BUSBAR PROTECTION RELAY GRB100。
- [4] INSTRUCTION MANUAL B95 Plus。
- [5] TECHNICAL MANUAL NUMERICAL BUSBAR PROTECTION RELAY(P741, P742 & P743)。