

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：實習)

(裝訂線)

智慧型保護電驛之運用

服務機關：台灣電力公司

出國人職稱：電機工程師

姓名：劉哲良

出國地區：加拿大、美國、日本

出國日期：90年06月4日至90年06月27日

報告日期：90年08月10日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱： 智慧型保護電驛之運用

頁數 37 含附件： 是 否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話/陳德隆/23667685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

劉哲良/台灣電力公司/電力調度處/電機工程師/(02)23666649

出國類別： 1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他

出國期間：90年6月4日至90年6月27日 出國地區：加拿大、美國、日本

報告日期：89年8月17日

分類號/目

關鍵詞：

內容摘要：(二百至三百字)

- 一、智慧型保護電驛為目前全世界電驛發展趨勢，其具備多功能、維護週期長、存取數據靈活等特性，再加上此電驛具有記錄事故發生時電力系統變化狀態的功能，有助於分析事故發生原因及作為日後改善的依據，提升保護系統的可靠度。
- 二、此次造訪加拿大 GE、美國 RFL 及日本 Toshiba 等三個智慧型保護電驛的生產工廠，分別研習 Universal Relay(GE)、RFL9300、GRZ100 及 GRL100(Toshiba) 等保護電驛。由於通訊的技術大量運用在目前的智慧型電驛，使得電驛的保護及協調有了相當大的改善空間，進而結合控制系統並將自動化變電所的功能向前邁開一大步。

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

目錄

壹、出國原由-----	4
貳、行程說明-----	5
參、智慧型保護電驛基本結構-----	6
肆、各廠牌智慧型保護電驛之介紹	
一、GE 公司-Universal Relay-----	9
二、RFL 公司-RFL9300-----	18
三、Toshiba 公司-GRZ100、GRL100-----	26
伍、保護電驛的沿革及未來趨勢-----	31
伍、心得感想-----	35

壹、出國原由

為因應新式智慧型保護電驛發展趨勢，以利本公司輸電線路保護系統之規劃運用與維護工作的簡化，需吸取國外新知並對其特性、原理有深入認知與了解，方能發揮其最大功效，確保供電安全、系統穩定。

智慧型保護電驛具備多功能、維護週期長、存取數據靈活等特性，再加上此電驛具有記錄事故發生時電力系統變化狀態的功能，有助於分析事故發生原因及作為日後改善的依據，提升保護系統的可靠度。

目前本公司輸電線路大多仍以電磁式電驛為主，為因應日後陸續引進採用之智慧型電驛能靈活運用於系統保護上，實須派員學習相關技術。

貳、行程說明

日期

工 作 內 容

90/6/4	90/6/4	往程 (台北 溫哥華 多倫多)
90/6/5	90/6/10	在 GE 公司加拿大分廠參與 Universal Relay Application 1 的訓練課程。
90/6/11	90/6/11	行程 (多倫多 紐約 Booton)
90/6/12	90/6/18	在 RFL 公司研習 RFL9300 輸電線差流電驛及搭配保護電驛的通訊設備 RFL9745 和 IMUX2000
90/6/19	90/6/20	行程 (Booton 紐約 東京)
90/6/21	90/6/26	在 Toshiba 公司研習 GRZ100 測距電驛及 GRL100 輸電線差流電驛
90/6/27	90/6/27	返程 (東京 台北)

參、智慧型保護電驛基本結構

電力系統之所以能正常運轉，將電源從發電廠傳輸至變電所，最後再到達用戶，且當事故發生時，能降低設備受損程度，隔離故障區域，使系統再次恢復正常，這些種種功能的發揮均需靠電驛來完成，由此可知電驛在電力系統中所扮演的角色有多麼重要。電驛為了完成這項保護電力系統的任務，其本身需具備以下幾種能力：

- 一、具有二十四小時全天候不眠不休監視電力設備的能力。
- 二、當電力設備發生異狀時，具有判斷是否為故障的能力。
- 三、當判斷結果是屬於其保護範圍，則需有迅速發送訊號啟斷相關的斷路器來隔離故障的能力。
- 四、故障隔離後要具有記錄故障情形的能力。
- 五、針對電力設備或系統的變更，電驛需有調整保護範圍的能力。

由於科技的進步，將電驛的製成帶進另一個領域。從過去 E/M Relay、接著 S/S Relay，其電驛的訊號也由類比訊號轉成數位訊號，再透過電子電路判斷是否達到故障的設定值。

而今新式的保護電驛稱之為智慧型保護電驛，其將電流值及電壓值數位化後，再經由中央處理器(CPU) 做正確的判斷，控制輸出接點，啟斷相關的斷路器，即時儲存所有資料，以提供電驛人員分析研判。

CPU

由於通訊設備的技術日漸發達，通訊媒介可將電驛的功能提升，增加可靠度，除此之外還可遠端存取資料，甚至可控制相關的斷路器。藉由電驛與通訊的結合，促使電力系統中的保護與控制這兩大功能均設計在智慧型保護電驛中，以取得最大的助益。其基本的結構如圖 3-1 所示：

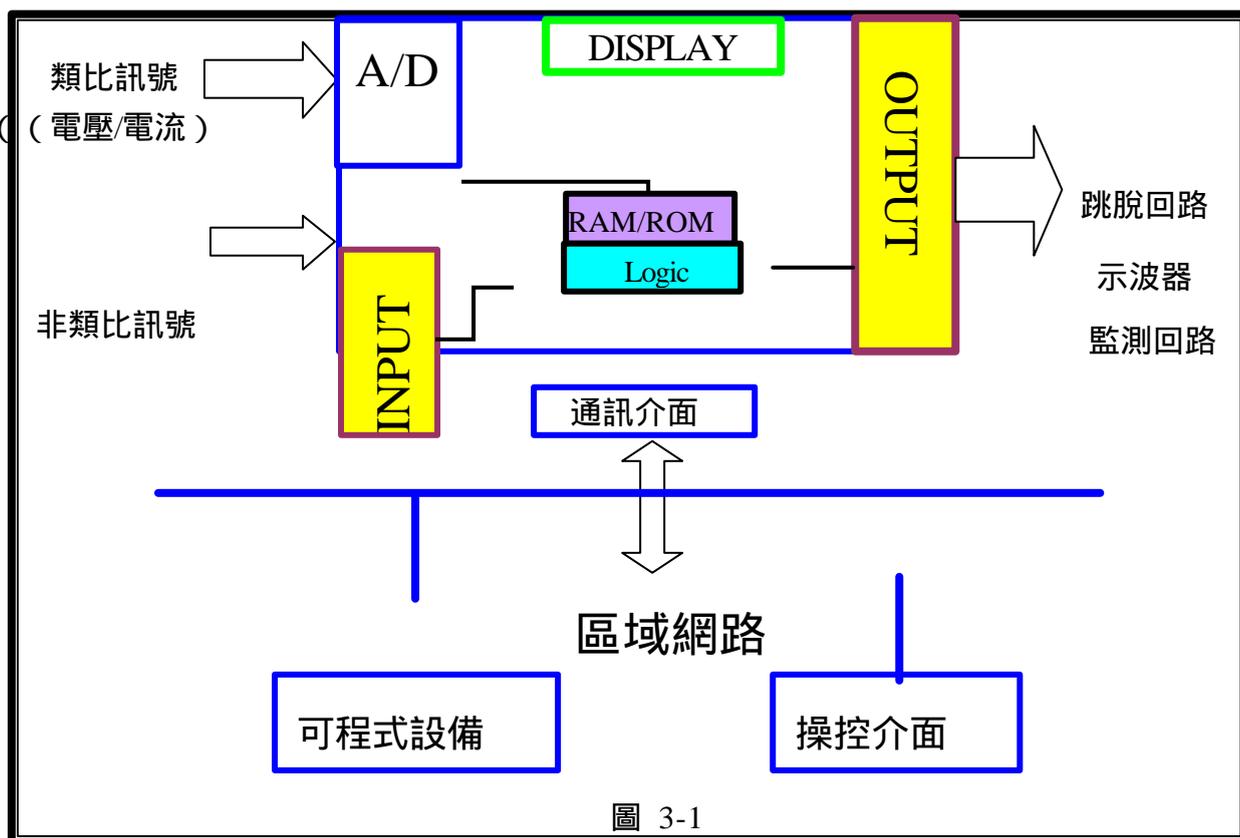


圖 3-1

智慧型保護電驛皆具備有以下幾種單元：

- (一)輸入/輸出單元 Input / Output Unit
- (二)類比/數位轉換單元 A/D Converter Unit
- (三)中央處理單元 Center Processor Unit 簡稱 CPU
- (四)記憶體 RAM/ROM
- (五)邏輯單元 Logic Unit
- (六)顯示器 Display
- (七)通訊介面 Communication Interface

一般而言，進入電驛的類比訊號分別為來自比壓器二次側的電壓及比流器二次側的電流，而非類比訊號則可分為來自斷路器 52/a 及 52/b 的狀態點、控制回路的 Use/Lock 訊號，或經由遠端的 Indication Reset Signal 等。

輸出單元則包含傳至跳脫回路的 Trip Signal、示波器的 Start Signal 以及監測回路的 Indication & Alarm Signal。中央處理單元、記憶體、邏輯單元則涵蓋所有電驛的標置、特性、計算及記錄等功能，根據本電驛的保護對象，研判是否有異狀產生，進而採取適當的訊號至輸出單元或通訊介面。而目前新式的智慧型保護電驛，皆搭配有通訊介面。經由通訊介面的技術，電驛便能完成下列任務：

- 一、輸電線保護差流電驛的訊號輸出比較。
- 二、測距電驛閉鎖保護的 Blocking Signal 或非閉鎖保護的 Permission Signal。
- 三、利用可程式設備遠端存取資料，包含標置更改、事故記錄及示波器波形圖。
- 四、利用控制介面做主控站與現場資訊傳遞，包含電驛所屬的線路電壓、電流、角度值，或斷路器的開閉狀態以及電驛動作的警示訊息等。

智慧型保護電驛其具有多功能、體積小、易於安裝測試及維護等特性，相較於過去傳統電驛一套四區間測距保護的電驛盤面約八到十只電驛，而光測試一盤電驛至少需四 五個小時，檢測新設電驛接線時往往需要花費大半天的時間才能確定其接線正確與否。基於人力、時間及檢測設備的考量，智慧型保護電驛實為

目前保護電力系統的最佳利器。

肆、各廠牌智慧型保護電驛之介紹

此次本人造訪了三家保護電驛製造廠，所製造的電驛分別是：

加拿大-多倫多 GE 公司的 Universal Relay 簡稱 UR

美國-紐約 RFL 公司的 RFL9300

日本-東京 Toshiba 公司的 GRZ100/GRL100

目前只有 Toshiba 公司所生產的 GRZ100 已使用在台電的 345KV 輸電線保護上，而 GE 公司的 UR 及 RFL 公司的 RFL9300 則曾來台做產品介紹，但尚未引進用於輸電線保護。

接著分成三個單元來詳細介紹這些電驛的特性及動作原理。

一、GE 公司-Universal Relay

GE 公司在加拿大 Toronto 工廠是以生產、測試、研發及訓練智慧型保護電驛 Universal Relay(簡稱 UR)為主。而此次行程則是參與 Universal Relay Applications 1 的訓練課程。課程是由 GE 公司的資深講師 Steel McCreery 先生來指導及講解，整個課程包含了硬體、軟體的介紹及實際的操作演練，再加上來自各國的工程師互相的研討，使我們對 Universal Relay 有一番深切的瞭解與認識。

UR 可說是一個電驛未來發展的重要指標，其將電力系統上的保護、控制及通訊結合在同一個單體上，讓使用者能很方便的規劃一個系統的單線圖，藉此來取得所有現場的資料，再透過快速的通訊傳輸介面，使主控站能即時的監控及操作所屬的變電所。

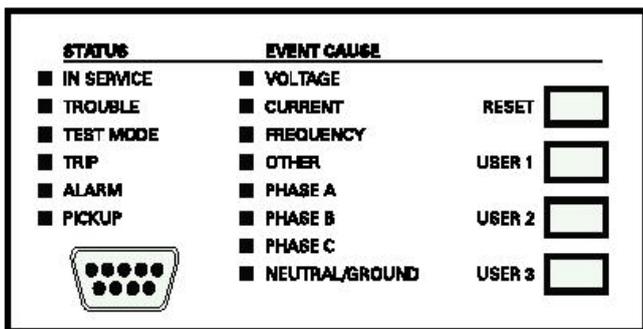
Universal Relay Application 1 的訓練課程內容如下：

- 電驛外觀及面板操作介紹
- 軟體的安裝及設定
 - 基本的 Flex Logic 的使用說明
 - 電驛動作的事件記錄和示波器的功能講解
 - 單線圖的繪製與實際電力系統保護、控制的結合
 - 電驛的設定與測試
 - 通訊的架構及運用方法

在電驛外觀及面板方面可從圖 4-1-1 看出，主要分成三大部分。第一部份為左側的 LED 指示器及 RS232 連接埠，其提供電驛動作後的跳脫及各種狀態的指示，另外透過 RS232 連接埠，電驛人員至現場可利用個人電腦 PC 與 UR 連結後，做標置更改、故障記錄及示波器等資料的存取動作。第二部分則位於右上方的 LCD 顯示幕，此顯示幕共兩排，每排能顯示二十個字元，其配合下方的操作鍵盤及連結的 PC，即時顯示目前電驛的操控狀態。而右下方則為第三部分—操作鍵盤，經由這些鍵盤，使用者可對電驛做基本的設定及讀取監測數據等功能。

其次打開電驛面板後，我們可看到其內部是由一塊一塊模組組成的，分別有電源供應器、CT&PT、類比/數位的 I/O、中央處理器 CPU 等基本模組，另外在根據不同型式的保護電驛插上不同的邏輯模組。如下圖所示





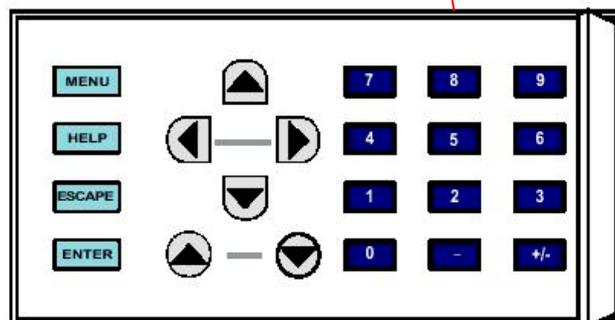
LED 指示器及 RS232 連接埠



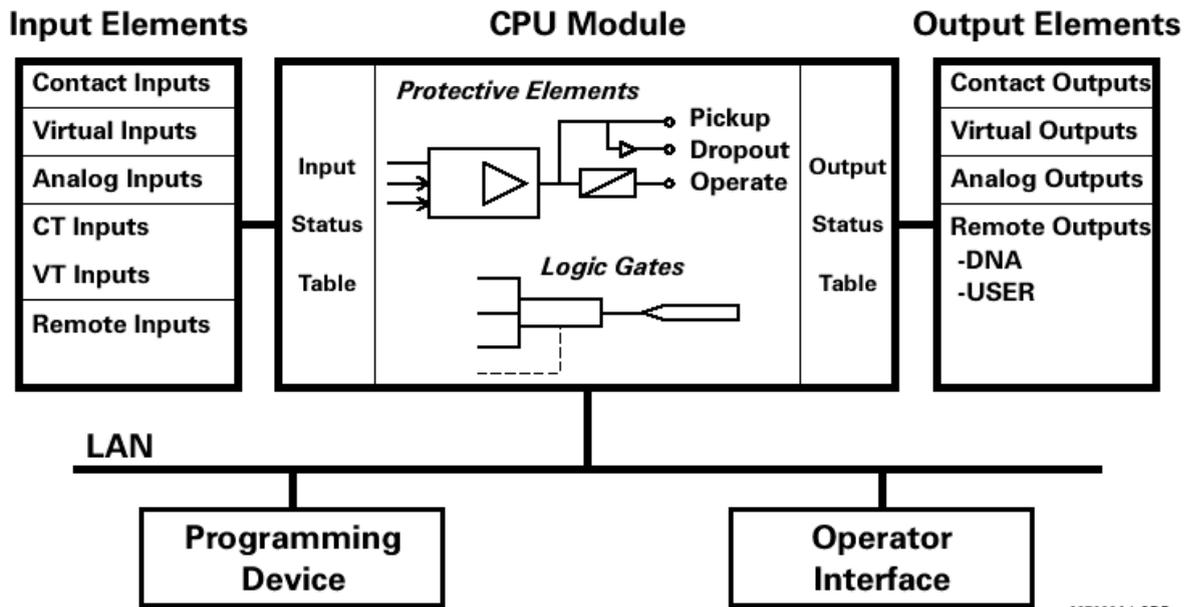
LCD 顯示幕



Universal Relay 的面板及外觀



操作鍵盤



R27822A1.CDR

而 UR 的內部設置一個獨立的插槽來裝置通訊介面，其可根據客戶的需求選擇適當的 Interface。圖 4-1-2 則說明了 UR 的整體架構，與先前所提智慧型保護電驛是相同的，而其最大的特色則在於 GE 公司為 UR 所量身定做的 URPC，這是一套免費的軟體，任何人皆可在 GE 的網站取得，網址是：

<http://www.geindustrial.com/industrialsystems/pm/software/ur/index.htm>

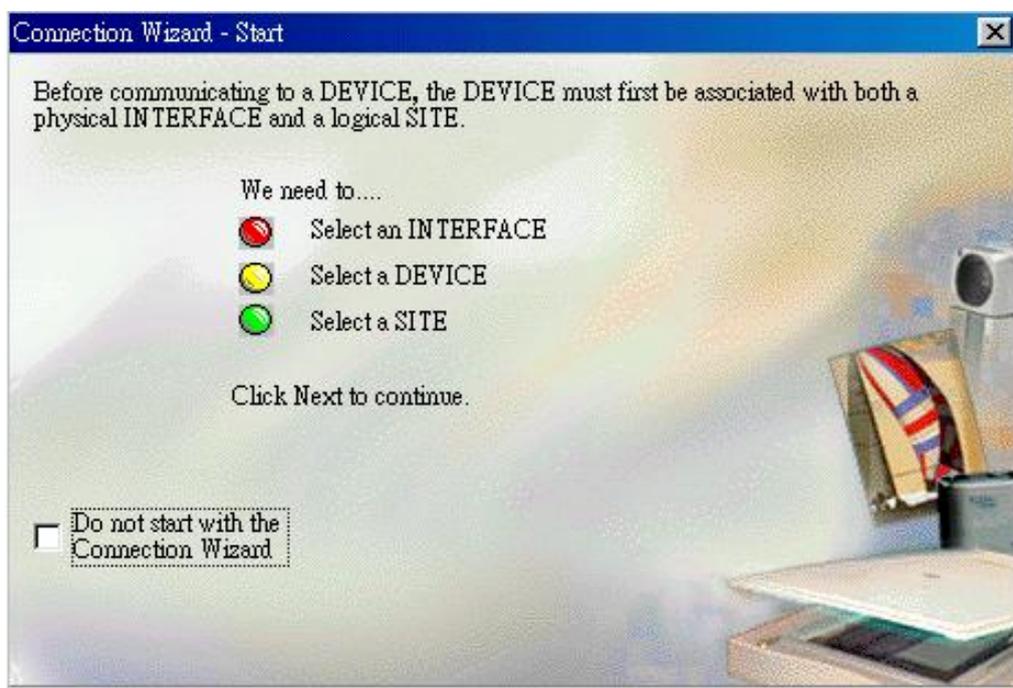
其檔案大小約為 7.6M，檔名：URPC Version 2.60(exe)，下載後執行便可。此程式適用於 Microsoft Windows 95/98/NT 的作業系統，安裝後點選在電腦桌面的 URPC 便可啟動此程式。URPC 提供使用者對所連結的 UR 做標置設定、監測、維護及故障資料的存取，除此外也可經由此程式做近距離、遠距離區域網路的通訊架構以及利用數據機透過電話線來連結 UR 的設備。使用者可在 Off-Line (UR 設備與操控電腦無連接線互相連結，也就是所謂的離線狀態

)或者 On-Line(UR 設備已用連接線與操控電腦連結時)執行程式，在 Off-Line 的情形下使用者可以準備電驛的設定及標置，將其存成參數設定檔，等 On-Line 時再下載到 UR 中，在 On-Line 的狀態所做的設定皆以即時(Real-Time)的方式呈現。

至於要如何使用這個程式？首先要建立一個 SITE LIST，SITE LIST 就像一個橋樑，透過這個橋樑個人電腦 PC 才能和 UR 溝通，如同上網申請的帳號或 E-mail Address 一樣，相對不同的電驛有不同的位址。

設定的內容包含 Interface 的選擇-RS232、Modem 或 Ethernet 等，至於選擇哪種介面則取決於當時是利用何種方式連結至電驛。接著要做的是 Device 建立及選擇，不同型式的 UR 及客戶所訂製的功能對應一個序號（Device Identification Number），你可直接 On-Line 讀取 Device Identification Number 或自行鍵入，最後再將此 Device 建至所建立的 SITE 中。

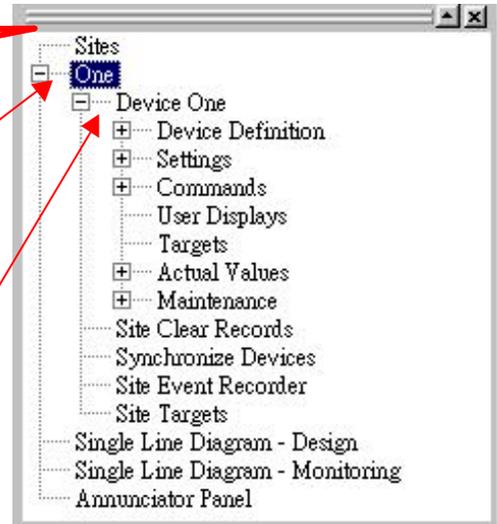
當第一次開啟此程式，會出現一個連線精靈的訊問方塊(如下圖所示)，你可以跟著 Step by Step 來完成 SITE LIST 的建立。



右圖為建立完成 Site List 後，開啟 URPC 則會有這些選單。

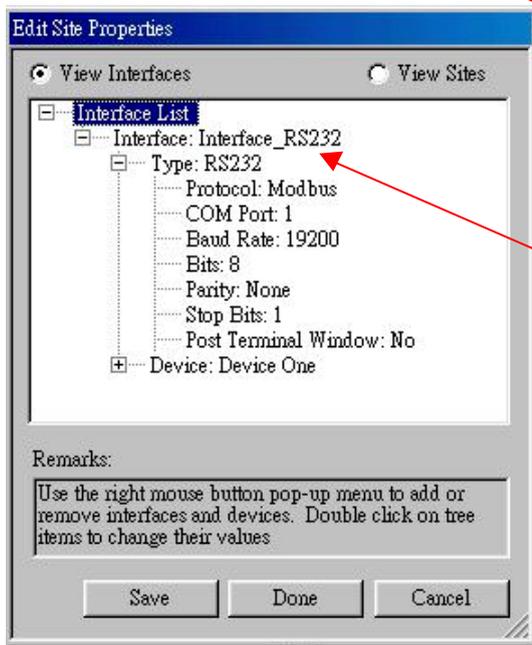
"One" 為使用者自訂的 Site's Name

"Device One"為使用者自訂的 Device Name

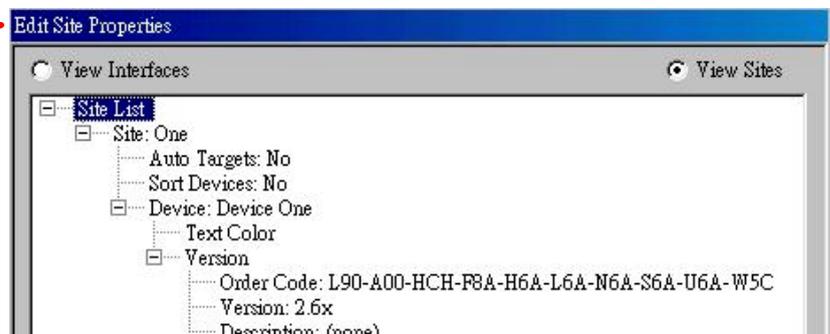


左圖為設定 Interface 時的選單

"Interface_RS232 為使用者自訂的 Interface's Name



右圖為 Site 的設定選單



Version 的 Order Code
可直接 On-Line 讀取或
自行鍵入

另外 GE 公司在 UR 中設計了一套相當實用的功能 Flex Logic。邏輯回路在過去傳統的數位式電驛被設計來完成許多特定的功能。而這些設計絕大部分是無法更改，不然便是要直接更換 IC 才能變更設計。如下圖所示，傳統的邏輯回路設計在動作元件中，一旦輸入接點符合其動作條件便輸出訊號至接點輸出端。



而 Flex-Logic 則可做許多的變化與選擇，不但可很容易的設計及加新的邏輯回路，甚至也可透過區域網路來加以控制其輸出入訊號。做了再多的設計也不會因此增加額外的配線。跟據下圖傳統的設計及 GE 的 Flex-Logic 比較結果，更能明瞭 Flex-Logic 所帶來的便利之處。

Traditional hard wired control versus UR FlexLogic™.

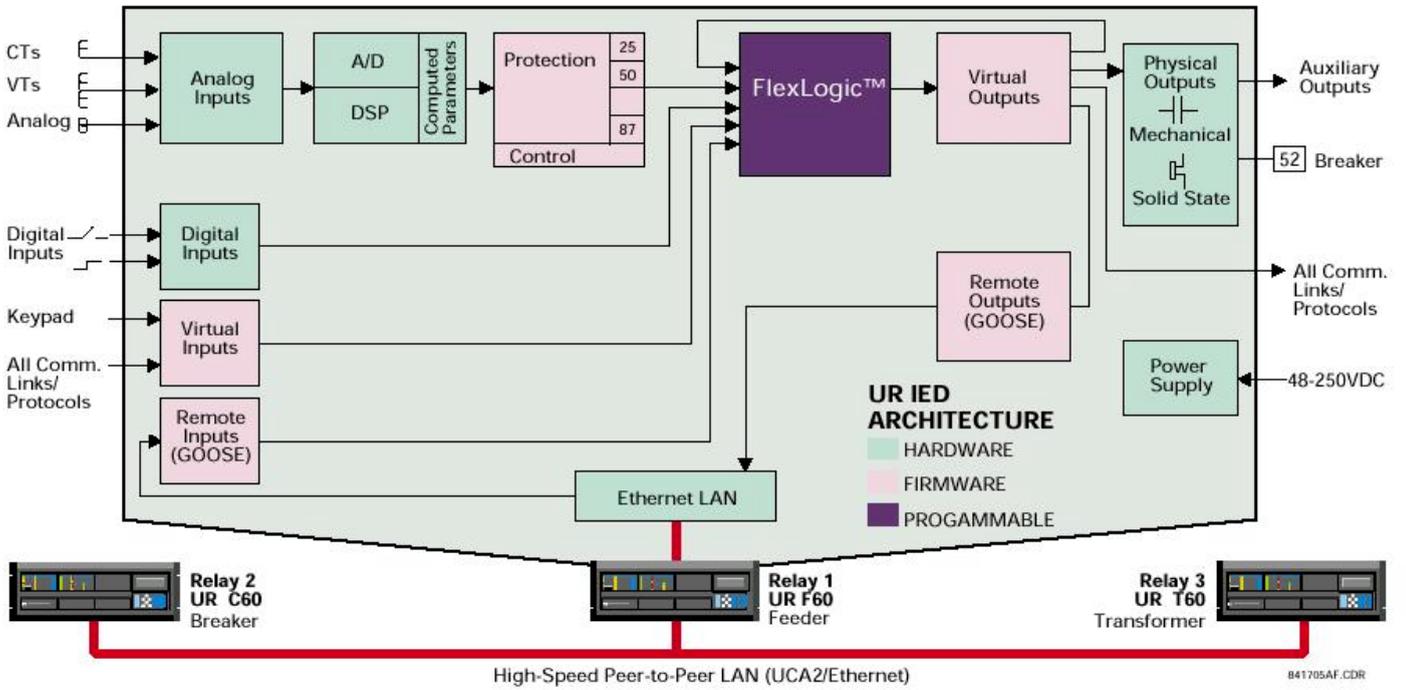
Traditional

~~Multiple relays/transducers
Complex wiring
Fixed wired logic
Rack space and real estate
Local targets, panel indicators~~

FlexLogic™

✓ Few multifunction IEDs
✓ Control via LAN
✓ Programmable logic
✓ Fewer panels, smaller building
✓ Computer display, more information

Programmable FlexLogic™ in UR family IEDs reduces cost with fewer devices and wiring while making complex schemes and future changes easy to implement.



4-1-3

圖 4-1-4

從圖 4-1-3 中不難看出來一套可程式的 Flex-Logic 在整個多變的保護系統確實有其必要性。除了在程式操作上相當容易外，電驛外在端子無須繁雜的配線，無形中也省了許多的成本。

目前 UR 系列在輸變電系統保護的電驛型式有下列幾種：

F60/F35	Feeder	饋線保護
L90	Line Current Differential	輸電線差流保護
L60	Line Phase Comparison	輸電線相位比較保護
T60	Transformer	變壓器保護
D60	Line Distance	輸電線測距保護
C60	Breaker failure	斷路器故障保護

透過通訊網路將 UR 系列電驛整合在一個自動化變電所，使電驛充分發揮其保護及控制的功能。此項設計也是 GE 公司在研發 UR 時的主要目的。圖 4-1-4 則將所有可利用的通訊設備皆表示在內，包含變電所內 10Mbps 的網路通訊，並可接至遠端的主控站來監測此所的保護電驛及相對的斷路器狀態。另外也可透過數據機與電驛連線後，電驛人員可於任何地方利用行動電話來遙控相對應的所有電驛。

同樣的，當電驛人員到達現場時也可使用 RS232 的連接埠，將 UR 與個人電腦連線，藉此將此電驛上所記錄的資料下載儲存。而以上的動作我們也可透過遠端的通訊連接來取得電驛的資料。

雖無法完全認同 "Universal" 這個名詞加諸在電驛上的意義，

但 Universal Relay 的確已擁有相當多其他電驛尚未取用的功能，希望 GE 公司在未來能秉著 Universal 的精神，為保護電驛開拓另一番新視野。

二、RFL(Radio Frequency Laboratories)公司-RFL9300

此電驛為 RFL 所開發的第一套保護電驛，其主要的功能為輸電線差流保護。RFL 公司成立至今已邁入八十年，起先是以生產研究飛機上的無線通訊系統為主，如今通訊設備還是 RFL 主要的產品。至於為什麼要生產輸電線差流保護電驛呢？因為此種保護電驛有 90% 是利用到通訊的原理及技術，所以在擁有大批通訊人才，且通訊技術相當成熟的 RFL 公司於九年前開發出此型電荷比較系統之 RFL9300-Charge Comparison System。

此電驛在電力系統的保護原理如圖 4-2-1 所示，在正常的狀態下電力潮流由 A 端流向 B 端，而進入 A 端與 B 端 RFL9300 的電流大小相等、角度相差 180° ，透過通訊的傳輸讓雙方收到彼此的電流資料，經電驛的 Charge Comparison System 判斷此為正常送電，並無故障現象。

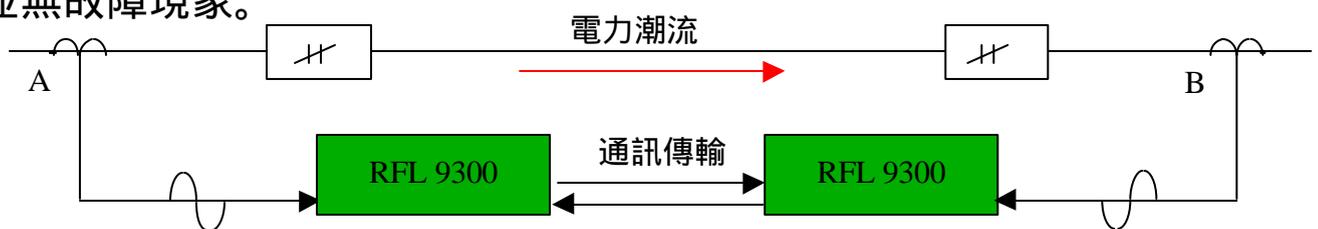


圖 4-2-1

相對的如圖 4-2-2 所示，進入 A 端與 B 端 RFL9300 的電流大小及角度皆相等，透過通訊傳輸讓雙方收到彼此的電流資料，經電驛的 Charge Comparison System 判斷出此為內部故障現象，兩端電驛送出跳脫訊號啟斷所屬的斷路器。

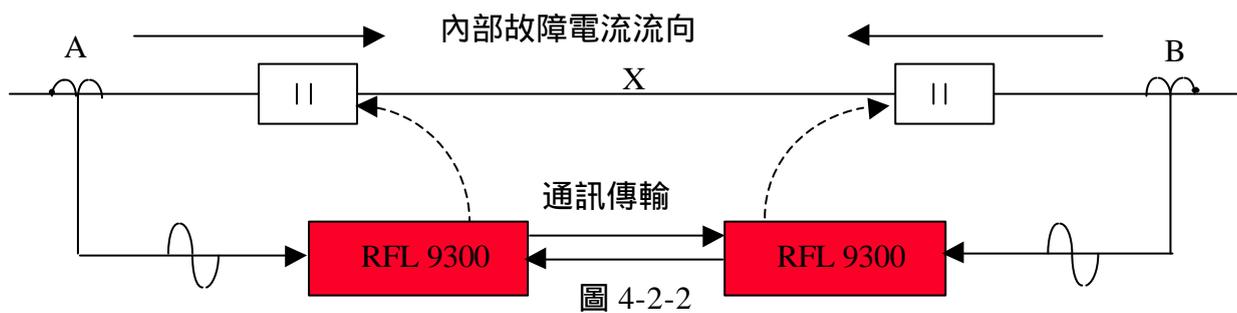
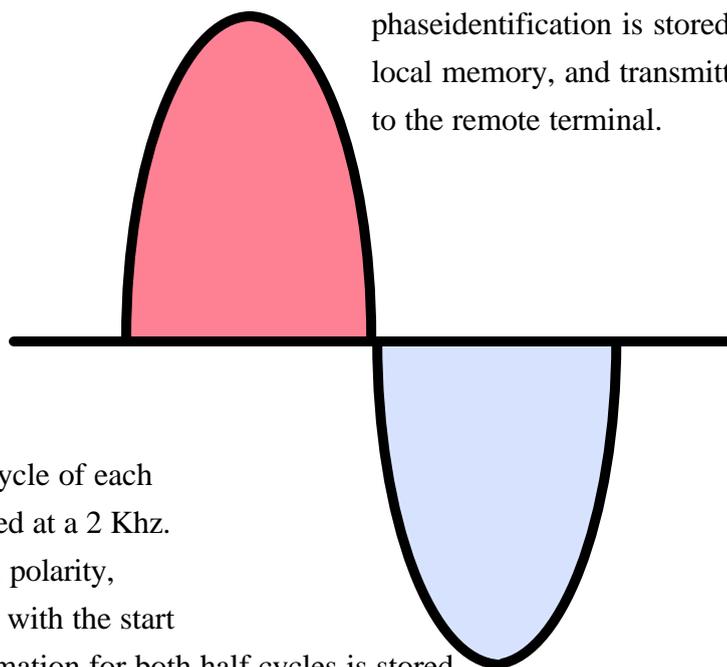


圖 4-2-2

Charge Comparison System 電荷比較系統，此系統利用每半週波 2Khz 的取樣速率，將所取得的數據依序逐一累加於記憶器中，得到半週波的面積，其單位為 Ampere-Second or coulombs，亦即電荷 (Charges)。電驛則每隔半週波發送一次記憶器中所儲存的電荷值至對方作比較，故稱此電驛為電荷比較系統。

差流電驛需要容量較大的通訊波道來傳送電流數據，及要有較精確的 Channel Delay Compensation (波道時滯補償)。RFL9300 則利用電荷比較的技术來改善波道容量問題。

The positive half cycle of each phase is sampled at a 2 KHz. rate. The magnitude, polarity, and phase identification is stored in local memory, and transmitted to the remote terminal.



The negative half cycle of each phase is also sampled at a 2 KHz. rate. The magnitude, polarity, phase identification, with the start and stop time information for both half cycles is stored in local memory, to be compared with values received from the remote terminal.

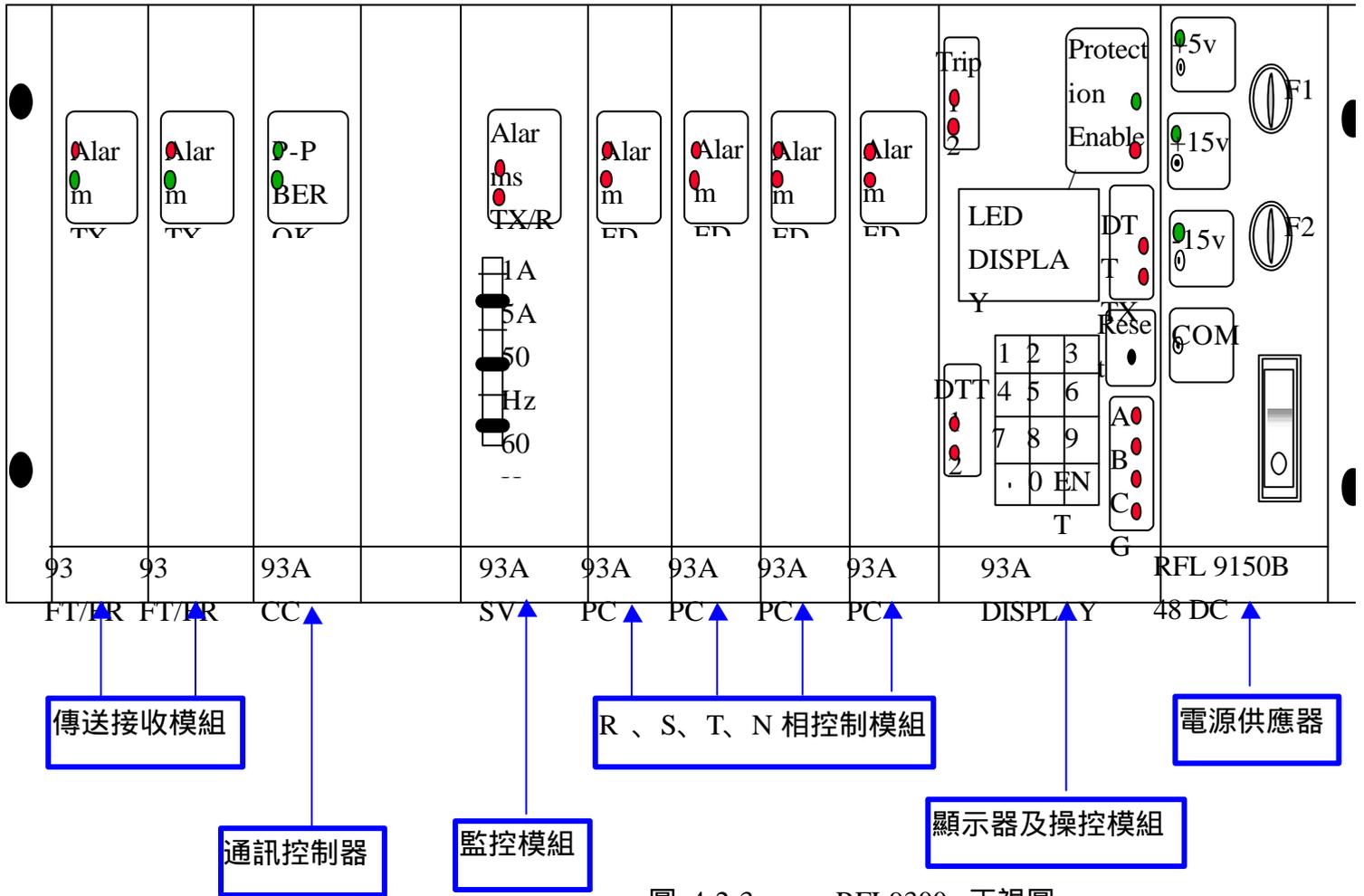


圖 4-2-3 RFL9300 正視圖

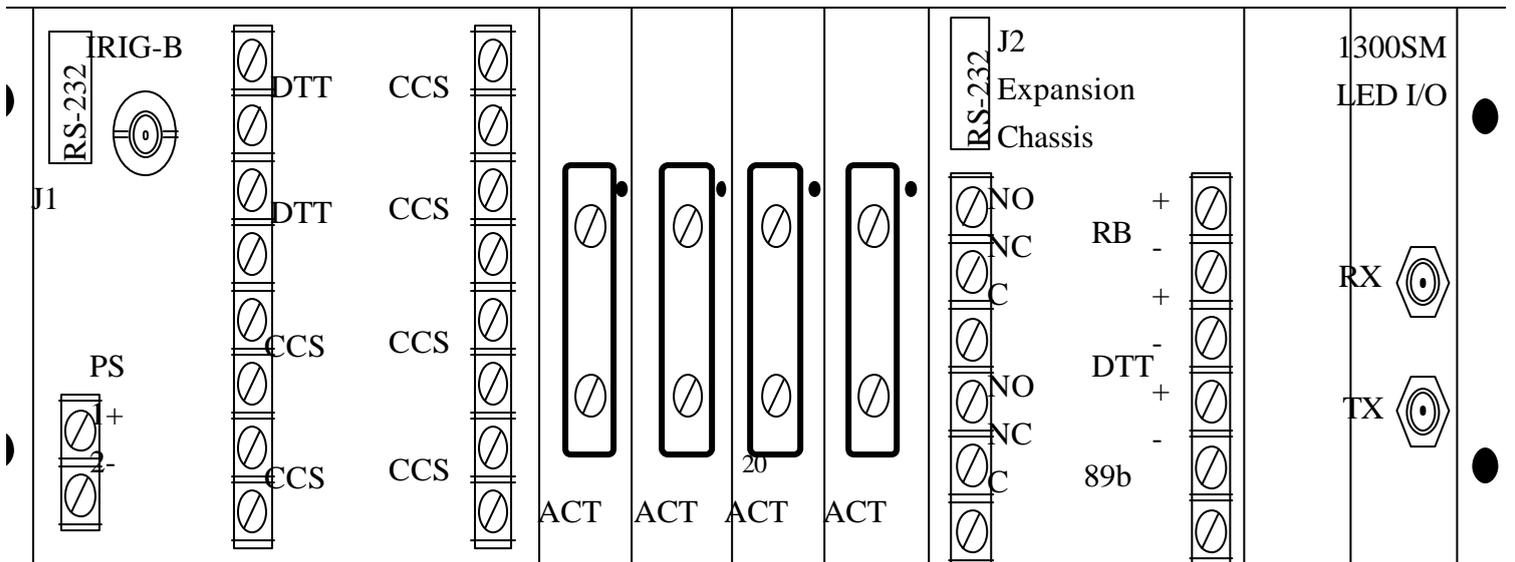


圖 4-2-3 為 RFL9300 的正視面板內容，其由六種不同的模組所組成的，每塊模組均可獨立抽換。其模組分別為電源供應器、顯示器及操控模組、R,S,T,N 相控制模組、監控模組、通訊控制器及傳送接收模組。

針對相控制模組而言，其將 R,S,T,N 四塊模組設計成相同型式且可相互抽換，更換後電驛的 CPU 會跟據相對位置將各相設定重置，以符合保護電驛的標置值。透過此項設計，電驛人員從監控模組得知某塊相控制模組有異狀後，可先抽換其他正常模組來研判是單純的模組故障或其相關接線有錯誤。如此便可用較短的時間來完成電驛的故障排除。

通訊控制模組則用來控制與管理本地與遠端的通信資料，此模組無須調整或改變其內部 Jumper，其自動判別訊號是藉由數據機、音頻或光纖等媒介傳輸。通訊控制模組啟動前會先判斷其通訊兩端的信號是否正常、波道是否相同、溝通位址是否正確且波道時滯值兩端是否相同。若有一項不符標準或設定值，其將會產生警示訊號知會現場操控人員，做進一步的處理。

關於波道時滯的補償(Channel Delay Compensation)，RFL9300 則採用兩種技術來自動設定及修正，其分別為乒乓回路及 DML，以下則針對這兩種技術加以說明：

(一) 乒乓回路(Ping-Pong) 如圖 4-2-5 所示

其利用遠端傳來的 PPI(Ping-Pong Initiate)訊號，此訊號內容包含電流波距 (Pulse Width) 及輪流等候發訊的時間 (Queue Time)，自動計算出波道時滯所需補償的時間。其約每一秒鐘校正一次。

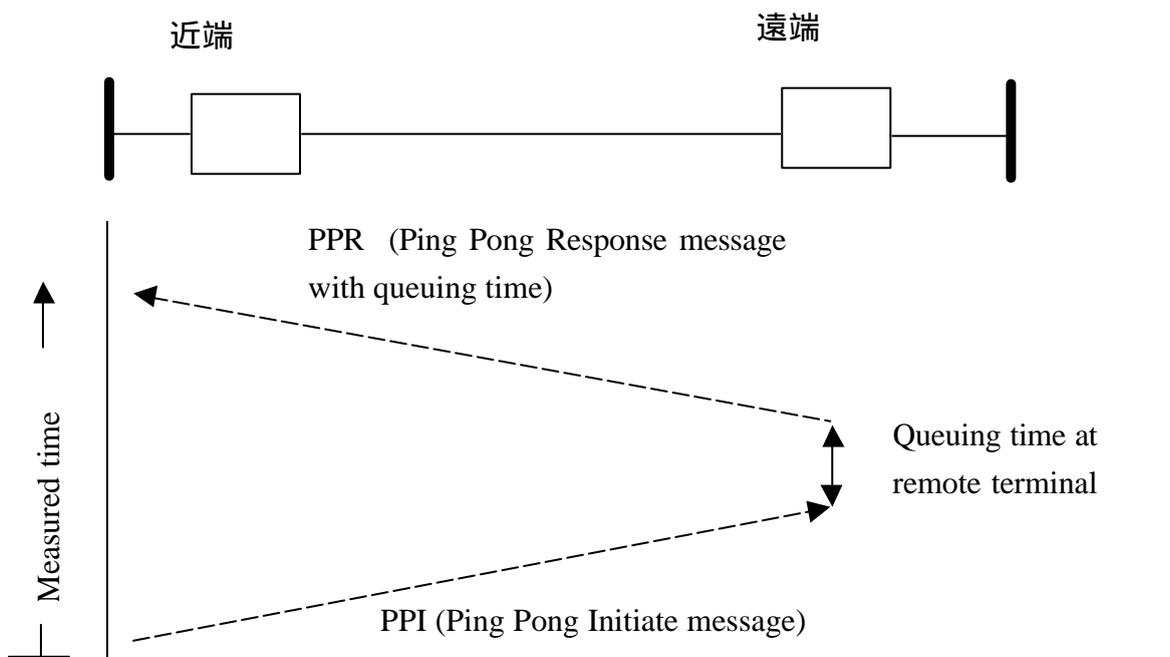


圖 4-2-5

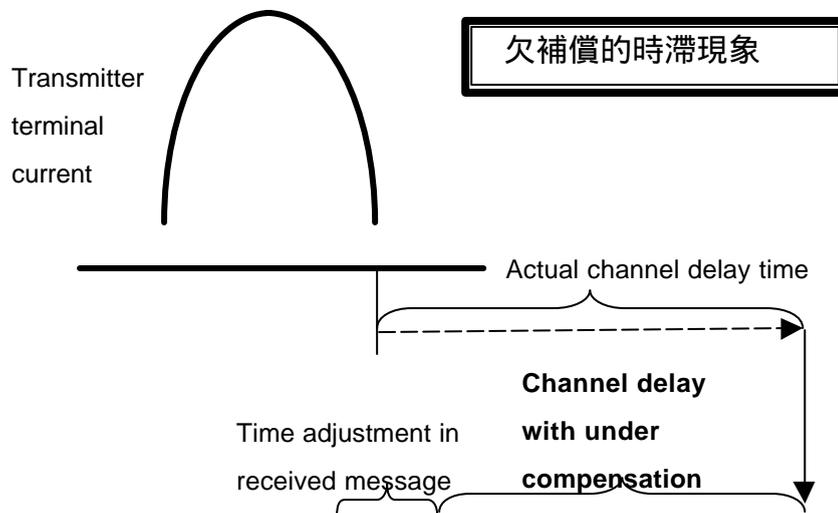
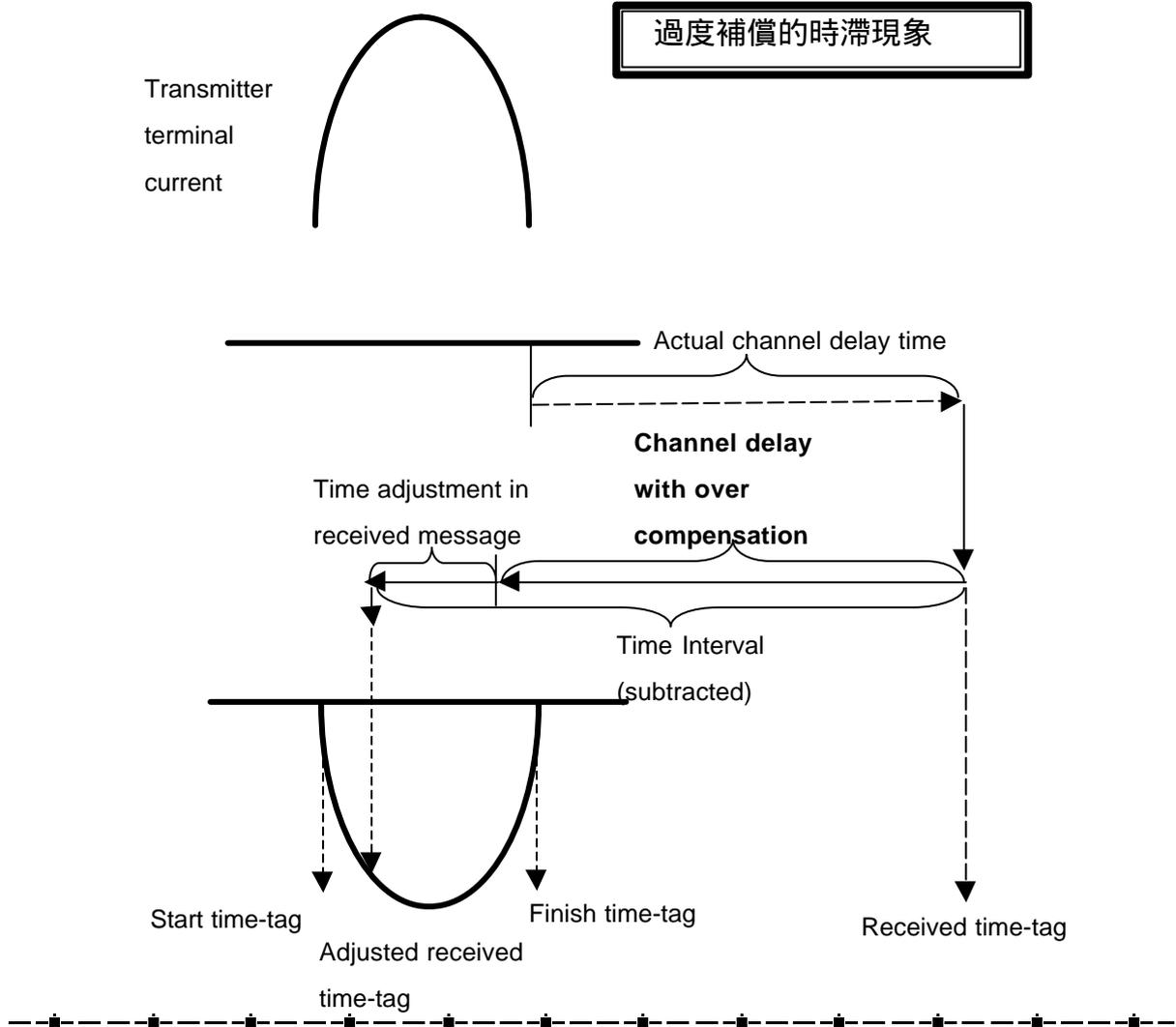
(二)DML (Delay Measurement-Load)

此技術並不常施行，僅在負載電流影響到既有波道時滯補償的設定值時才用 DML 方法修正。

由圖 4-2-6 則說明當外部事故發生時，對所產生的時滯現象做補償的情形，上圖為過度補償，下圖則為欠補償。

監控模組其透過顯示器及操控模組來整合所有電驛訊息，包含警示、盤後 I/O 埠的狀態及來自通訊模組的通訊狀態等，另外還監測 DTT(Direct Transfer Trip) 的訊號及斷路器的狀態，並記錄最後的五筆跳脫及五筆警告訊息。

顯示器及操控模組則針對不同警示或系統訊息以 RFL 專屬的對應碼(Code Number)表示。此面板上的 LED 可指示 DTT 及 CCS 跳脫動作情形，一旦 LED 燈亮起，此燈號將保持到值班人員將其重



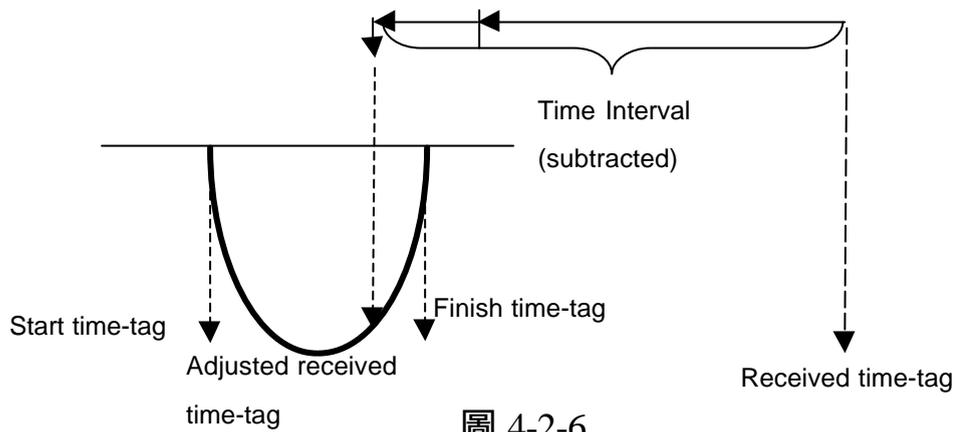


圖 4-2-6

置為止。另外示波器的資料則被儲存在此模組中，每筆記錄包含五週波的故障前波形及五週波故障後波形。

RFL9300 動作特性則決定在 Bias Level 的設定，由圖 4-2-7 得知，Bias 將 Charge Comparison 的特性劃分成兩塊區間，一塊是跳脫區 (Trip Region) 另一塊是抑制區 (Restraint Region)，橫軸偵測的是當時流經電驛近端及遠端的實際電荷值，而縱軸則偵測近端與遠端電荷比較後的差流值。至於轉折點後提升了跳脫的始動值，目的是避免外部故障後，電驛會因比流器飽和所產生的誤差，導致電驛誤動作。

圖 4-2-8 則說明在不同的輸電線架設方式下，廠家對 Bias 的建議值，在地下電纜 (UGD) 方面則由於對地電容大，相對充電電流也大，因此建議加上 3A 的安全值。而架空線 (OVHD) 則對地電容相較於地下電纜來的小，Bias 的設定值只需加上 1.5A 即可。

對於 RFL9300 在新設測試時，其重點在於兩端三相電流是否同相。測試時，一旦有錯誤立即產生警告，此時對照雙方的顯示值來判定錯誤在何處，由此可迅速更正錯誤的接線。

RFL 公司在設計此款電驛的基本概念是讓使用者易於操控、測試及事故分析。就以電驛與電腦 PC 之間的資料傳遞而言，並

不需要特定的軟體，只要利用一般電腦既有的 Windows 作業系統-終端機連線及 Office 的 Excel 編輯軟體，便可完成標置更改、存取事故資料及示波器資料的分析等工作。此項設計的確讓電驛人員無須再去適應一套新的軟體操作步驟，增加了許多的方便性，實為一項滿符合人性的設計。

Phase and Ground Bias Characteristics of Charge Comparison

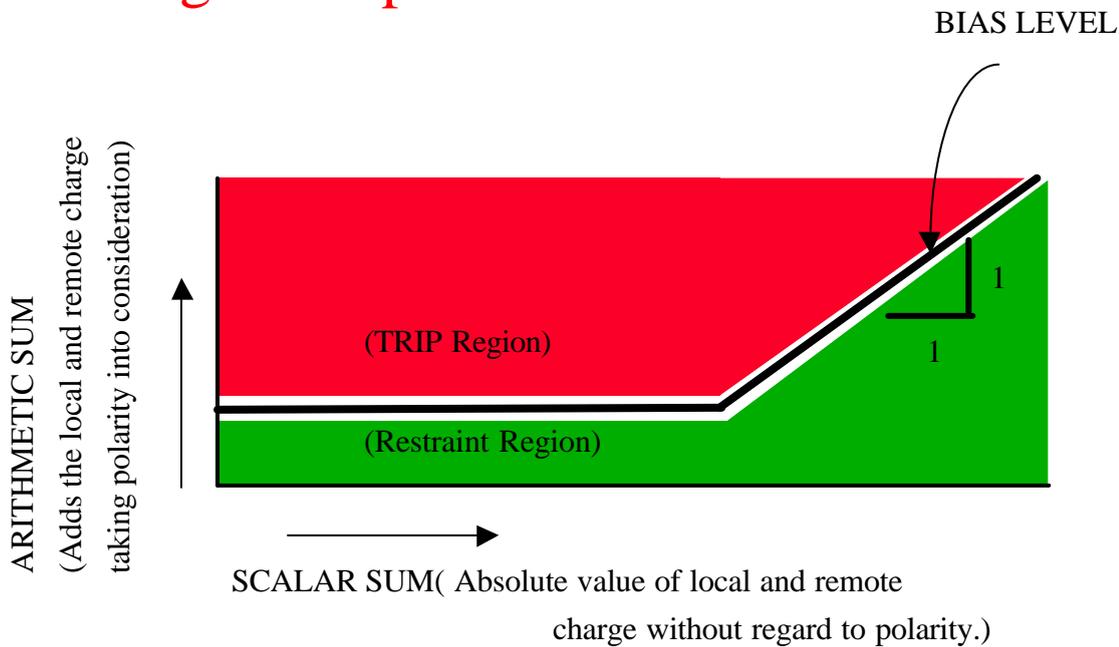
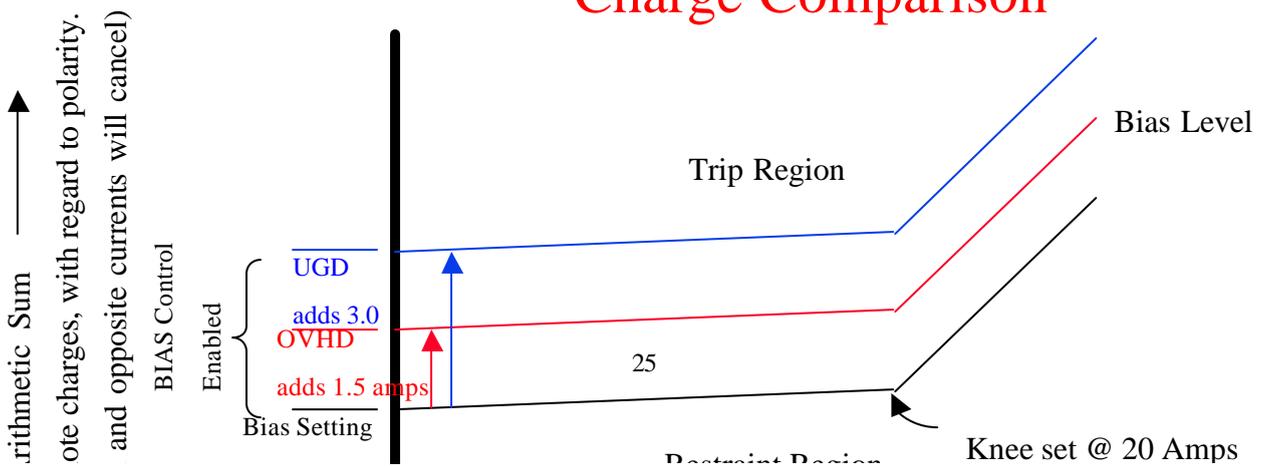


圖 4-2-7

Bias Characteristics of Charge Comparison



三、Toshiba 公司-GRZ100、GRL100

日本 Toshiba 公司在近幾年推出了一系列的智慧型保護電驛，其包含下列幾項：

- GRZ100 測距保護電驛
 - GRL100 輸電線差流保護電驛
 - GRT100 變壓器保護電驛
 - GRR100 自動復閉電驛
 - GRB150 高阻抗匯流排保護電驛
 - GRF100 頻率、電壓保護電驛
 - GRC100 斷路器故障保護電驛
- RSM100 GR 系列電驛操作程式

由於時間有限，此次的研習則針對 GRZ100 及 GRL100 這兩款電驛做完整的介紹。首先是 GRZ100，此型式的測距電驛已於兩年前便引進台電，目前皆裝置在 345kv 輸電線保護。不過此款電驛在經過兩年使用經驗後，有部分功能作了些修正。

在測距的保護區間由原來的 Mho-based 四區間特性，增加了四區間 Quadrilateral 的特性，讓使用者在標置設定有更多的選擇。另外在 Power Swing Blocking 方面也做了些修正，圖 4-3-2 為改良

後的特性曲線，原特性曲線 PSB-IN 的下緣設計在座標零的位置，而實際故障時有機會讓阻抗值落在座標零點的位置，甚至會跑到 PSBZ 的範圍內，導致電驛閉鎖不動作。為了防止此情形的發生，新的設計特別將 PSB-IN 遠離座標零點的位置。圖 4-3-1 則為 Power Swing Blocking 的邏輯圖。當系統搖擺時，其阻抗值會漸漸進入 PSBZ 的區間內，在此區間內若保持 20 ~ 60ms 內則會啟動 PSB 將電驛所選擇的跳脫區間閉鎖，一旦離開此區間後需經過 500ms 才能恢復原保護跳脫模式。

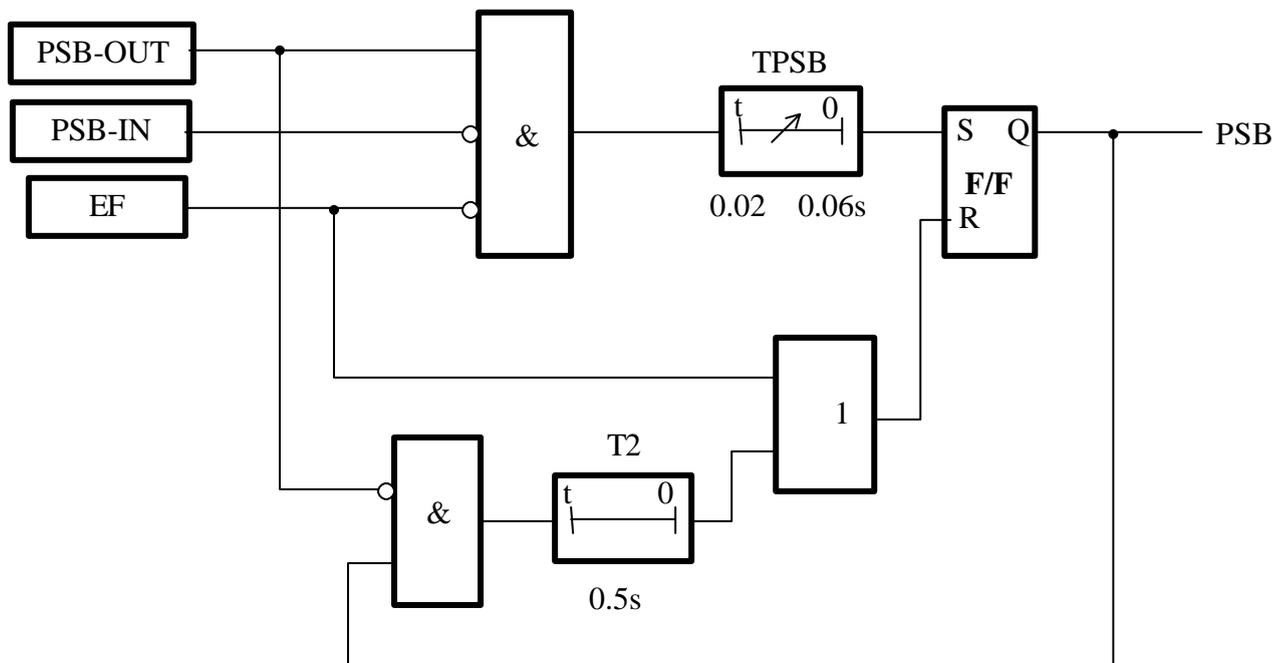


圖 4-3-1

PSBZ : Impedance setting of PSB element

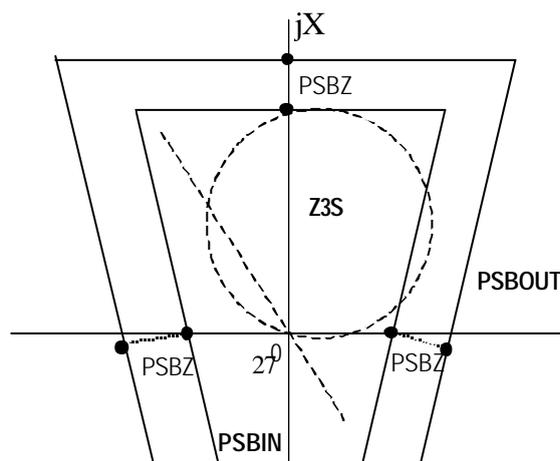
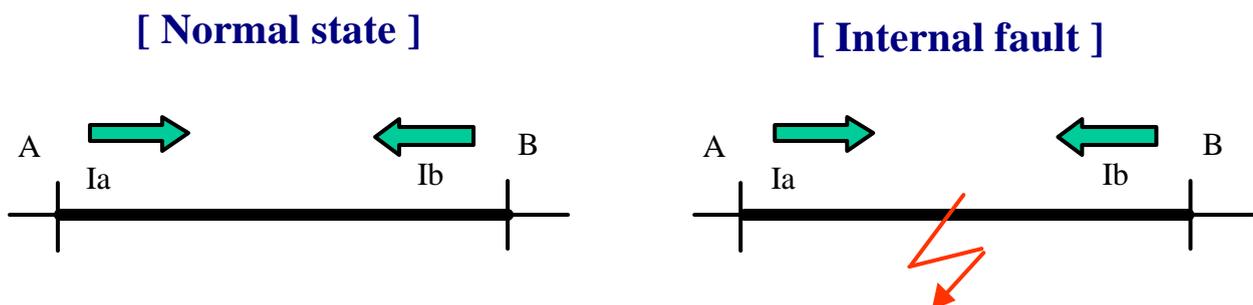


圖 4-3-2

GRZ100 的功能如下表所示：

Z1,Z2,Z3,Z4四區間測距保護
Z1X 第一區間延伸保護
PUP,POP,UOP,BOP保護Scheme
DEF 高阻抗接地故障保護
OC,OCI,EF,EFI 過電流後衛保護
SOTP (Switch-Onto-Fault)保護
Stub 保護
OST (Out-of-Step)失步跳脫保護
BF (Breaker Failure)斷路器故障保護
ARC (Autoreclose) 自動復閉功能
FL (Fault locator)故障點指示器

其次介紹另一款輸電線保護電驛 GRL100 差流電驛，此電驛的動作原理同 RFL9300，如下圖所示，利用克希荷夫定律-電流在同時流向同一端點的和為零。而圖 4-3-3 則為系統架構圖。



$I_a + I_b = 0$
(Kirchhoff's law)

$I_d = I_a + I_b = 0$

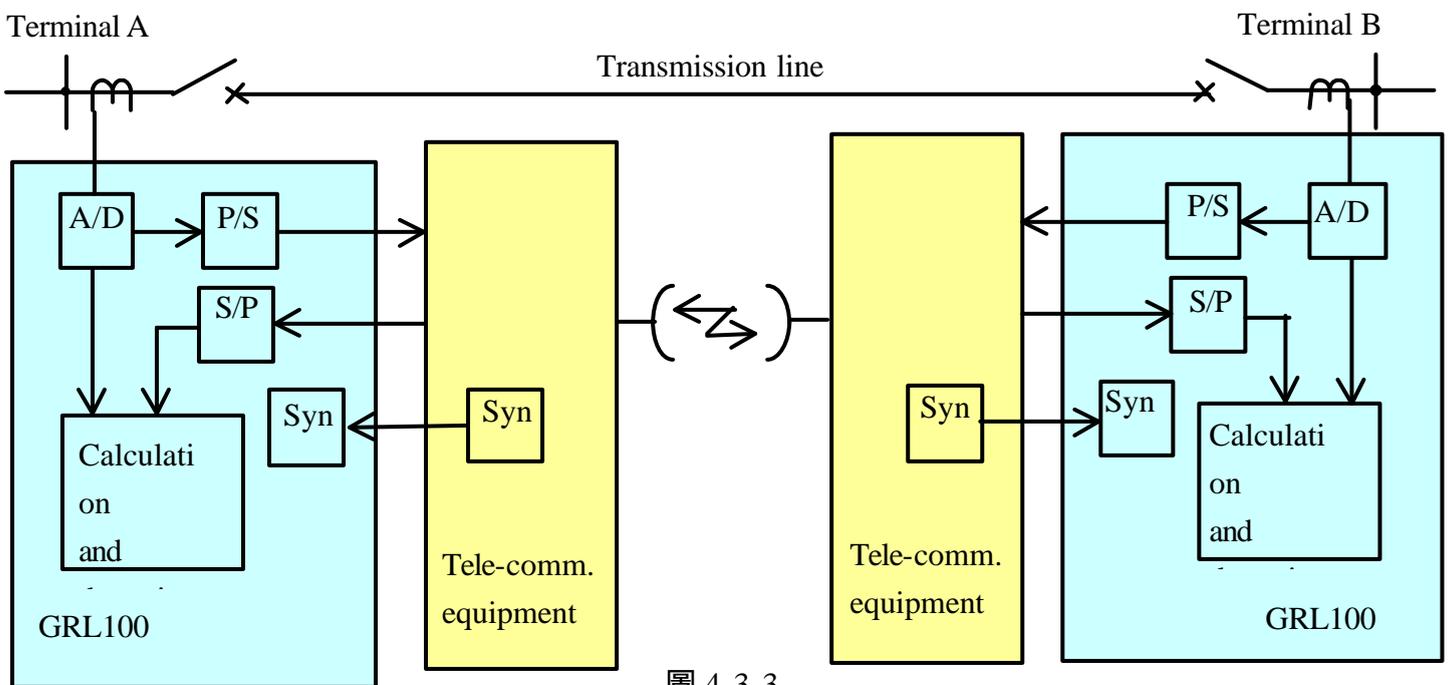
Bold lines: Zone of protection

I_d : Fault current

I_a, I_b : Inflow current

GRL100 CURRENT DIFFERENTIAL RELAY

<System configuration>



GRL100 的功能如下表所示：

- DIF 相間差電流保護
- DIFG 接地差電流保護
- OC, OCL, EF, EFI 過電流後衛保護
- OST (Out-of-Step) 失步跳脫保護
- BF (Breaker Failure) 斷路器故障保護
- ARC (Autoreclose) 自動復閉功能
- FL (Fault locator) 故障點指示器

在電流資料的傳送格式上如圖 4-3-4 所示,一個 Frame 有 88Bits ,其內容包含三相電流、正相序電壓值、零相序電流和各種電驛監控資料,另外還有針對通訊的同步測試觸發信號 SFC 及 CRC bits and fixed check bits 來監測通訊波道。

每一週波取樣 12 次,每 4 次取樣後便將資料傳至遠端,而每個取樣為 7.5 度的電器角度,也就是說每 30 度則傳送一筆資料,這些資料總共有 12Bits,11 個 Data Bits 以及 1 個 Sign Bit。

同樣的 GRL100 也具有記錄動作事件、故障資料及示波器圖形的能力,不過其需要使用 RSM100 這套軟體,才能將這些功能完全發揮。至於通訊的傳輸介面可根據使用者的需求,加以變更介面卡,另外也可將同一變電所的保護電驛利用 RS485 傳輸線連接在一起,利用電腦對每一台電驛做遠端的監控,如圖 4-3-5。

Toshiba 公司在電驛投入相當的人力在研究發展方面,在東京府中事業所設有專業的學校,來訓練相關人員從事各種技術工作,其中也包含電驛方面的課程。此次參訪後,接待的主管表示非常歡迎我們能派人到這所專業學校,共同參與電驛方面的研討,以達到雙方對保護電驛的共識,進而提升使用電驛的安全度。

伍、保護電驛的沿革及未來趨勢

保護電驛從過去到現在有了許多的變化，單就輸電線保護而言，起先只使用由比流器所提供的電流來判斷故障的過電流電驛，而後加上比壓器提供的電壓，因此有了方向性過電流保護。

接著利用電流與電壓的關係式 歐姆定律 $V=I \times R$ ，將電阻與距離的相聯性發展一套目前被廣泛使用的測距保護電驛。在這期間另有一套採用差動保護原理，將線路兩端的電流值，透過轉換器，改變成較低的交流電壓，再用金屬副導體將此電壓值傳至對方，加以比較來決定故障與否，我們稱做副線電驛。

上述的保護方式各有其優缺點，過電流電驛其成本較低，但在網狀的輸電線不易處理保護協調的問題，而測距電驛在保護協調方面有較好的優勢，但在故障的發生時，電流及電壓值常因接地阻抗的資料無法完全取得而導致誤跳，另外在第一區間的瞬時跳脫只能設定到線段的 80% 85%(考慮阻抗的誤差的安全值)，也就是說有 20% 15% 的線段在保護上有其盲點在。為了彌補著個盲點，則利用兩種不同的測距保護系統設計：

第一種是閉鎖系統，此系統是將原本只有延時跳脫的第二區

間保護電驛加裝擁有瞬跳的能力，其次再加一只測距電驛設計成反方向，也就是說其主要的工作是監視外部的故障，一旦其發現有外部故障，便發射一個訊號去閉鎖另一端的第二區間電驛的瞬跳元件，使其保持延時跳脫。相對的，若為內部故障不管故障點在此線段的何處皆能以瞬時跳脫的方式將故障隔離，如此便可完成 100% 的線段保護。

第二種是非閉鎖系統的 POTT (Permission Overreach Transfer Trip)，同樣的第二區間加裝瞬跳條件，其要完成瞬跳的條件是兩端同時偵測到故障後，分別發射訊號告知對方，允許彼此採瞬跳的方式隔離故障，相對外部故障時，只有一端偵測到故障，當然瞬跳的條件便不成立，也因此只能讓偵測到的一端保持延時跳脫。此種系統也可達到線段 100% 的保護。

如此縱然改善了測距電驛保護線段的盲點，但測距電驛的阻抗問題始終還是存在的，因此利用差動原理的副線電驛成為一種較為單純且易於保護協調的方式。不過，不管測距電驛的閉鎖或非閉鎖系統，以及副線電驛皆擁有一項很大的問題需克服，那就是"通訊"。

測距電驛的閉鎖系統大都是用輸電線載波系統將訊號傳送至對方，而非閉鎖系統則用微波的方式傳送。目前台電運用輸電線載波系統的設備因老舊又備品取得不易的情形下，已漸漸淘汰。而利用微波方式的電驛系統則因新式的電驛皆以此設計，因而大幅度增加微波波道的使用量。而微波的波道均由本公司通信處提供，目前就波道的通信媒介而言有兩種，一種是無線傳輸，另一種是光纖。由於光纖纜線近期才完工，因此絕大部分皆採用無線

通訊傳輸。

其實仔細來考量，就目前通訊對測距電驛而言，似乎只有利用到簡單的傳送音頻的訊號，雖然如此，其對訊號品質卻要有一定的水準。而利用金屬副導體來傳輸訊號的副線電驛，感應電壓則成為其最大的敵人，為了消除感應電壓的影響，近來將光纖的技術也應用在副線電驛上。

因此，在光纖技術以成熟的今日，電驛的角色是否需要再一次被確認。利用兼具保護及控制功能的新式智慧型保護電驛，結合好的通訊品質，將有助於整個電力系統的自動化，相對可減少人力在一些可利用通訊來完成的工作，像標置的更改、事故後記錄資料的取得以及現場電驛狀態的訊息等。這些功能對新生產的電驛而言已是標準配備，甚至有一大部分電驛本身便擁有通訊設備，像 GE 公司的 Universal Relay、RFL 公司的 RFL9300 及 Toshiba 公司的 GRL100 等。

由以上的電驛我們可看得出，利用差動原理的差流電驛為現代產品主流。因為差流電驛其無須特別的保護協調及設定，而且是 100% 線段的保護，唯獨在通訊的使用上較測距電驛來得複雜些，也就是說為了完成差流電驛的動作，其通訊設備要有最快的傳輸速率，及完整的通訊協定來提供使用者選擇。因此對於遠端資料存取這項功能，便成為相當基本的工作。

科技不斷的進步，電驛的材質從早期的電磁線圈及金屬製的接點，至今不但改由 IC 電路板及各種電子電路的組合，再加上記憶體及 A/D 轉換器，將整個資料數位化，再經由電腦 CPU 運算處理，以取得最佳動作時間。

在保護電驛日趨電腦化、數位化的將來裡，電驛人員在工作及心理上需做許多的調整。為了能趕上這股潮流，首先建議將保護電驛的資料數位化，包含電驛的使用說明、測試步驟及工作報告等。如此便能省去大量的紙張及儲存空間，還能以較為有效率的方式來管理及調閱相關的資料。另外需加強在通訊方面的訓練，以便面對往後通訊設備在保護電驛中所遭遇到的各項問題。

未來很可能將「人工智慧」的技術加入保護電驛系統中，此系統則因此擁有學習的能力，並且對於每次的事故會加以判斷，將不正確的跳脫結果分析後產生一系列的對策，提供使用者作為日後改進的依據。如此的保護電驛才真正叫做智慧型保護電驛。

陸、心得感想

此次的行程總共走訪了三個不同的電驛製造公司，分別是加拿大的 GE 公司、美國的 RFL 公司及日本的 Toshiba 公司。同時也體驗到東西方文化的差異。就以工廠參觀方面而言，在加拿大 GE 參觀前需配戴一副特殊防護眼鏡，目的是防止參觀者受到傷害；在美國 RFL 則什麼都不需要配戴，一切保持自然舒適就好；在日本 Toshiba 則要配戴全副武裝，包含工作帽、防污衣及鞋套，為的就是防止參觀者去影響到他們的生產線。另外在參觀的過程中，Toshiba 是不允許攝影的，美國及加拿大則無特別規定，你可要求拍攝任何畫面。

在技術方面，GE 則將其所有電驛的說明書、軟體、使用手冊及圖面製作成光碟片，放置在出入口處，任何人都可拿取，另外 GE 也將其所有的技術資料放置在網際網路上供任何人讀取。相對的 RFL 及 Toshiba 則無投入人力在這方面的製作。由此可明顯感受到 GE 公司在科技方面是採開放式的，任何人皆可清楚瞭解他們的設計技術及理念。相對的在 RFL 及 Toshiba 則採封閉式，尤其是 Toshiba 在這方面更是如此，深怕技術外流後會對他們造成重大的

影響。

其實在科技及資訊發達的時代裏，新的設備、新的技術及新的知識每天不斷的增加與變化，我們無法去預料下一刻會發展到何種程度，但也不能毫無目的的追求一切新的事物。在絕大部分的管理或企業經營課程中常會提到—" 五個 W 一個 H "，所謂的五個 W 是指英文單字的 Why、 When、 Where、 Who 及 Which 等五個單字，一個 H 則代表 How 這個單字。利用這六個英文單字來檢視現階段保護電驛的使用情形是否恰當，有無增減的必要。

Why 指目的，此保護電驛主要的目的為何？是保護輸電線？
345Kv 或 161Kv ？

When 何時動工或何時完成？或者此套保護電驛於何時加入？
是否已超過使用年限？需多久定檢一次？

Where 此電驛裝設地點為何處？是變電所還是發電廠？裝置
環境如何？是否有空調設備？

Who 將由誰來完成電驛的安裝測試？而此人是否需要先做訓
練？另外若人手不夠，又要調派誰來配此項工作？

Which 將選擇何種設備的保護電驛？是擁有 DCB 或 POTT 的測
距電驛？還是差流電驛？

How 如何來完成此電驛的安裝測試？是否先擬定程序書？如
何一步步完成每項程序？

相信在完全清楚以上的答案後，會對整個保護電驛的功能需求會另有一番見解。希望在將來智慧型保護電驛的運用上，能帶來電力系統走向更安全、更穩定的未來。

