

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：研究)

(裝訂線)

電力系統數位式保護電驛研究

服務機關：台灣電力公司

出國人 職 稱： 電機工程師

姓 名： 張家熙

出國地區： 美國

出國日期：91年09月27日至91年12月25日

報告日期： 92年02月21日

93/009104720

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：電力系統數位式保護電驛研究

頁數 32 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

張家熙/台灣電力公司/電力調度處/電機工程師/(02)23666626

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他

出國期間：91 年 09 月 27 日至 91 年 12 月 25 日

出國地區：美國

報告日期：92 年 02 月 21 日

分類號/目

關鍵詞：

內容摘要：(二百至三百字)

- 一、近年來科技發展日新月異，微處理器之速度愈來愈快，體積愈來愈小，價格卻也愈來愈便宜！使得以微處理器為基礎(Microprocessor-based)的數位式保護電驛也因而愈來愈普及！數位式保護電驛功能強大，除了保護功能外，還兼具有表計、控制與通訊的功能，而傳統電磁式保護電驛則只有保護的功能而已。
- 二、雖然目前本公司新加入之 11.95kV 及 23.9kV 饋線線路保護電驛已引進數位式電驛，而 345kV 輸電線路保護電驛正由傳統電磁式電驛全面汰換為數位式電驛，跟著 161kV 輸電線路保護電驛也將全面汰換，但反觀發電機保護電驛、變壓器保護電驛、匯流排保護電驛及並聯電容器組保護電驛仍在使用的傳統電磁式電驛，尚未引進數位式電驛。故此次特地前往美國電驛製造廠家研究最先進之數位式電驛運用技術，期能協助本公司儘速全面

引進數位式保護電驛用於電力系統各種設備之保護，使本公司電力系統保護能更安全、更可靠。

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-----	5
貳、行程說明-----	6
參、數位式保護電驛之優缺點-----	7
肆、各種數位式保護電驛簡介-----	10
一、數位式發電機保護電驛-----	10
二、數位式變壓器保護電驛-----	15
三、數位式匯流排保護電驛-----	19
四、數位式並聯電容器組保護電驛-----	24
伍、心得與建議-----	32

壹、 出國原由

近年來科技發展日新月異，微處理器之速度愈來愈快，體積愈來愈小，價格卻也愈來愈便宜！使得以微處理器為基礎 (Microprocessor-based) 的數位式保護電驛也因而愈來愈普及！數位式保護電驛功能強大，除了保護功能外，還兼具有表計、控制與通訊的功能，而傳統電磁式保護電驛則只有保護的功能而已。

雖然目前本公司新加入之 11.95kV 及 23.9kV 饋線線路保護電驛已引進數位式電驛，而 345kV 輸電線路保護電驛正由傳統電磁式電驛全面汰換為數位式電驛，跟著 161kV 輸電線路保護電驛也將全面汰換，但反觀發電機保護電驛、變壓器保護電驛、匯流排保護電驛及並聯電容器組保護電驛仍在使用的傳統電磁式電驛，尚未引進數位式電驛。故此次特地前往美國製造廠家研究最先進之數位式電驛運用技術，期能協助本公司儘速全面引進數位式保護電驛用於電力系統各種設備之保護，使本公司電力系統保護能更安全、更可靠。

貳、 行程說明

起迄日期	工作內容
91/09/27	台北→紐約→Boonton
91/09/28 ~ 91/10/16	RFL 公司電力系統數位式保護電驛研究 研究內容： IMUX 2000 多工器 RFL 9300 數位式線路保護差流電驛 RFL 9660 數位式開關 RFL 9720 數位式副線介面 RFL 9745 數位式音頻機
91/10/17	Boonton→紐約→西雅圖→Pullman
91/10/18 ~ 91/12/20	SEL 公司電力系統數位式保護電驛研究 研究內容： SEL-287V 數位式電壓差動電驛 SEL-300G 數位式發電機保護電驛 SEL-311C 數位式線路保護測距電驛 SEL-311L 數位式線路保護差流電驛 SEL-321 數位式線路保護測距電驛 SEL-387E 數位式變壓器保護差動電驛 SEL-421 數位式線路保護測距電驛 SEL-587Z 數位式匯流排保護高阻抗差動電驛 SEL-2030 數位式通訊處理器 SEL-4000 數位式電驛測試系統 ATP Drawing Real Time Digital Simulator
91/12/21	Pullman→西雅圖
91/12/22 ~ 91/12/23	參觀 Chelan County Public Utility District 數位式保護電驛應用實例
91/12/24 ~ 91/12/25	西雅圖→台北

參、 數位式保護電驛之優缺點

優點：

一、 經濟

數位式保護電驛通常擁有多種功能，往往一個數位式電驛即可取代十數個電磁式電驛，故在成本上相對地比較經濟。

二、 節省空間

因一個數位式保護電驛可取代多個電磁式保護電驛，故可省下相當多的空間。

三、 節省人力

數位式保護電驛具有遠端存取功能，且維護週期長，故可節省人力。

四、 具有自我診斷功能

數位式保護電驛隨時進行自我監視，一旦出現問題，可即時發出警報，並自動閉鎖跳脫功能；傳統電磁式保護電驛則無此功能。

五、 具有事故記錄功能

每個數位式保護電驛均內建有事故記錄之功能，可供事故檢討分析之用。

六、 具有定位事故點功能

數位式保護電驛具有定位事故點的功能，可提供巡修員參考，迅速找出事故點，釐清事故原因，加速復電的時間。

七、 具有遠端存取功能

可供遠端更改電驛標置設定及遠端讀取事故記錄，大大地節省了時間及人力。

八、 具有多組標置設定

可規劃供正常使用及特殊狀況用。

九、 具有自適應(Adaptive)功能

數位式保護電驛具有多組標置設定，可事先設定，針對不同之電力系統條件，自動切換到不同之設定。

十、 運用較具彈性

數位式保護電驛其輸入點及輸出點均為可程式的，在運用上較具彈性。

十一、 維護週期長

有些甚至廠家建議不需維護。

缺點：

- 一、 功能複雜、設定太多，故在應用時，須仔細研究透徹。
- 二、 若所有功能都在同一個數位式保護電驛內，一旦該電驛

故障，則其所保護之電力設備即失去保護，故應使用兩套獨立之電驛保護。

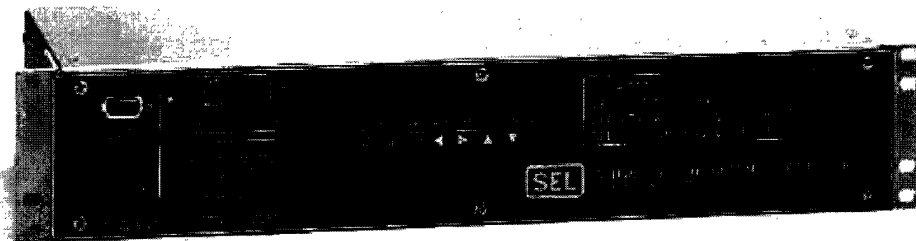
肆、 各種數位式保護電驛簡介

一、 數位式發電機保護電驛

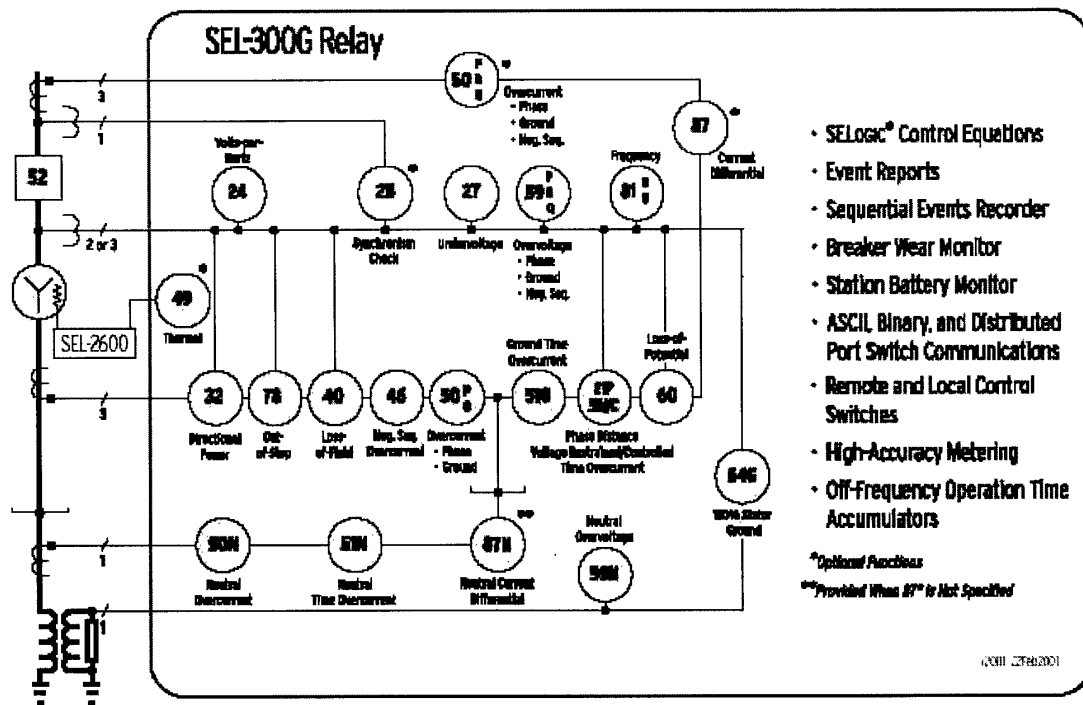
此次前往美國 SEL 公司，研究其數位式發電機保護電驛

SEL-300G，茲簡介其功能如下：

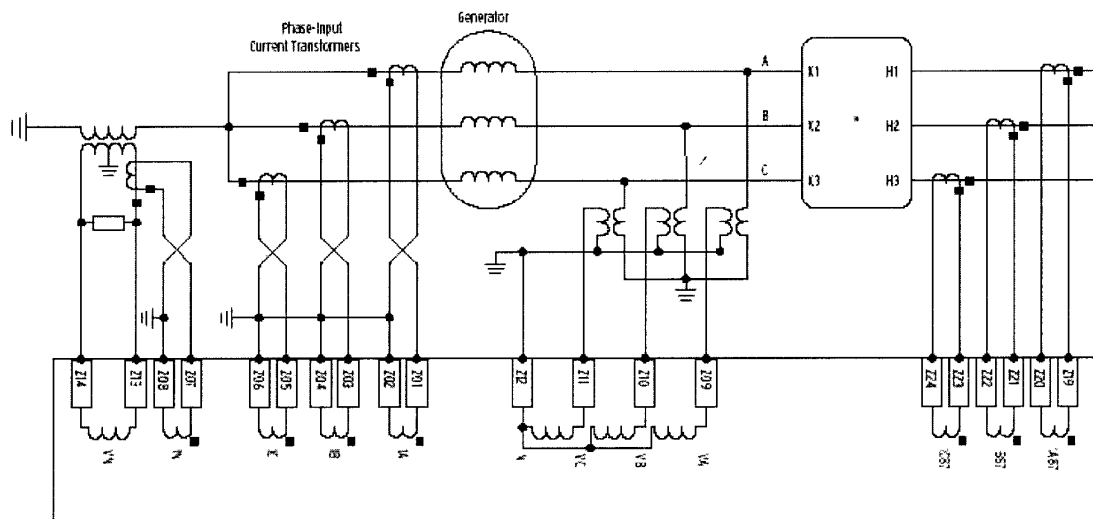
SEL-300G 數位式發電機保護電驛共有 4 種型號，SEL-300G0、SEL-300G1、SEL-300G2 及 SEL-300G3。SEL-300G0 為基本型，具有 21P、24(V/Hz)、27、32、40、46、49、50G、50N、50P、51C/51V、51G、51N、59G、59N、59P、59Q、60(為 LOP，而非電壓平衡)、64G、78(Out of Step)、81O、81U 等保護功能。SEL-300G1 除具有 SEL-300G0 所有保護功能外，還增加了 87G/87GT 的保護功能。SEL-300G2 除具有 SEL-300G0 所有保護功能外，另具有 25 之功能。而 SEL-300G3 則為 SEL-300G0 再加上 25 及 87G/87GT 之保護功能。



圖一、SEL-300G 前視圖



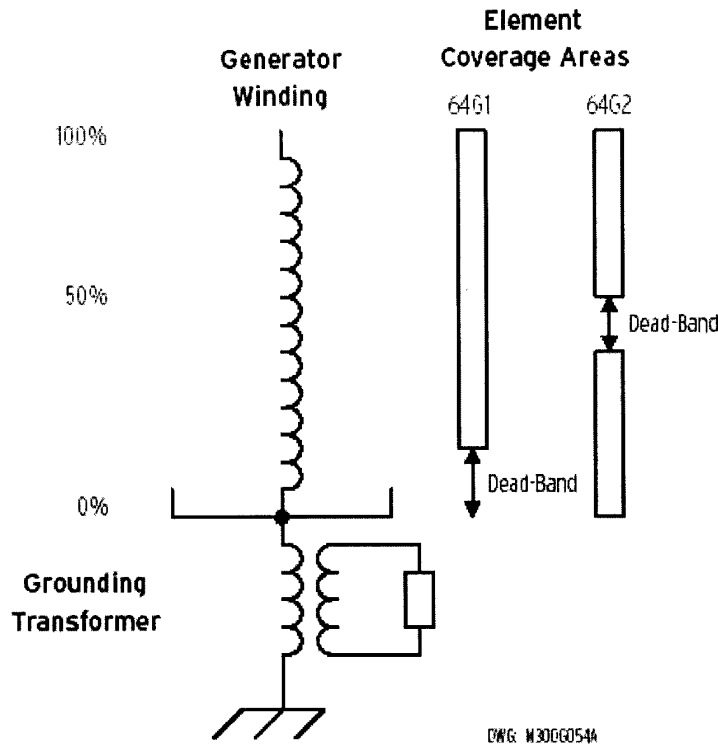
圖二、SEL-300G 功能圖



*Use relay settings TRODN and CTCON to compensate for transformer and CT connections ratios.

REV: W07655-04

圖三、SEL-300G 典型接線圖



圖四、100%定子接地保護

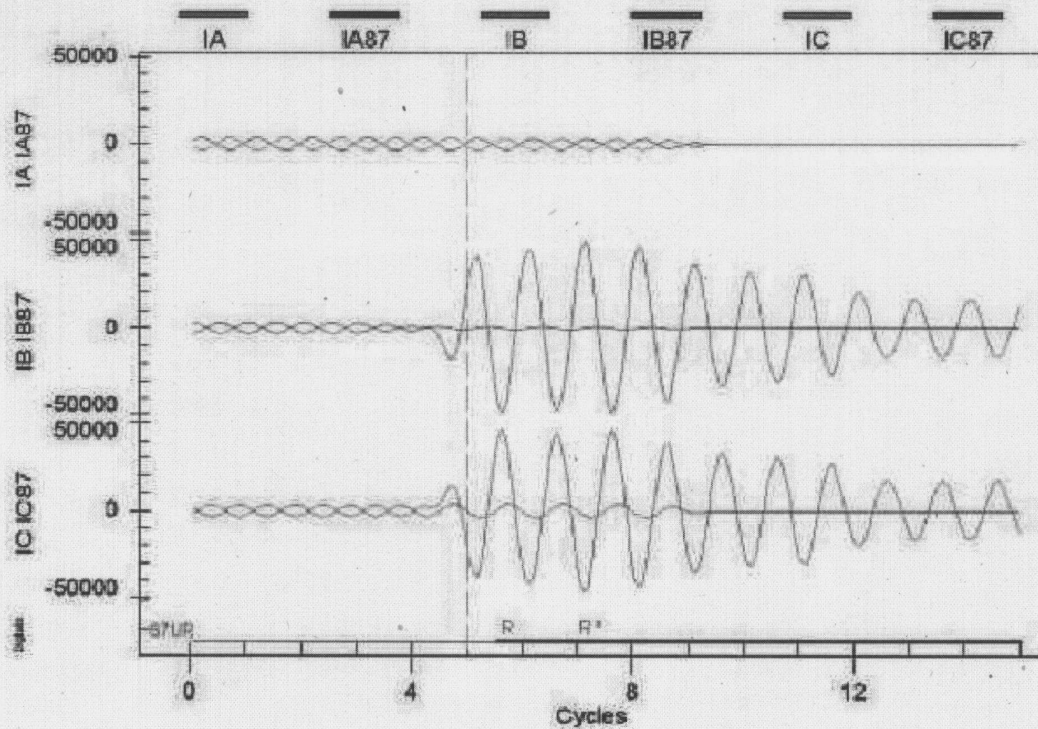
GENERATOR Date: 01/20/01 Time: 10:07:10.890

TERMINAL

FID=SEL-300G-X113V00H425XX4X-D99G119 CID=88A9

#	DATE	TIME	ELEMENT	STATE
22	01/20/01	09:09:58.611	5LN	Asserted
21	01/20/01	09:09:58.611	64G1	Asserted
20	01/20/01	09:09:58.611	SON1	Asserted
19	01/20/01	09:09:58.714	SONIT	Asserted
18	01/20/01	09:09:58.714	8C_TRIP	TRIPPED
17	01/20/01	09:09:58.714	PRIME_MVR_TR	TRIPPED
16	01/20/01	09:09:58.714	FIELD_BKR_TR	TRIPPED
15	01/20/01	09:09:58.714	GRN_MAIN_TR	TRIPPED
14	01/20/01	09:09:58.714	FAULT_TRIP	TRIPPED
13	01/20/01	09:09:58.760	GRN_MAIN_BKR	OPENED
12	01/20/01	09:09:58.810	SOLEP	Asserted
11	01/20/01	09:09:58.826	5LN	Deasserted
10	01/20/01	09:09:58.826	SONIT	Deasserted
9	01/20/01	09:09:58.826	SON1	Deasserted
8	01/20/01	09:09:58.826	FAULT_TRIP	RESET
7	01/20/01	09:09:58.826	FIELD_BKR	OPENED
6	01/20/01	09:09:58.830	64G1	Deasserted
5	01/20/01	09:09:58.876	8C_TRIP	RESET
4	01/20/01	09:09:58.876	PRIME_MVR_TR	RESET
3	01/20/01	09:09:58.876	FIELD_BKR_TR	RESET
2	01/20/01	09:09:58.876	GRN_MAIN_TR	RESET
1	01/20/01	09:10:00.828	INAV_ENR_SCHEM	ARMED

圖五、SEL-300G 循序事件記錄(Sequential Events Recorder)



圖六、SEL-300G 事故波形記錄功能

根據本人所蒐集到的資料，目前各大電驛製造廠家已推出之數位式發電機保護電驛如下：

製造廠家	電驛型號
ABB	REG316
GE	489
	UR G60
SEL	SEL-300G
SIEMENS	7UM511
	7UM512
	7UM515
	7UM516

由上表可知，至少已有 3 家以上的電驛製造廠家生產數位式發

電機保護電驛，所以建議採購發電機保護電驛之相關部門應可考慮引進。

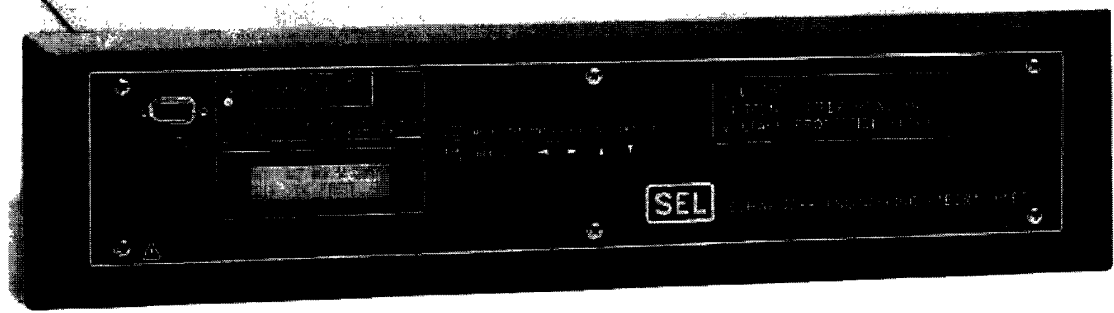
二、數位式變壓器保護電驛

此次前往美國 SEL 公司，亦研究其數位式變壓器保護電驛

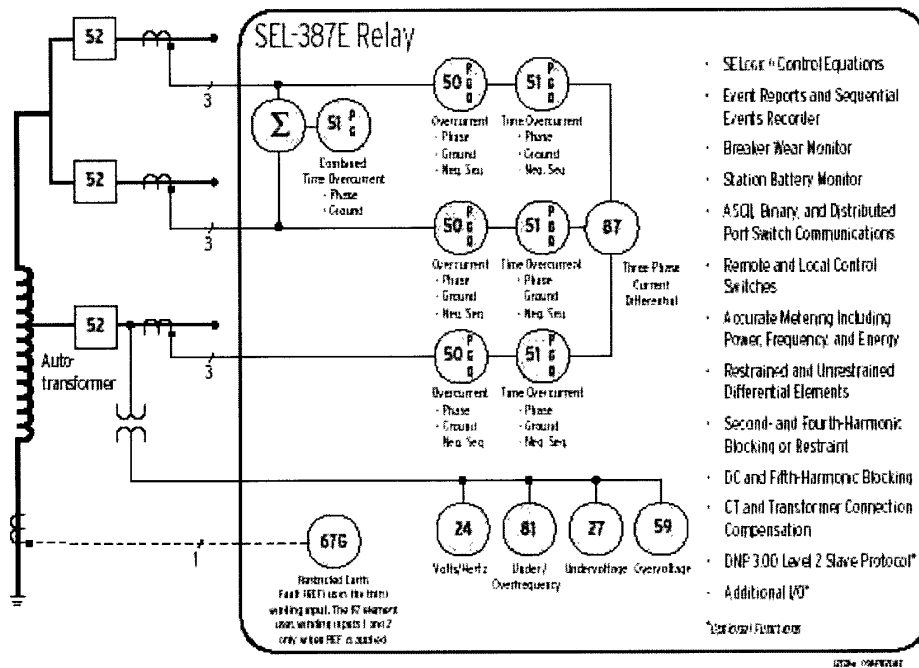
SEL-387E，茲簡介其功能如下：

SEL-387E 數位式三繞組變壓器保護電流差動電驛。此電驛具有三組三相 ACI 輸入及一組三相四線 ACV 輸入，可用於保護三繞組變壓器，其具有下列功能：87、50P(三組)、50Q(三組)、50G(三組)、51P(三組)、51Q(三組)、51G(三組)、24(V/Hz)、27、59、81。其比率差動特性具有三段設定，並具有二次、四次與五次諧波及直流抑制/閉鎖功能，此外，亦具有大電流無抑制差動功能。其零售價為 5500 美金。

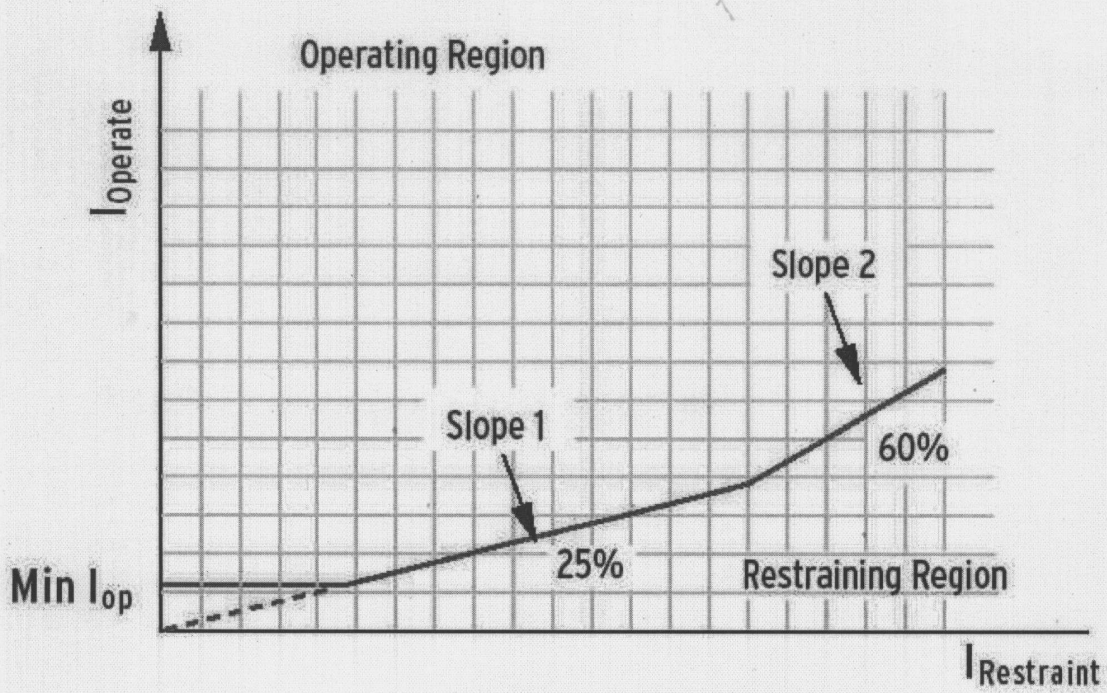
此外，SEL 公司還有生產另一型號 SEL-387-6 之數位式變壓器保護電驛，該電驛可作為四繞組變壓器之電流差動保護，具有四組三相 ACI 輸入，但沒有 ACV 輸入。其零售價為 5000 美金。



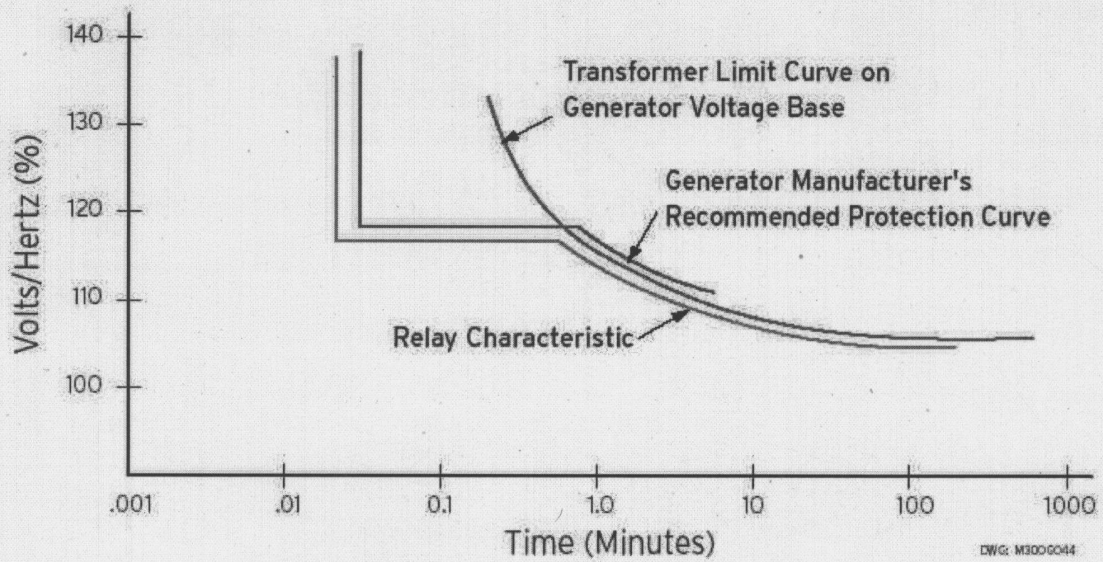
圖七、SEL-387E 前視圖



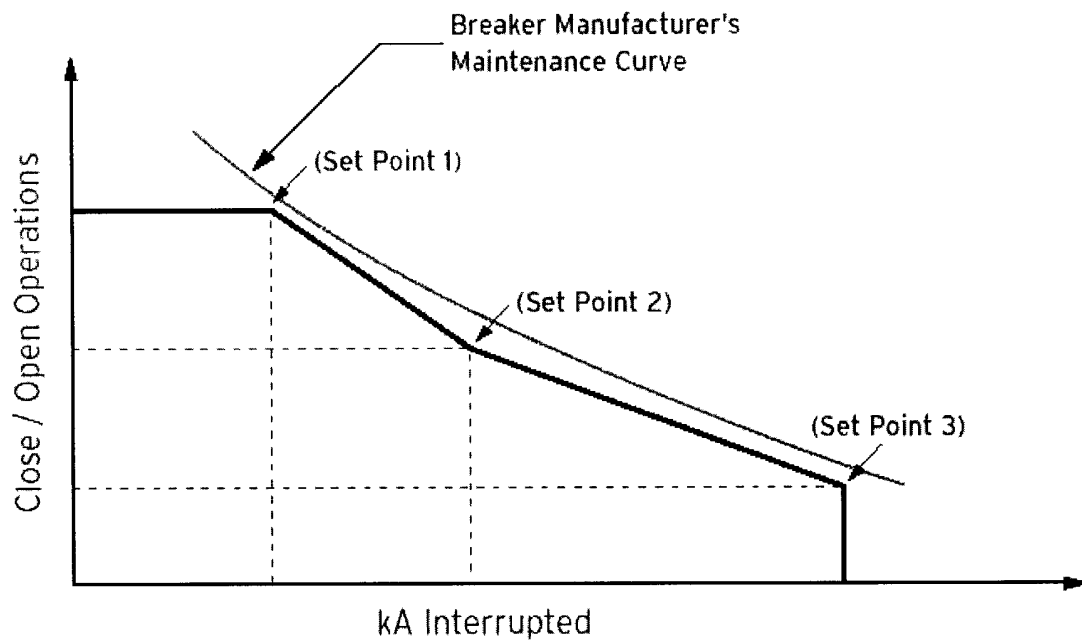
圖八、SEL-387E 功能圖



圖九、SEL-387E 差動特性圖



圖十、SEL-387E 過激磁(V/Hz)保護



圖十一、SEL-387E 之斷路器主接點磨損累計功能圖

根據本人所蒐集到的資料，目前各大電驛製造廠家已推出之數位式變壓器保護電驛如下：

製造廠家	電驛型號
ABB	SPAD346C
GE	UR T60
SEL	SEL-387-5
SIEMENS	7UT513
TM(Toshiba Mitsubishi) T&D	GRT100
	MTP-H5

由上表可知，至少已有 3 家以上的電驛製造廠家生產數位式變壓器保護電驛，所以建議採購變壓器保護電驛之相關部門應可考慮引進。

三、數位式匯流排保護電驛

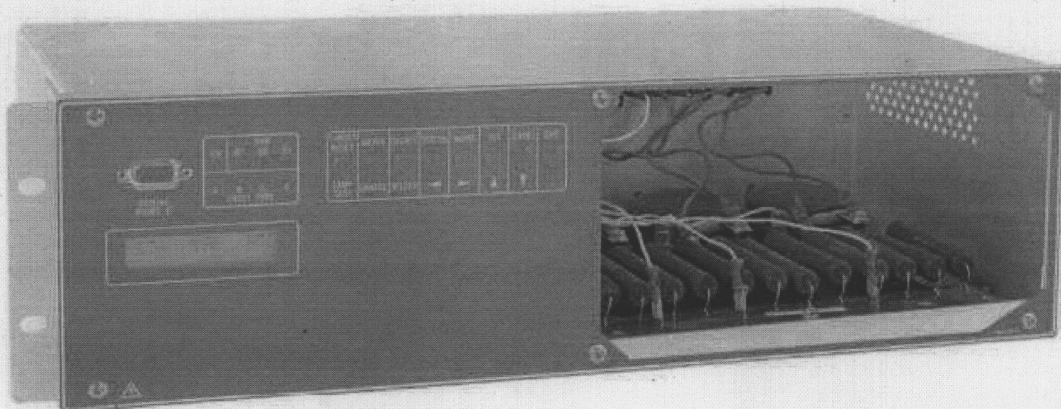
此次在美國 SEL 公司，亦研究其數位式匯流排保護電驛

SEL-587Z，茲簡介其功能如下：

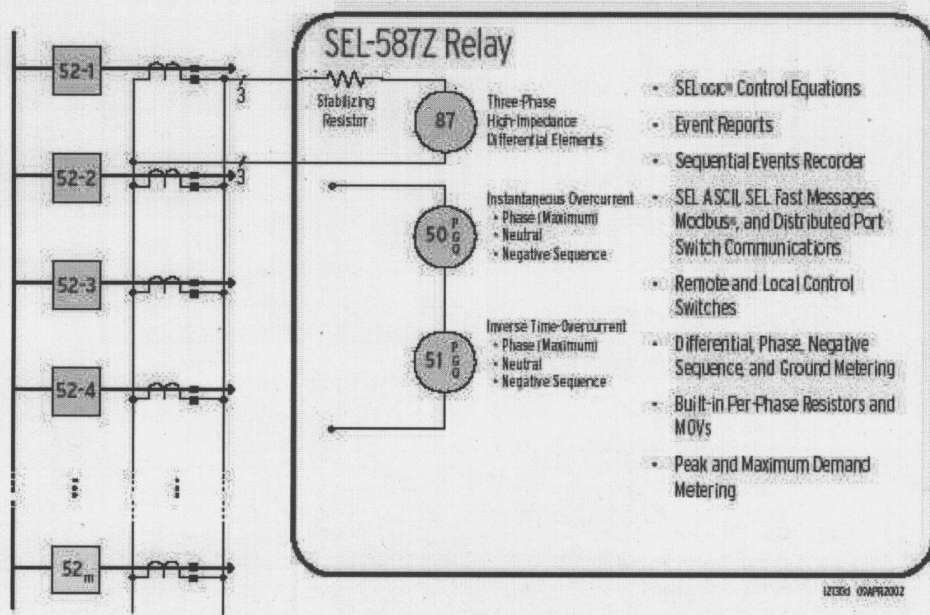
SEL-587Z 數位式匯流排保護高阻抗差動電驛具有三個(每相一個)高阻抗差動元件，每個高阻抗元件內建 $2k\Omega$ 之穩定電阻(Stabilizing Resistor)(串接在 CT 回路上)，另有一金屬氧化物變阻器(Metal Oxide Varistor)並接在穩定電阻兩端，該 MOV 之箝制(clamping)電壓為 $1.8kV$ ，可保護穩定電阻免於損壞。事故時，利用串接在 CT 回路上之 $2k\Omega$ 電阻，強迫大部分的 CT 二次側電流流經 CT 之勵磁回路(即強迫 CT 飽和)，該電驛藉由量測 CT 勵磁回路兩端之電位差大小，即可區別內、外部事故而正確動作。其零售價為 3750 美金。



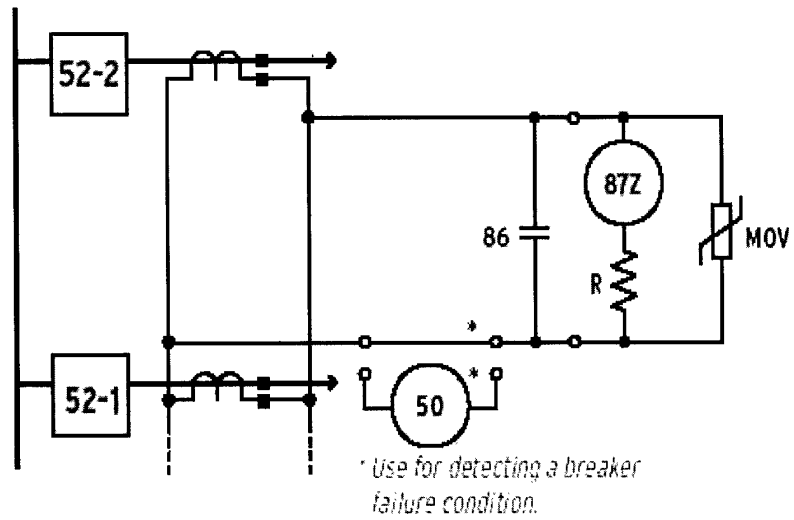
圖十二、SEL-587Z 前視圖



圖十三、SEL-587Z 剖視圖



圖十四、SEL-587Z 功能圖



87Z - high-impedance differential element

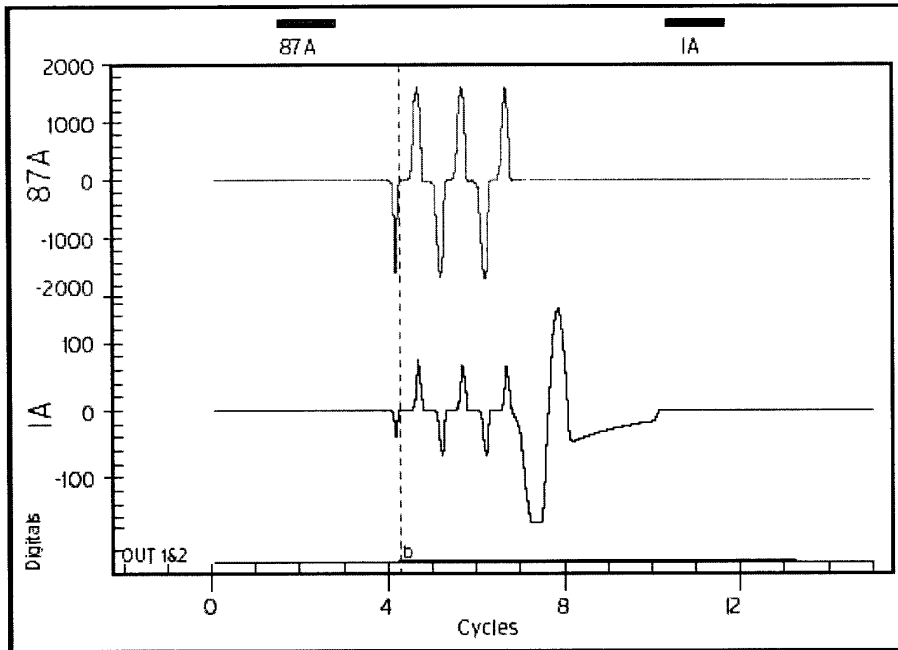
50 - overcurrent element

R - 2000 Ω stabilizing resistor

86 - lockout relay (not included)

MOV - metal oxide varistor

圖十五、SEL-587Z 接線圖(單相)



圖十六、SEL-587Z 事故波形記錄

根據本人所蒐集到的資料，目前各大電驛製造廠家已推出之數位式匯流排保護電驛如下：

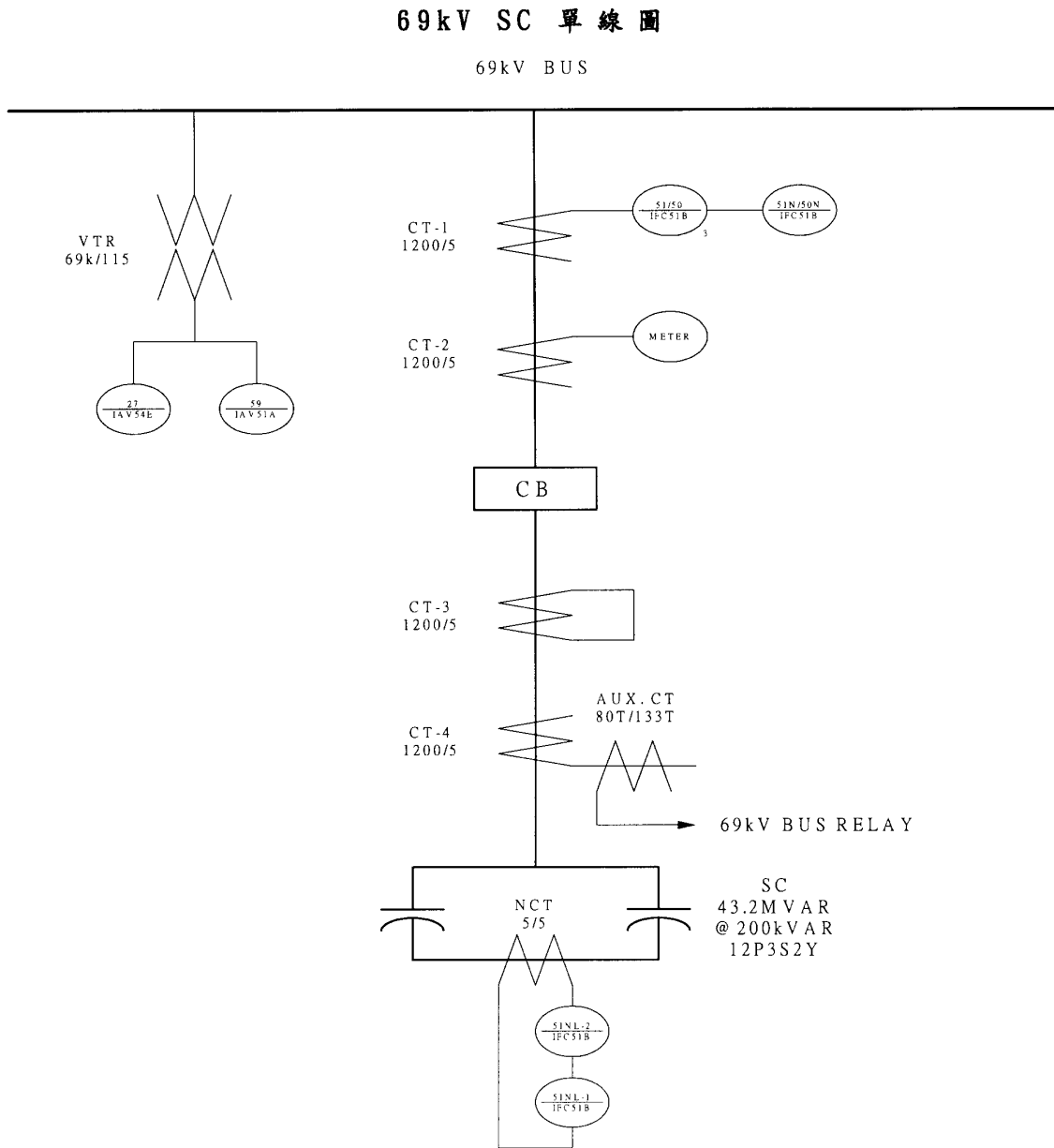
製造廠家	電驛型號
ABB	REB500
GE	UR B90
SEL	SEL-587Z
SIEMENS	7SS52X
	7SS60X
TM T&D	GRB150
	MBP-H3

由上表可知，至少已有 3 家以上的電驛製造廠家生產數位式匯流排

保護電驛，所以建議採購匯流排發電機保護電驛之相關部門應可考慮引進。

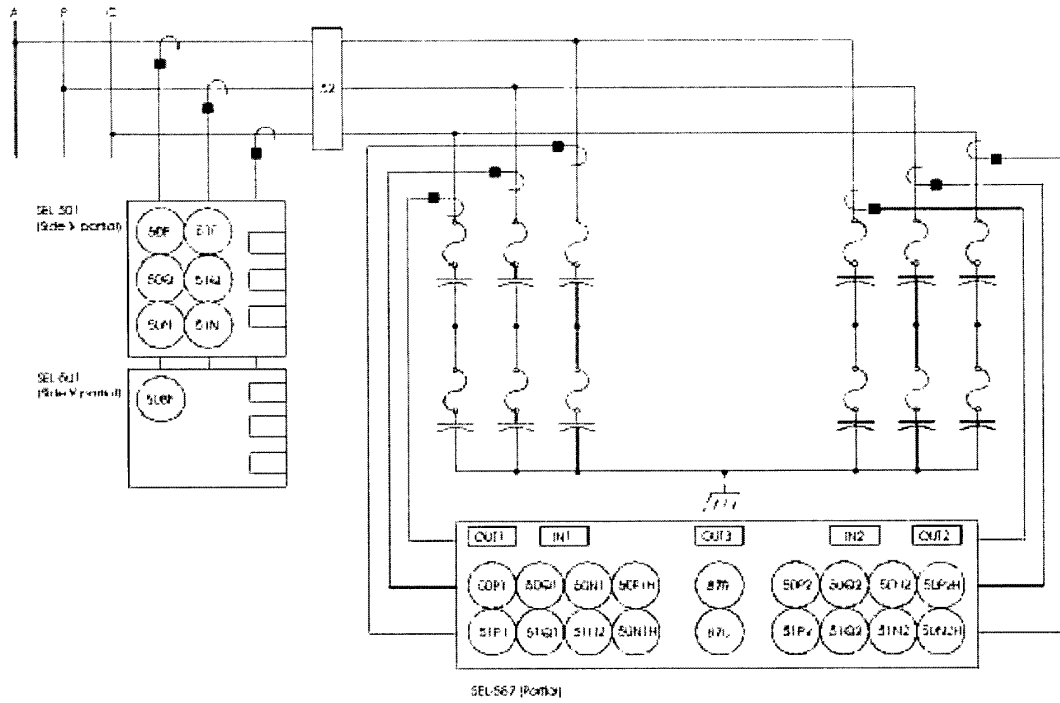
四、數位式並聯電容器組保護電驛

目前本公司 69kV 並聯電容器組保護方式如下圖所示：



圖十七、本公司目前 69kV SC 保護方式

SEL 公司建議也可改用下圖所示方式保護：

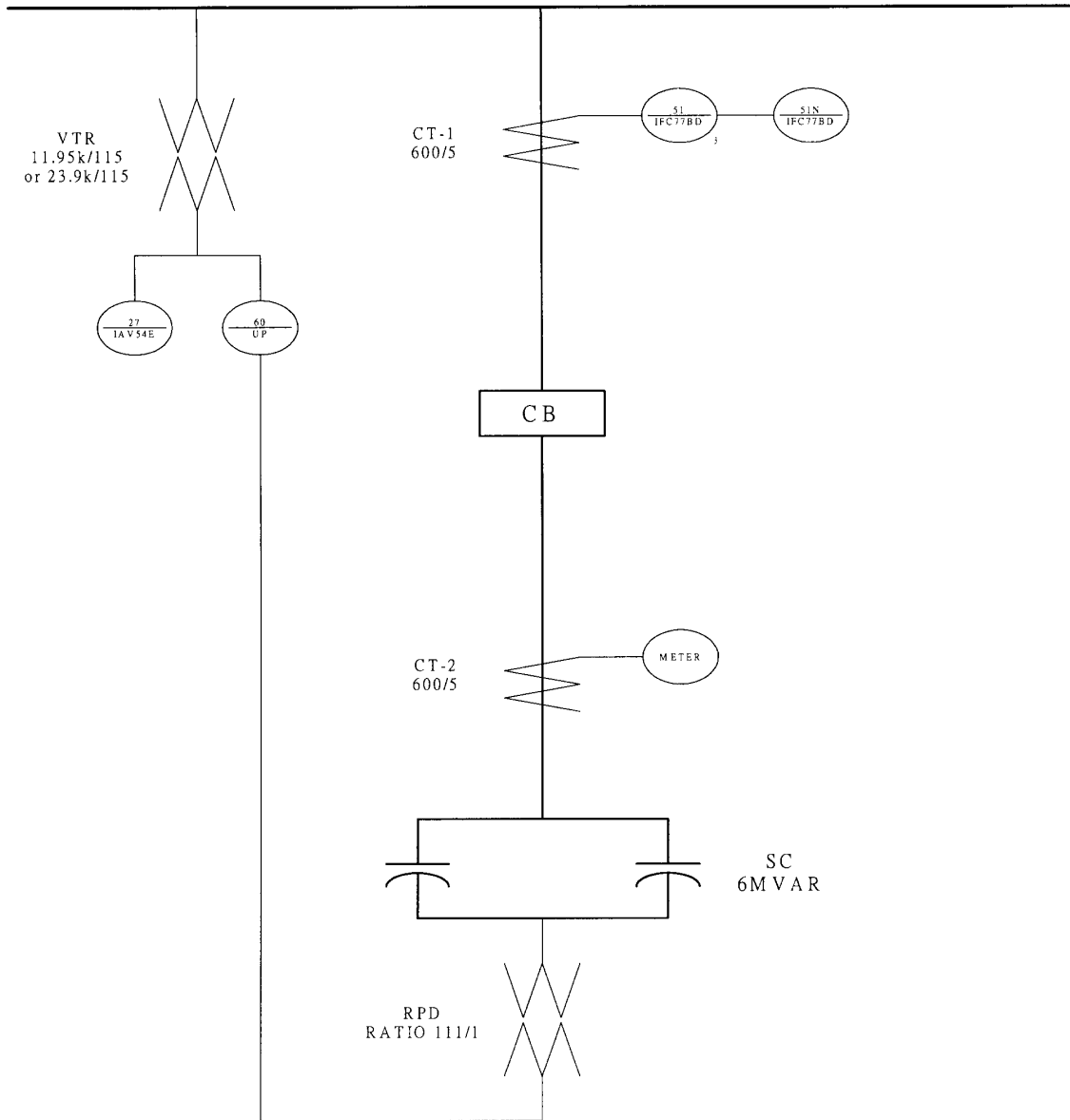


圖十八、SEL 公司針對 69kV SC 所建議之保護方式

此外，目前本公司 11.95kV 及 23.9kV 並聯電容器組採用下列保護方式：

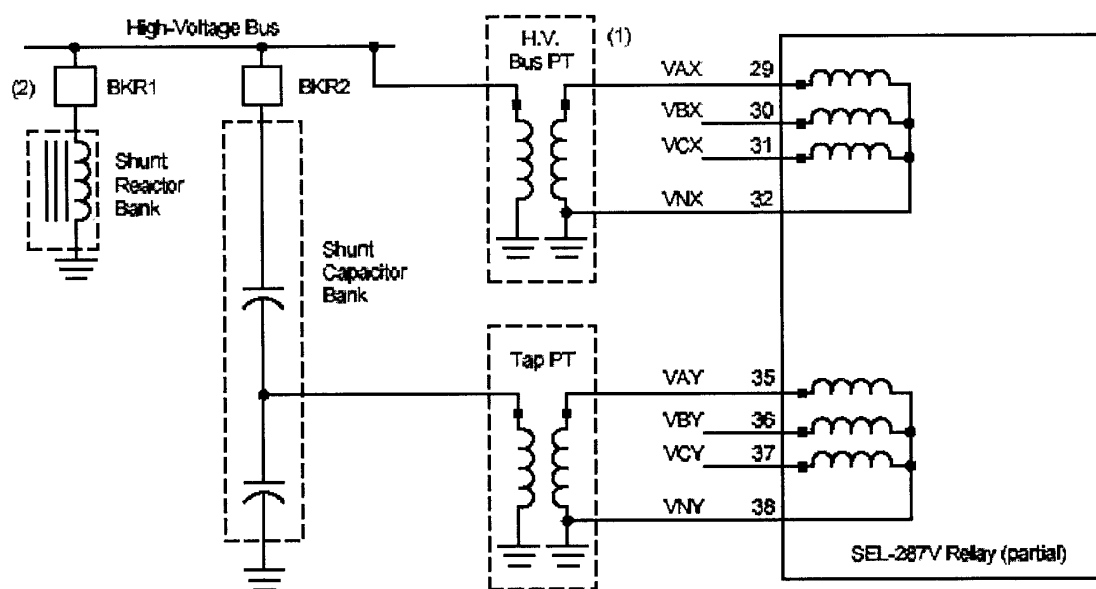
11.95kV/23.9kV SC 單線圖

11.95kV/23.9kV BUS

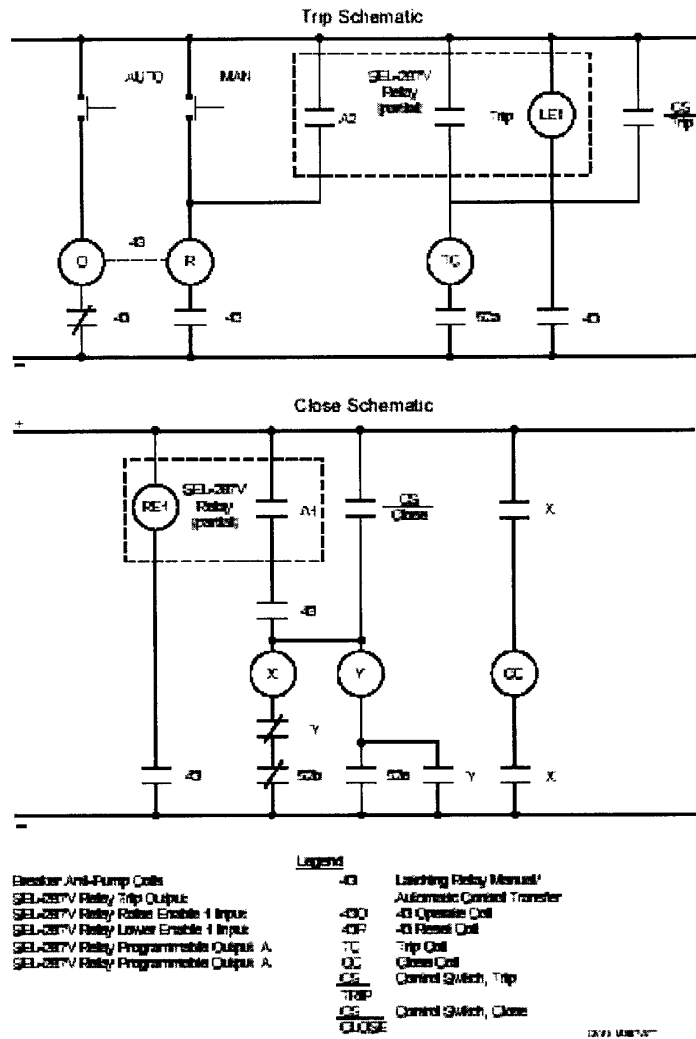


圖十九、目前本公司 11.95kV/23.9kV SC 保護方式

SEL 公司則提出下圖所示方式之保護供我們參考：



圖二十、SEL 公司提供之另一種保護方式 (A)AC 接線圖

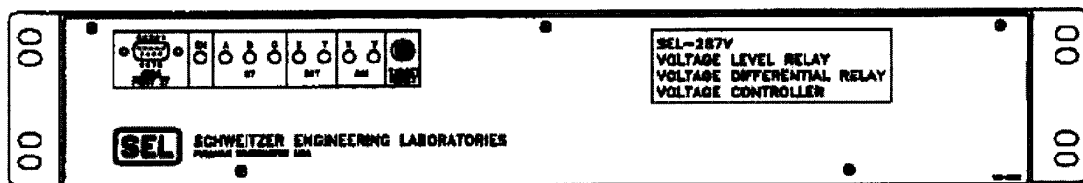


圖二十、SEL 公司提供之另一種保護方式 (B)DC 接線圖

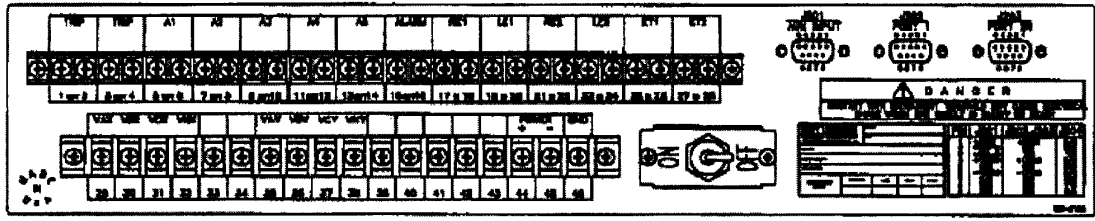
此次在美國 SEL 公司，亦對其數位式並聯電容器組保護電驛

SEL-287V 稍做研究，茲簡介其功能如下：

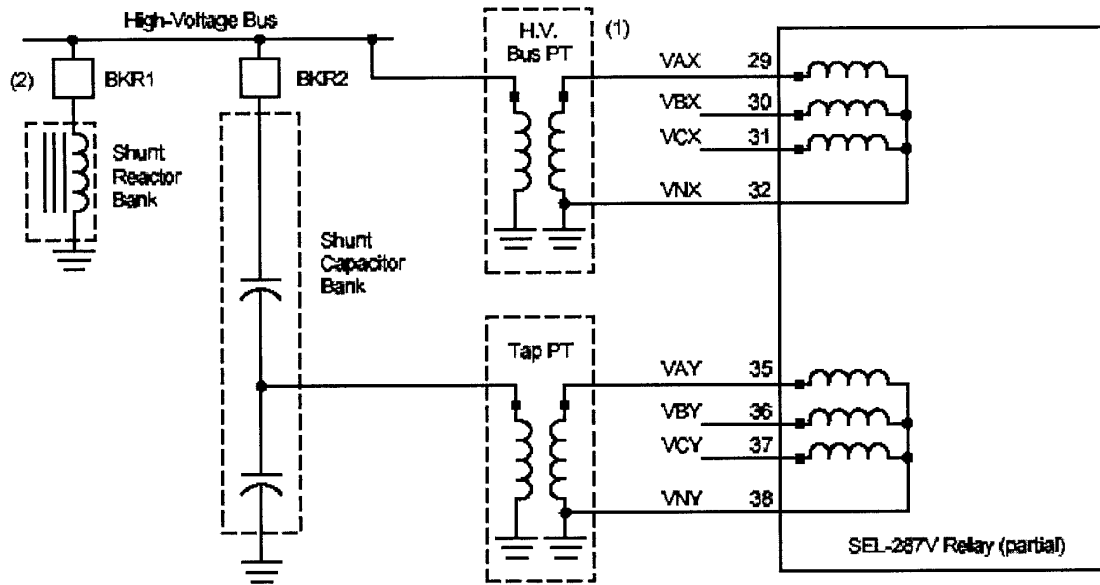
SEL-287V 數位式並聯電容器組保護電壓差動電驛。此電驛具有兩組三相四線 ACV 輸入，一組接 BUS VT，另一組接在並聯電容器組之 Tap VT、CCVT 或 RPD。其原理係比較兩組電壓之比值，正常時或外部故障時，其電壓比值應為一事先設定之定值；而當並聯電容器組故障時，其電壓電壓比值偏離該定值，電驛即會動作，進而跳脫相關斷路器，清除故障。此外，它亦具有電壓控制功能，當 BUS 電壓低於其設定值時，可自動投入相關並聯電容器組；而當 BUS 電壓高於其設定值時，可自動切離相關並聯電容器組。其零售價為 3000 美金。



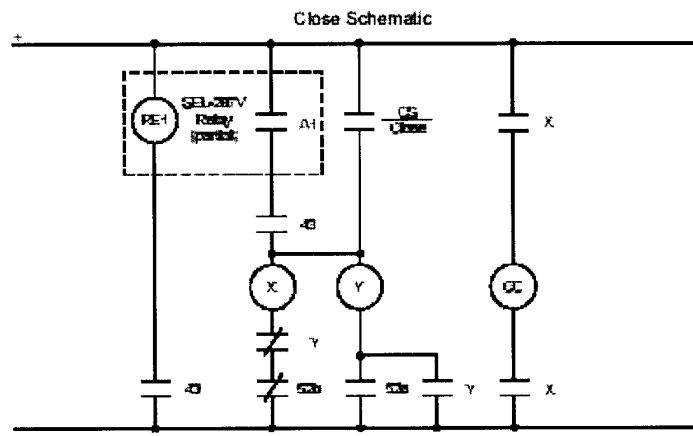
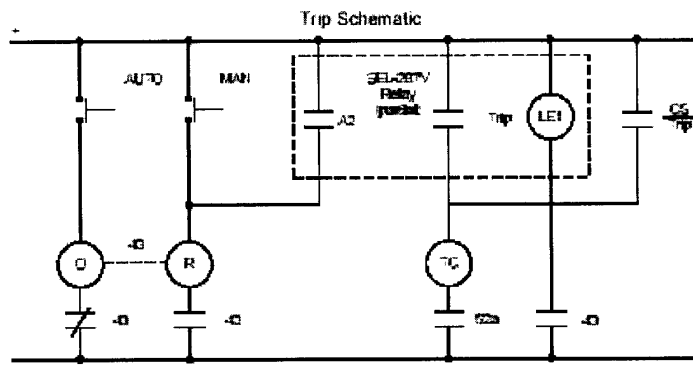
圖二十一、SEL-287V 前視圖



圖二十二、SEL-287V 後視圖



圖二十三、SEL-287V AC 接線圖



X, Y	Breaker Anti-Pump Coils	Legend	-R	Latching Relay Manual
TRIP	SEL-287V Relay Trip Output		-AO	Automatic Control Transfer
RE1	SEL-287V Relay Reset Enable 1 Input		-O	Openable Coil
LE1	SEL-287V Relay Lower Enable 1 Input		-OF	Reset Coil
A1	SEL-287V Relay Programmable Output A		TC	Trip Coil
A2	SEL-287V Relay Programmable Output A		GC	Close Coil
			CS	Control Switch, Trip
			TRIP	
			CS	Control Switch, Close
			CLOSE	

圖二十四、SEL-287V DC 接線圖

伍、心得與建議

心得：

非常感謝人事處、涂專總、鄭副處長、李副處長及陳課長能給我這個機會出國從事研究，也感謝電驛維護課的同事們能分攤我的工作，讓我能夠沒有後顧之憂地在美國從事研究。此行學到了很多有關數位式保護電驛的新知，相信對日後的工作，將會有很大的幫助，本人也很樂意將此行所學，貢獻給公司。

建議：

- 一、面對未來本公司民營化及電業自由化的挑戰，建議公司繼續派員工出國從事研究。
- 二、建議應可儘速全面引進數位式保護電驛用於電力系統各種設備之保護。