

微處理式數字型電驛

REL300 使用與測試

❖ 李河樟

台電電力調度處

壹、前言

電力系統設備保護觀念，自 1900 年代即開始受到重視，但因受限於當時的科技水準，僅有構造簡單的柱塞式電驛，到 1925 年以後才有利用電磁原理的感應盤式、感應杯式電驛，就是所謂的電磁式電驛；1950-60 年代由於電子科技的發展以及邏輯理論的成熟，保護電驛進入固態電驛的時代，其功能、速度以及可靠性都大為提高。而這一階段保護電驛的邏輯運算電路，先是經由半導體式的電子元件所構成電晶體式電驛，其體積較大、成本較高；之後，隨著電子科技的進步，而由積體電路為主要零件的積體式電驛所取代。直到 1980-90 年代，數位技術與微處理器漸趨成熟穩定，將多重處理器與專家系統運用於保護電驛，而促使微處理式電驛的誕生，

也就是所謂的電腦式電驛。如今微處理式電驛已成為保護電驛市場的主流，最主要的原因在於此類電驛構造簡單，功能又非常完備，且具有連續不斷自我偵測的能力，更由於此類型電驛的動作原理是由軟體程式執行，在設計上極為靈活，一些保護電驛運用上的特殊要求，均可輕易獲得。REL300 微處理式數字型線路保護電驛即是此類電驛之一。

微處理式數字型電驛的設計原理或是軟體技術，對於電驛設計與製造工程師而言，有其必然的需求；對於電驛運用者而言，也有必要知其梗概，但其重點勿寧是在於對該電驛功能、特性與運用深入了解。因此，本文將從此電驛系統的主要構成、性能、各種運用方式的特點，以及如何操作、測試此電驛為主要敘述重點。

貳、REL300 電驛簡介

REL300 又稱 MDAR 電驛系統，它是一種以微處理器(Micro-Processor)為基礎的電驛，內部含有三區段測距元件，必要時可以附加頻道控制的輸電線路測距保護電驛系統。它所有的測度與邏輯運算，均以數位方式進行（亦即以電腦程式運算），並兼具連續自我偵測(Self-checking)及被保護線路運轉資料監視(Monitoring)功能。本電驛系統標準動作時間一般約為 22ms，最快為 12-14ms，可使用於非載波系統與載波系統之非閉鎖方式及閉鎖方式，亦可使用於單相跳脫方式，這些均可經由簡單的指令設定加以選定。

一套完整的 REL300 輸電線路保護電驛系統，至少包含有下列六種主要模組：1.背面接線板，2.互聯模組，3.濾波模組，4.微處理器，5.面板顯示器，6.直流電源供應器，各司其職，互相支援。所有要接至電驛的外部接線（包含通訊介面）均連接到背面接線板，再連接到互聯模組，經由互聯模組再與各相關模組連接，其整體方塊圖如圖一所示。在硬體回路上可區分為六個主要部份：1.直流電源供應，2.類比輸入電路，3.取樣/保持(sample/hold)類比/數位轉換(analog/digital converter)系統，4.微處理器系統，5.面板--功能選擇與顯示，6.數位輸入/輸出電路。

參、REL300 電驛系統主要功能

REL300 使用於輸電線路保護上，除具有一般固態式輸電線路保護電驛功能之外，尚可同時具有許多特殊的功能，茲將其主要功能列舉如下：

- 1.三區間測距之相間與接地元件，並包括獨立的載波相間與載波接地元件 Z1P/Z1G、Z2P/Z2G、Z3P/Z3G、PLTP/PLTG，Z3P/Z3G 可依所選用的保護方式，經由設定指令選擇往前看或往後看，不須更改電驛的外部接線。
- 2.具有反時性接地過電流電驛或方向性過電流電驛（可選擇），做為接地後衛保護用（可選擇不用），動作曲線可選擇 CO-2,CO-5,CO-6,CO-7,CO-8,CO-9,CO-11 之任一種，非常具有運用的彈性。
- 3.具有瞬時正向方向性過電流元件 FDOG（Forward Directional Overcurrent Ground），可彌補因高阻抗接地事故時，載波接地保護之不足。
- 4.瞬時反方向性接地過電流元件 RDOG（Reverse Dir. OC. Ground），可做為：(1).Z3G 反向跳脫時（假如選用）之監視用，(2).載波閉鎖系統時，接地事故載波啟動元件，(3).做為弱匯入（Weak Feed）系統保護使用。
- 5.此電驛之保護方式具有下列數種選擇，(1).區段式三區間測距，(2).延長第一區間（Zone-1 Extension），(3).閉鎖方式，(4).非閉鎖方式 PUTT（Permissive

Under-reach Transfer Trip) , (5).非閉鎖方式 POTT (Permissive Overreach Transfer Trip) , (6).POTT/WEAK FEED , (7).非閉鎖方式/WEAK FEED 。

6.其它較為特殊之功能：

- (1)PT 電源異常時自動檢出警報功能，並可選擇閉鎖電驛跳脫 (LOPB) 。
- (2)CT 異常時之警報功能 (LOI) 。
- (3)試送或線路加壓不良時，快速跳脫功能 (CIF) 。
- (4)電流、電壓異常變化之故障偵測元件 (ΔI , ΔV) 。
- (5)斷路器投入三相不平衡時之跳脫功能。
- (6)可選擇之 LOSS-OF-LOAD 加速跳脫回路 (LLT) 。
- (7)線路故障時鄰近正常線路之電力反向暫態閉鎖功能 (TBM) 。
- (8) 具有故障距離指示器功能。
- (9)自我檢試功能。
- (10)線路電流電壓及角度顯示功能。

7.失步偵測回路，做為閉鎖三相跳脫元件。

8.可附加單相跳脫元件。

肆、REL300 軟體簡單說明

如圖一所示，在 REL300 系統，所有電壓電流均經取樣後轉變成數位量，

再輸入到微處理器進行資料處理，此系統連續不斷的每一週波期取樣八次。其軟體的流程即基於電力系統週期 60 週波，每週波根據其取樣速率分成八個狀態。因為通常故障電流或電壓，多多少少都會含有一些雜訊成分，因此這些取樣所得，必須經過低頻濾波器，將一些假頻現象消除，以提高電驛的正確性，其流程圖如圖二所示：

1.流程圖

圖二所示為 REL300 電驛程式簡易流程圖，在此一環路中包含所有的程式，處理器每一週期重覆執行八次，而大部份之功能運作，均在 Background Mode 中進行。有一點很重要的現象是，在流程圖中看不出來所有的作業均是每週期執行所有流程八次。因為在正常情況下，電驛只在 Background Mode 運作，微處理器即利用其餘的時間，檢試其軟體，提供盤面操作及偵測是否有電流或電壓之異常，假如有電壓或電流之不正常現象，程式即進入故障模態 (Fault Mode)，執行每一保護區間之計算，並做出是否動作的決定。

2.BACKGROUND MODE (平常模態)

REL300 偵測故障的方法是採直接計算，並非使用類比方式，正常情況下均在平常模態運作，尋找異常之電壓或電流，而後進入故障模態，從平常模態

之輸入 V_a 、 V_b 、 V_c 及 I_a 、 I_b 、 I_c 、 I_o 取樣本，偵測線路是否故障，並將這些輸入量取均方根值，做為在面板上顯示電壓與電流之值。而其零相電流之均方根值，更可做為反時性過電流電驛之動作電流源。

3.故障模態及故障測試限制

電驛一經進入故障模態，在平常模態得到的電壓、電流、相角值，即被儲存做為面板上顯示之用，而新的值則得自於故障資料，並對 DC-OFF-SET 做了補償。

對於嚴重事故為了要加速跳脫，必須執行故障測試限制，即取平常模態上之後半週及故障模態之前半週的輸入取樣資料，來計算電流與電壓之向量及其均方根值，但不做 DC-OFF-SET 之補償，以做快速之瞬時過電流第一區間及副線測距之計算，這將對嚴重故障的大電流加快 1 週波跳脫。

對於第二及第三區間的故障，故障距離的計算與測試，則仍繼續依原有設定的延時不斷進行；阻抗之計算為每週波一次。

伍、REL300 測距元件之動作原理

1.距離測量原理：

- (1).單相接地故障偵測—單相接地故障檢試，是根據三個乘積相量元件

φ_A 、 φ_B 、 φ_C 來達成的，下列式子(1)為動作量，(2)為參考量。當動作量領先參考量時，此元件產生輸出訊號，即電驛動作。

$$V_{xg} - [I_x + K_o I_o] Z_{cg} \dots\dots\dots(1)$$

$$V_q \dots\dots\dots(2)$$

V_{xg} : V_{ag} 、 V_{bg} 或 V_{cg}

I_x : I_{ag} 、 I_{bg} 或 I_{cg}

I_o : $1/3(I_a + I_b + I_c)$

Z_{cg} : 接地測距電驛標置之阻抗

$K_o = (Z_oL - Z_iL) / Z_iL$

Z_iL 、 Z_oL : 輸電線路之正序與負序阻抗

V_q : 乘積相電壓，即 A 相對 V_{cb} ，B 相對 V_{ac} ，C 相對 V_{ba}

- (2).三相故障偵測—三相故障保護是靠三個接地元件中的任一個元件動作，加上從故障相選擇元件輸出 3 ϕ F 訊號之邏輯回路來完成的。而其故障距離之計算公式為：

$$\text{動作量 } V_{xg} - I_x Z_{cp} \dots\dots\dots(3)$$

$$\text{參考量 } V_q \dots\dots\dots(4)$$

Z_{cp} : 相間接地電驛標置阻抗值

註：假如事故時之故障電壓小於 1.0 伏特， V_q 即使用事故前一週波之電壓。

- (3).相間故障偵測—相間元件負責所有相間故障及某些單相接地故障，其動作量與參考量之公式分別如下：

$$\text{動作量 } V_{ab}-I_{ab}Z_{cp} \dots\dots\dots(5)$$

$$\text{參考量 } V_{cb}-I_{cb}Z_{cp} \dots\dots\dots(6)$$

同樣的，當動作量超前參考量時，此元件即輸出動作訊號。

2.故障相選擇元件：

故障相的選擇包含：(1).相間故障，(2).一相或多相接地，(3).故障是在那一相或是那幾相。判別故障之相別，其目的在於能執行下列兩種功能：(a).使用於單相跳脫方式，執行單相接地故障保護功能，(b).提供資料做為計算故障點距離之功能。

電流相量 I_a 、 I_b 、 I_c 及 I_0 被用在判別故障之算式中，當故障發生時，故障之前的電流相量，被保留做為故障前的負載電流，以下是慣用的符號與公式：

$$3I_0 = I_a + I_b + I_c$$

$|a|$ 、 $|b|$ 、 $|c|$ …… 故障前測得之電流相量。

I_a 、 I_b 、 I_c 、 $3I_0$ …… 故障中測得之電流相量。

ΔI_a 、 ΔI_b 、 ΔI_c …… 合成的故障電流相量。

要決定合成的故障電流相量，須從故障中之電流相量除去零序電流，再減去故障前的電流相量，即產生的故障電流為故障時的正序電流與負序電流之和。

$$\Delta I_a = (I_a - I_0) - |a| = I_{a1} + I_{a2}$$

$$\Delta I_b = (I_b - I_0) - |b| = I_{b1} + I_{b2}$$

$$\Delta I_c = (I_c - I_0) - |c| = I_{c1} + I_{c2}$$

比較合成故障電流相量之值，並由表一判定故障情況。例如：

A 相對地故障時，必須是 $|\Delta I_a| > 1.5 \times |\Delta I_b|$ ，且 $|\Delta I_a| > 1.5 \times |\Delta I_c|$ ，如果故障情況不在表中九種情形之一，則必然是三相故障。

3.相間方向性元件(FDOP)：

FDOP 是作為 Z1P 及 PLTP 三相元件跳脫回路之監視用(當選用失步閉鎖功能時)，其功能類似於方向性過電流電驛 CR 之方向性元件，是一種(90° - 60°) 90° 接法，最大轉矩角為電流落後參考電壓 60° 時。

故障相別判定表

故 障 類 別	A _G B _G C _G AB BC CA AB _G BC _G CA _G								
	A _G	B _G	C _G	AB	BC	CA	AB _G	BC _G	CA _G
$ \Delta I_a > 1.5 \times \Delta I_b $	X					X			X
$ \Delta I_a > 1.5 \times \Delta I_0 $	X			X			X		
$ \Delta I_b > 1.5 \times \Delta I_a $		X			X			X	
$ \Delta I_b > 1.5 \times \Delta I_0 $		X		X			X		
$ \Delta I_c > 1.5 \times \Delta I_a $			X		X			X	
$ \Delta I_c > 1.5 \times \Delta I_b $			X			X			X

4.接地方向性元件：

REL300 系統裡有兩種接地方向性元件，FDOG 正方向接地過電流(Forward Directional OC Ground)及 RDOG 反向接地

過電流，其動作原理需看選擇零序(ZSEQ)或負序(NSEQ)做為方向性判斷之資料而分別，但是 FDOG 與 RDOG 只能同時選取零序或負序，不能 FDOG 選零序而 RDOG 選用負序。

(1).零序極化接地方向性 FDOG/RDOG 元件 REL300 是使用電壓為極化要素，其方向性是由 $3I_0$ 與 $3V_0$ 相量間之角度關係所決定。在正向時 $3I_0$ 超前 $3V_0$ 的角度是從 30 到 180 度（或 $3I_0$ 落後 $3V_0$ 從 150 到 180 度）；在反向時則 $3I_0$ 落後 $3V_0$ 從 0 到 150 度（或 $3I_0$ 領先 $3V_0$ 從 0 到 30 度），其靈敏度為 $3I_0 > 0.1 \text{ amp}$ ， $3V_0 > 1.0$ 伏特。

(2).負序極化接地方向性 FDOG/RDOG 元件，使用負序電壓 V_2 為極化量，負序電流 I_2 為動作量，它的動作決定於 I_2 、 V_2 之間的相量角度關係。對於 FDOG 元件最大轉矩角是當 V_2 落後 I_2 105° 時，其靈敏度為 $V_2 > 0.5$ 伏特、 $I_2 > 0.1$ 伏特。

5.故障偵測元件

REL300 偵測故障，是運用數位計算而非以類比邏輯來判斷，當在平常模態下發現到相電流或相電壓異常時，立刻進入故障模態，而開始測距元件之計算。REL300 在設計上，是以下列式子為標準，來判定所保護線路是否有異常現象。

(1) 每一相之 ΔI

假設 $[I_{kn} - I_{(k-1)n}] > 1.0$ 安倍，
且 $[I_{kn} - I_{(k-1)n}] / I_{(k-1)n} \times 100\% > 12.5\%$

(2) 每一相之 ΔV

假設 $[V_{kn} - V_{(k-1)n}] > 7.0$ 伏特，且
 $[V_{kn} - V_{(k-1)n}] / V_{(k-1)n} \times 100\% > 12.5\%$

(3) ΔI_0

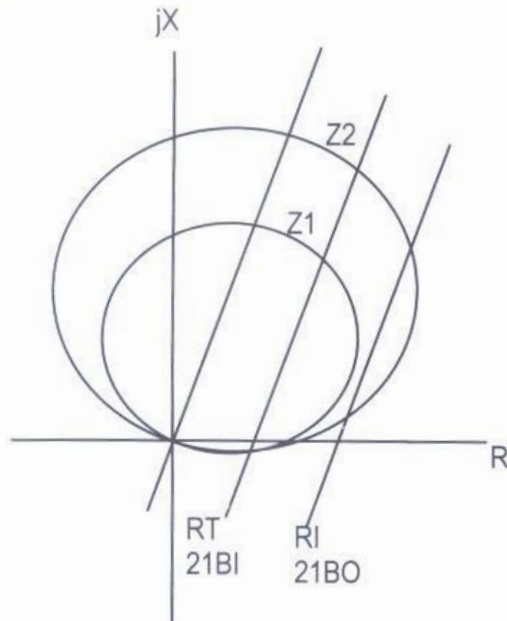
假設 $[(3I_0)_{kn} - (3I_0)_{(k-1)n}] > 0.5$
安倍 $n=1,2,3,4,5,6,7,8$
 k =第 k 週

6.低電壓 (LV) 元件：

REL300 內有三個低電壓元件，其設定範圍從 40 伏特到 60 伏特，每 1.0 伏特為一間隔。任何一相之電壓如果低於設定值，則 LV 元件即有輸出，LV 元件使用在 CIFT 及 WEAK-FEED 邏輯迴路上。（另外有三個分別固定在 7 伏特之低電壓元件 VAL、VBL、VCL，及一個固定在 7 伏特之零相過電壓 $3V_0$ 元件，用來做為 LOP 邏輯回路）。

7.遮線(BLINDER)元件

REL300 系統內有兩組遮線 21BI 及 21BO，下列式子即為遮線動作量與極化量，只要動作量電壓超前極化量電壓，則此元件會動作。其特性曲線如下圖所示：



REL300 OSB 特性圖

右邊遮線

$j(V_{Xg} - I_x R_c \angle \theta - 90^\circ)$ 極化量

$I_x R_c \angle \theta - 90^\circ$ 動作量

左邊遮線

$-j(V_{Xg} + I_x R_c \angle \theta - 90^\circ)$ 極化量

$I_x R_c \angle \theta - 90^\circ$ 動作量

V_{Xg} : 相對地電壓, V_{Ag} 或 V_{Bg} 。

I_x : 相電流 I_a 或 I_b 。

R_c : 元件之標置。

R_T 為裡面之 Blinder (21BI)。

R_I 為外面之 Blinder (21BO)。

θ : 線路正序阻抗角。

陸、REL300 之使用

REL300 所有之外部接線均接到其背面端子板, 包括 V_A 、 V_B 、 V_C 、 I_A 、 I_B 、 I_C 、 I_0 等三相電壓、電流及零序電流。另

外, 直流電源、通訊頻道介面及警報、載波控制用接點等, 亦都經由此一端子板接入電驛。爲了要使電驛的功能符合使用者的需求, 必須在使用之前與電驛作良好的溝通, 將所有需求以”設定值”經由人機介面, 完整的告訴(輸入)電驛, 否則電驛是無法正確發揮功能的。因此, 首要之務在於知道面板上各種按鈕的作用, 以及如何操作這些按鈕, 首先要對面板加以描述, 之後再說明按鈕如何操作。

1. 面板顯示:

面板顯示包括兩個顯示窗, 及七個指示燈, 七個按鈕。在停止面板上任一按鈕操作之後, 顯示窗之顯示會在 5 分鐘後自動消失(不要誤以爲是故障)。

1-1. 七個指示燈包括:

- (a). 電驛使用中指示 (RELAY-IN-SERVICE) 燈亮, 表示直流電源正常, 且電驛通過自我測試; 如果燈不亮, 表示電驛本身至少有一內部不良, 或是有 LOP 存在。
- (b). 一個「VALUE ACCEPTED」指示燈, 此燈只有在輸入某些資料, 當按下「ENTER」按鈕時亮一下。
- (c). 五個做爲指示目前顯示窗被選擇顯示何種功能, 即 Settings Volts/Amps/Angle, Last Fault, Previous Fault, Test 等, 這五個燈之一經常

會亮著，指示目前所選擇的模態。

1-2. 按鈕開關

包括 DISPLAY SELECT, RESET TARGET, FUNCTION RAISE FUNCTION LOWER, VALUE RAISE, VALUE LOWER 及 ENTER。

“DISPLAY SELECT”按鈕選擇顯示窗要顯示的功能，當偵測到故障時，“LAST FAULT”燈每秒鐘會閃一次，假如記錄到兩次事故，則燈每秒閃兩次，且把第一次故障的記錄從“LAST FAULT”移到“PREVIOUS FAULT”位置，新的故障記錄就保存在“LAST FAULT”位置。當“RESET TARGETS”按鈕按下一次，則“LAST FAULT”燈熄，如將“DISPLAY SELECT”按鈕按下，經過五次顯示選擇又回到“LAST FAULT”，再次按“RESET TARGETS”按鈕，則最後一次故障資料將從記憶體內被清除，如果選擇“PREVIOUS FAULT”，且按下“RESET TARGETS”按鈕，則前一次事故資料亦會被清除。

“FUNCTION RAISE”及“FUNCTION LOWER”是當選擇好顯示何種功能模式後，找出此種功能內所需要的資料。而“VALUE RAISE”及“VALUE LOWER”則是用來選擇某種功能所需要不同的值，“ENTER”是將某種功能新的數值輸入記憶體的按鈕。

1-3. 面板上尚有五個測試點，係做為測量

REL300 直流電源是否正常，面板上每一測試點旁邊有一標準值，可供判斷。即-24V、+5V、-12V、+12V、COMMON。

2. 盤面操作：

REL300 前面之操作面板提供方便的整體工具，來檢查或改變標置，及在事故後檢查電驛元件動作情形，所有故障位置、故障類別、故障相別、動作元件、跳脫之斷路器等資料，均很容易的用按鈕逐步的在顯示窗得到。而且最近的兩次事故資料被儲存起來，於直流電源喪失後仍可保留住，值班人員可由指示燈之閃亮及警報輸出得到警示。值班人員亦可從面板得到平常線路上之電流、電壓及相角資料，標置檢查亦可很方便執行，但是更改標置則需要操作較多按鈕，通常在電驛正常運轉狀況下，最好是設定 VOLTS/ AMPS/ ANGLE LED 亮。

2-1 設定方法：

爲了要確定 MDAR 的標置是否成功的進入到系統內，持續按著“DISPLAY SELECT”按鈕，直到“SETTINGS”LED 亮，然後按“FUNCTION RAISE”按鈕，或“FUNCTION LOWER”按鈕，把所有的 FUNCTION 檢視一次，對於所顯示之每一 FUNCTION，按“VALUE RAISE”或“VALUE LOWER”按鈕，將所有可改變的值檢視一遍。

爲了要改變目前所顯示的標置功能，“RAISE”或“LOWER”這些功能指示，直到所要的功能出現，然後以“RAISE”或“LOWER”鍵更改所顯示的值，直到所要標置的值出現，然後按“ENTER”按鈕，則在數值顯示窗出現的值即進入記憶體，取代先前的設定值，但是一一定要在“ENTER”按鈕按下時“VALUE ACCEPTED”指示燈亮一下，才確定輸入的值成功的進入記憶體。

例如要標置第一區間相間元件時，先按下顯示選擇按鈕，直到“SETTING”指示燈亮，然後按“FUNCTION RAISE”（或 FUNCTION LOWER）鍵，在左邊顯示窗找到 Z1P，之後再按下“VALUE RAISE”（或“VALUE LOWER”）找到所要標定的歐姆數值（右邊顯示窗），最後再按 ENTER，注意 ENTER 燈要閃一下，才表示所設定值已完成輸入，則 Z1 PHASE 的標置才算完成。

2-2.電錶功能（電壓/電流/相角）

當選擇“VOLTS/AMPS/ANGLE”指示燈亮時，則 A、B、C 三相之電壓、電流及其相角(其所得到的相角是以 V_a 爲基準)，可在正常情況下立即顯示。所需要知道的值可以在功能群內按“RAISE”或“LOWER”鍵獲得，是否有 LOP 或 LOI、OSB 等情況，亦可在此功能內看出。

2-3.故障指示（TARGET MODE）

REL300 系統可保留最後 16 次事故

記錄（Version 2.0 則可保留 12 次），但只有最近的兩次事故紀錄可以由面板上之視窗讀出，事故記錄所顯示的是在跳脫時即被保留的資料，包括事故前一週波及事故後七週波的資料。“LAST FAULT”位置指示燈每秒閃爍一次或兩次，表示其儲存的事務有一次或兩次。其記錄可由三種途徑清除。

- a.由面板上之“RESET”按鈕
- b.經由“REMOTE-RESET”接點
- c.經由通訊頻道下達指令

2-4.測試 MODE（例行的自我檢試）

REL300 的軟體包含一些例行的自我檢試，當“DISPLAY SELECT”選擇在“TEST”位置時，則 FAILURE MODES 在指示窗所顯示的爲各種故障情形。另外在 TEST MODE 可以模擬通訊頻道收到訊號，或驅動載波機組發射訊號。

柒、REL300 運用上應注意事項

REL300 電驛系統具有輸電線路保護上各種功能，且在運用上極有彈性，諸如 LOP 電壓源監視功能，LOI 電流源監視功能，加壓於故障中線路快速保護功能（CIFT — Close-Into-Fault-Trip）等。這些功能因爲在運用上極富變化性，因此使用上一些必須注意之事項，如未能充分了解而導致不當運用，則可能未蒙其利而先受其害，不可不小心，茲將可能發生的後果分別說明如下：

1.REL300 電驛系統具有三區間測距元件（包括相間及接地元件），其中第三區間元件，可設定為向前保護（FWD），也可以設定為保護電驛所在位置之背後方向的保護（REV）。選用的原則為：在非 PILOT 方式應設定為 FWD，作為第三區間後衛保護；如為 PILOT 方式則應設定為 REV，作為閉鎖 PILOT TRIP 或啟動載波閉鎖訊號，詳如下表：

測距元件功能		
保護方式	Z3P/Z3G (反向)	PLTP/PLTG (第二區間)
POTT	閉鎖 PILOT TRIP	跳脫及啟動 訊號
UNBLOCK	閉鎖 PILOT TRIP	跳脫及啟動 訊號
BLOCK	啟動載波訊號	跳脫及停止 訊號

2.LOP 是爲了防止在電壓源異常時（非保護線路事故），電驛的測距元件動作跳脫，所使用的邏輯爲：

$$V_{AN} \text{ 或 } V_{BN} \text{ 或 } V_{CN} < 7V \text{ 或 } 3V_0 < 7V \\ \text{且 } \Delta I = 0 \text{ 或 } I_{OS} \geq 3I_0$$

邏輯所表示的意義是：如果三相電壓之中任一相小於 7V，且 $\Delta I = 0$ 或接地故障電流小於 I_{OS} 時，就表示電壓電源異常，而非線路事故所引起。此乃因線路事故時必然會有 ΔI ，此時 LOP 元件動作，如果 LOPB 又設定爲”DIST”時，將會閉鎖所有測距元件的跳脫功能；如 LOPB 設定爲”ALL”，而 LOP 繼續存在時

將會閉鎖所有電驛的跳脫功能，並使得電驛”IN SERVICE”燈熄滅。LOP 發生 500 毫秒之後會使警報接點接通。如上所述確可避免電驛因電壓源異常而誤動作，一般而言似乎很理想，但在某些特殊系統上並非全然沒有缺憾。例如圖三所示的兩平行輸電線，此兩回線在特殊情況下都沒有電流通過，且乙端爲負載端無電源。當故障發生於距離甲端很近的 F 點時，乙端的第二區間電驛，將會被其 LOP 閉鎖而無法跳脫。這是因爲在乙端的電驛偵測不到電流 $\Delta I = 0$ ，且在甲端斷路器未跳脫之前，乙端電驛偵測到低電壓。因之，在這種情況下，LOP 是否要閉鎖電驛跳脫功能，必須詳加探討，權衡利弊得失，做適當抉擇。

3.LOI 電流異常監視功能，它的動作原理是利用 I_{OM} 及 V_0 的相對關係作判斷依據，即如果出現 I_{OM} 而沒有 V_0 ，就判定爲電流迴路異常；這是因爲如果是線路發生接地故障，則除了有 I_{OM} 之外，亦必然會有 V_0 。 I_{OM} 是用來作爲所有接地元件跳脫之必要條件，其設定值應大於線路不平衡電流，一般實用上皆設定在 1.0A（當然要考慮線路最大不平衡電流及最小故障電流）。在 LOI 這些條件之下，我們如考慮線路在輕載情況下，比流器二次測電流小於 1.0A，此時如發生電流迴路異常，則因不能滿足 I_{OM} 的條件，因此而喪

失 LOI 的功能。另一種情況是，保護電驛用電流試驗插頭(CTT)因故被誤拔出而短路時，因無 I_{OM} 而使得 LOI 不能動作，無法提供警示作用。因此，在運轉上不能完全依賴此一功能，還是要隨時注意相關設備的狀態。

4.瞬時過電流監視元件

REL300 電驛系統測距元件之跳脫不需要有過電流監視，只要原因再於此電驛平常均處於平常模態，除非電流或電壓出現異常變化，電驛才會開始計算故障阻抗，此一特點可以減少因考慮負載電流，造成相間過電流元件設定上的困擾（低於負載電流則失去意義，太高則降低靈敏度），但是為了配合傳統電磁式電驛的運用習慣，以及一些特殊作用，REL300 電驛系統乃具有數種過電流監視元件如： I_L 、 I_M 、 I_{OS} 、 I_{OM} 等，茲分述如下：

瞬時過電流元件		
元件	設定值	用途
I_L	0.5A	CIFT, LLT
I_M	1.0A	OSB, 相間故障跳脫
I_{OS}	0.5A	LOP, 閉鎖方式載波啟動
I_{OM}	1.0A	LOI, CIFT, 接地故障跳脫

注意： I_L 的設定值必須大於線路充電電流，且小於最低負載電流。

I_M 的設定值必須大於線路可能最大負載電流，但不能使第三區間

的保護範圍受到限制。

5.CIFT 功能

本功能是為了在線路故障未清除的情況下加壓時，保護電驛能夠不必經過測距元件的計算，而可以很正確、迅速的動作，跳脫斷路器隔離故障，使相關設備的損失減低到最少。其簡單的邏輯迴路圖如圖四所示：

從邏輯圖上可知，要 CIF 動作必須 AND22 的三個條件同時滿足，也就是要在斷路器投入，52B 接點開啓後的 180ms 以內，同時有低電壓 LV（三相中任何一相）、異常電流（ I_L 或 I_{OM} ）。在斷路器投入 180ms 以後的保護，就恢復到原來的測距功能。

6.POTT 或非閉鎖方式控制訊號啓動

REL300 電驛系統在 POTT 或非閉鎖方式下，對於保護區域內部的故障或是往前方向的外部故障（在 Z2P 的設定範圍之內），本端的 PLTP 或/及 PLTG 偵測到故障而啓動發送器，送出允許跳脫訊號至對方端，如果對方端的 PLTP 或/及 PLTG 偵測到故障，則可以很快速的跳脫斷路器隔離故障。

但是如果線路為加壓中線路（假設由甲端加壓至乙端），在線路發生事故時，斷路器開啓的乙端，保護電驛偵測不到故障，因而無法啓動發送器，送出

允許跳脫訊號到甲端，雖然甲端的 PLTP 或及 PLTG 偵測到故障，但因未收到允許跳脫訊號，而造成不能快速動作隔離故障的缺憾。

為克服此一問題，REL300 電驛系統使用了斷路器的 52B 接點，在斷路器開啓狀態下，52B 接點閉合，如果此時電驛未偵測往前方向的故障，但也沒有偵測到到背後故障，則在接收到對方送來的允許跳脫訊號之後，電驛會回送 (Echo Keying) 允許跳脫訊號給對方，但會在 150ms 後自動停止。

7. 暫態閉鎖與非閉鎖邏輯

在一環狀輸電系統或是共架的平行雙回線，電力反向的問題，常造成 PILOT 保護電驛方式運用上的困擾。由於考慮電流的匯入效應 (Infeed Effect)，Z2P 的設定範圍通常大於或等於保護線路阻抗 (Z_L) 的 150%，因此會偵測到保護範圍之外的故障。為了保護電驛能正確的選擇跳脫，需要靠頻道控制訊號正確、有效的傳遞，而控制訊號的起、停則由電驛掌控，REL300 電驛系統針對此一問題，有其適當的邏輯迴路可以解決。

在某些特殊網路結構下，在鄰近線路故障清除的瞬間，方向性接地故障元件將可能動作，導致不當的跳脫。此一情況是這樣的，當鄰近線路的斷路器跳

脫時，同時啓斷了故障相的故障電流及健全相的負載電流，如果斷路器三相接點不是同步啓斷時，會因不平衡的負載電流而產生零序電流，如零序電流又剛好是符合電驛的跳脫方向，則會造成電驛的誤跳。為避免此一現象發生，在 REL300 電驛系統，當選用 POTT 保護方式時 (STYP=POTT)，會自動加入一暫態閉鎖延時元件，以提高電驛的安全性。

在各種保護方式裡，POTT 保護方式被公認為較具安全性的一種。但是在運用上考慮不是很周全時，這種安全性高的優點，可能會面臨嚴厲的考驗。試看底下例子：

如圖五所示，當相間接地故障發生於平行兩回線中之一 (線路 1) 的中點時，由於系統結構的關係，A 端為電源端而 B 端卻有極強的零序電流源。因此，在非故障線路 (線路 2) 上的故障電流 I_1+I_2 為從 A 流向為 B， I_0 則是從 B 流向 A，在線路 1 的 A 端相間測距元件 Z2P 及 B 端的接地測距元件 Z2G (或接地方向性元件) 都可能會動作，並同時送出允許跳脫訊號 (或停止發送閉鎖訊號) 給對方，引起兩端電驛誤動作。此一現象在方向性比較方式、非閉鎖方式與 POTT 方式，同樣會造成電驛誤把外部故障看成內部故障而誤動作，但如果在其邏輯迴路加上適當的條件限制，此

一問題就可以迎刃而解。在 REL300 電驛系統的 POTT 或非閉鎖方式裡，測距保護元件 PLTG/PLTP 或正向方向性過電流元件 FDOG 的跳脫動作，必須經過反向測距元件（接地或相間）或反向方向性過電流元件 RDOG 的檢定；也就是說，在線路 2 的 A 端電驛反向接地元件，於線路 1 發生故障時，偵測到反方向的故障，因而禁止 PLTP 跳脫及啓動允許跳脫訊號的發送，這樣在 A 端的電驛 PLTP 雖然偵測到故障也不會動作；在 B 端的電驛，則雖然 PLTG 或 FDOG 動作，但因為接收不到允許跳脫訊號，也不至於誤動作，簡單的邏輯圖如圖六所表示。

因此，REL300 在 POTT 或非閉鎖保護方式下，其第三區間測距元件的偵測方向，必須設定為向後（Reverse），這一點是極為重要的，否則可能在單一回線事故時，發生電驛誤動作而導致平行兩回線同時跳脫，造成大規模停電的不幸事件。

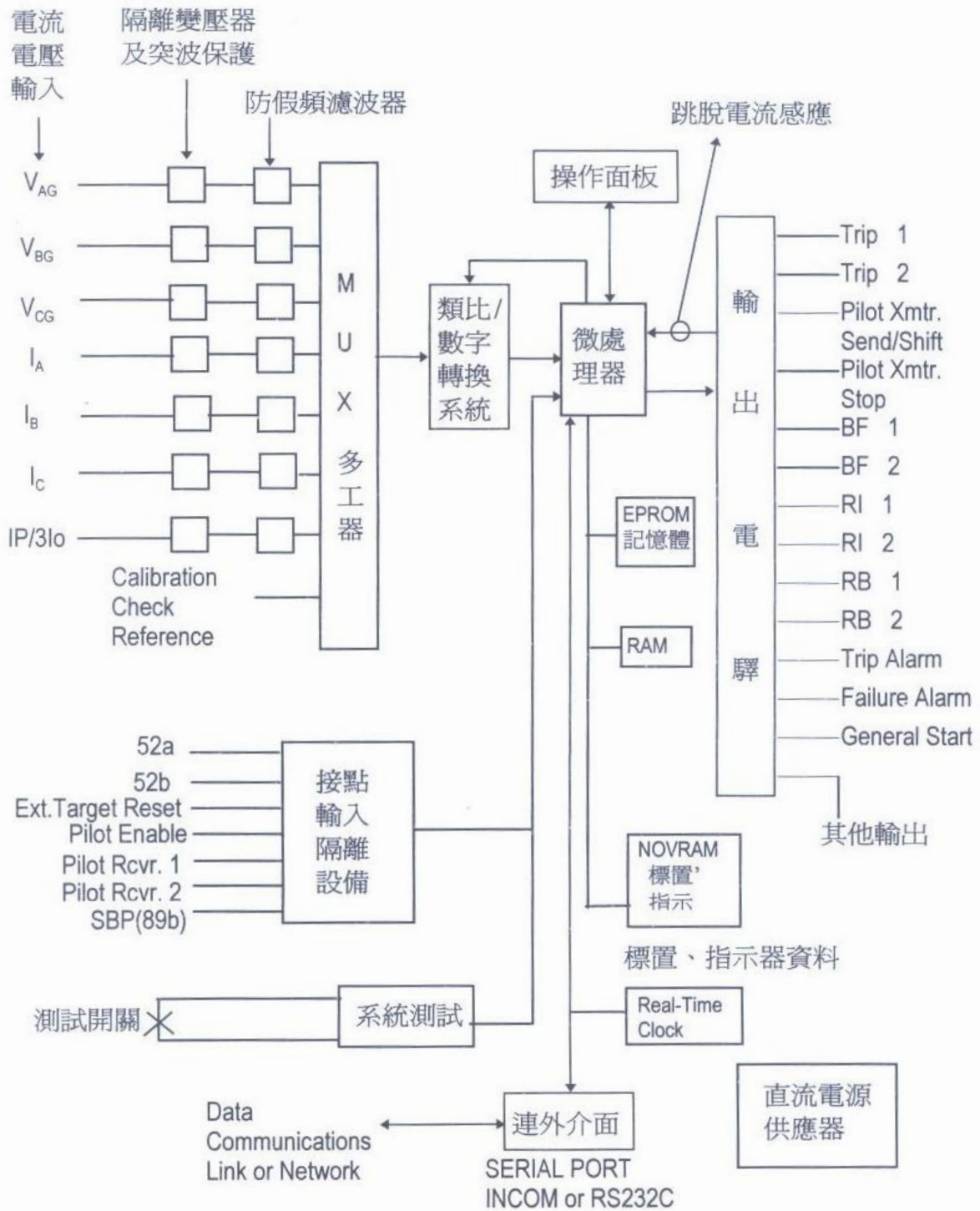
捌、結論

任何事物，本身並沒有所謂的好或壞，它的“好”與“壞”，完全取決於人怎麼來使用它。同樣的道理，任何一項科技產品，也沒有絕對的好壞，端看你把它用在那裡、如何運用它。因此在規劃之前，必須對於產品的各項功能、特性

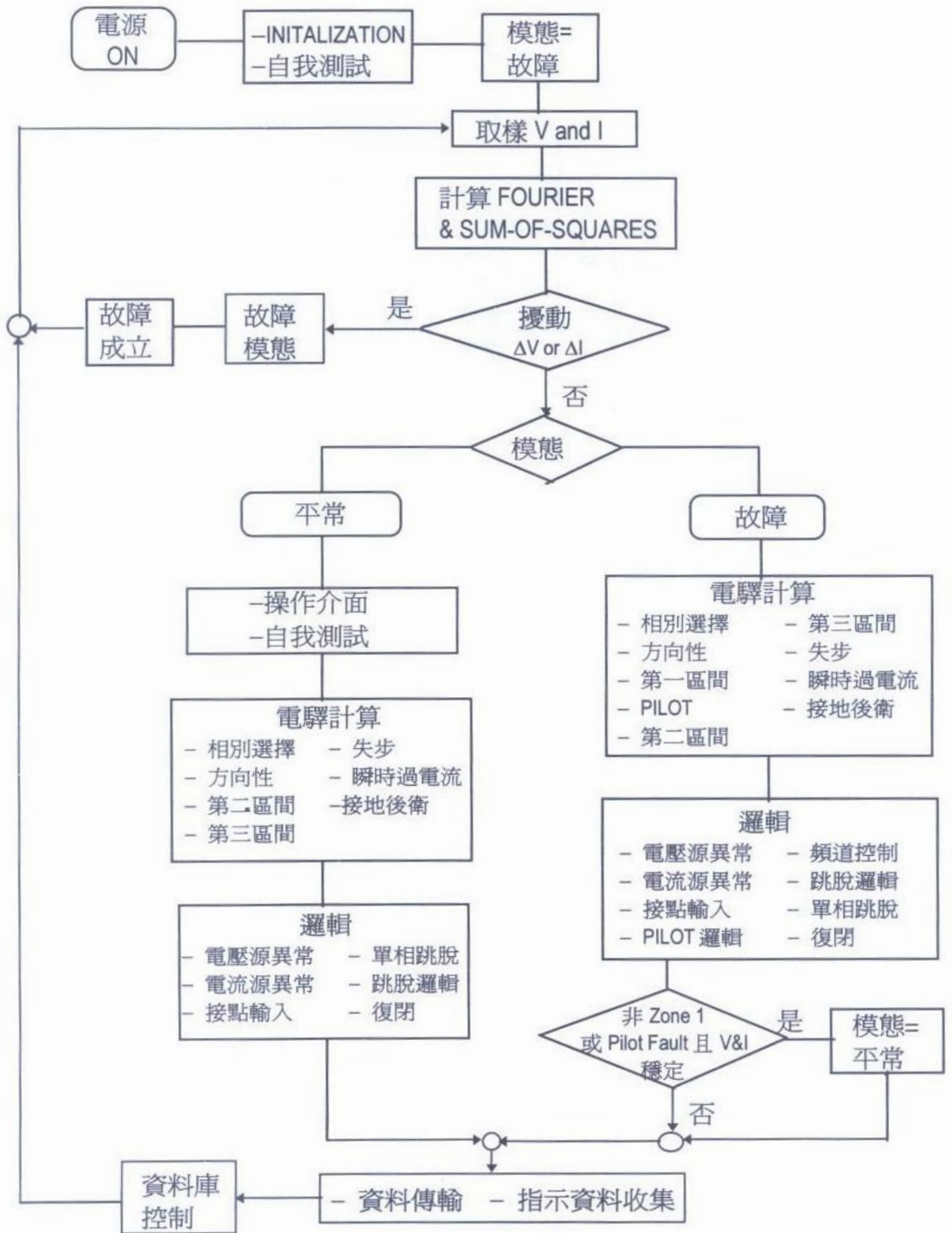
有充分的了解，這樣才可能針對所需，做最適當的選擇，並能獲得最大效益。

電力系統特性各有不同，甚至同一系統內的不同區域，其網路特性也不全然一致，每一輸電線路所需要的保護程度也不盡相同。而各類保護電驛產品的功能更是多元、複雜，如希望能讓電驛發揮其最大效益，當然要對於電驛各種功能有充分了解。本文嘗試站在電驛使用者的角度，對 REL300 電驛系統的功能及運用上應考慮的地方，做一扼要的說明，目的在於讓有意使用此一電驛系統或已經在使用此電驛者，獲得一些進入此電驛系統領域的方向，也期盼電驛從業人員對於類似微處理式的電驛系統，能得到最基本的認識。

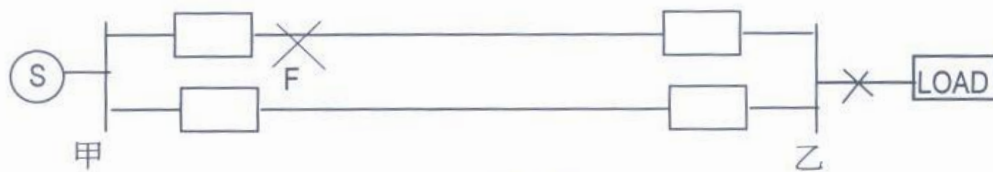
此外，電驛是否能依預期目標發揮它的最大功能，除了要有妥善的規劃、設定之外，如何做好電驛的各項試驗，也是不可或缺的必要程序。因此，在本文之後，以附錄方式，將本套電驛系統較常用的各項功能之試驗方法，以條列式敘述於後，希望對於使用者能有所助益。當然，電驛的試驗方法並非唯一，只要能檢驗出電驛確能正常發揮其應有功能即可。因此，本試驗方式如有不盡合讀者之處，請參考廠家所提供的電驛使用手冊。



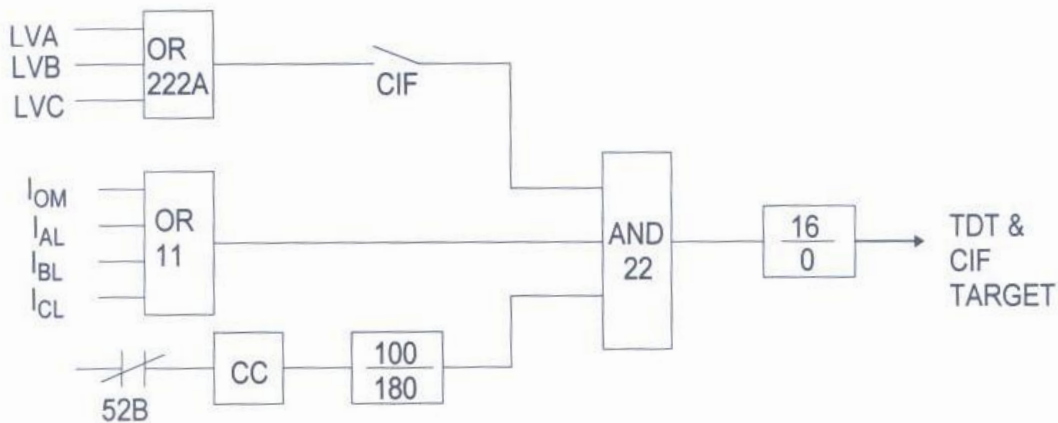
圖一、REL300 電驛系統簡易方塊圖



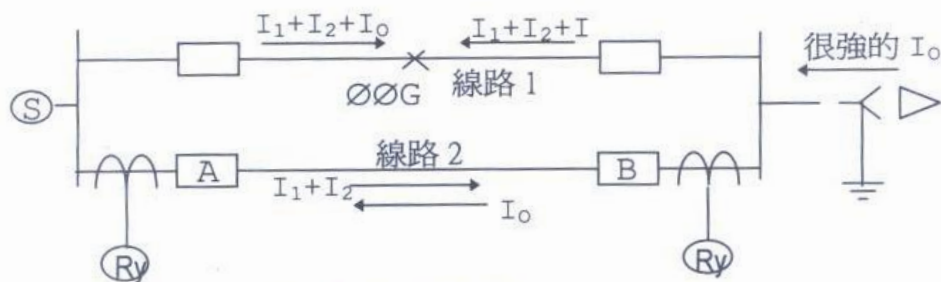
圖二、SEL300 電驛系統工作流程圖



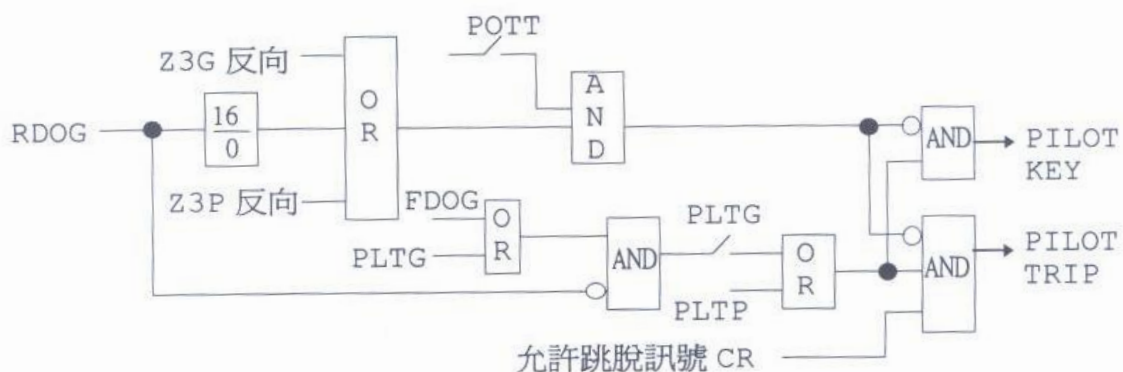
圖三、平行兩回線加壓但無負載



圖四、REL300 CIFT 保護邏輯簡圖



圖五、電力反向現象簡圖



圖六、反向第三區間相間及接地元件閉鎖邏輯圖

附錄：REL300 電驛測試方法

一、面板測試

1. 首先確定：直流電源已接至正確位置 (TB6-13/TB6-14)，電壓為額定值的正、負百分之十以內，且極性正確。然後將電源開關“ON”，檢查面板上四個測試點與共同點(COMM)之間的電壓值是否正常，如正常則 TB4-8/TB4-9 之電源警報接點應為開啓，否則此接點應接通。
 2. 此時電驛使用中(RELAY IN-SERVICE)指示燈應亮起。
 3. 按下(RESET TARGETS)按鈕，五種顯示 MODES 應只有一種指示燈亮，且在“FUNCTION”及“VALUE”之顯示窗應出現文字及數字。
 4. 按下“DISPLAY SELECT”按鈕，五種顯示 MODES 應依序輪流亮起，選擇在 SETTINGS 之燈亮起時放開按鈕。
 5. 將所要設定之電驛標置，以面板操作方法或 PC 連線整批設定方式設定妥當。
 6. 按下“DISPLAY SELECT”按鈕，選擇在 METERING(VOLTS/AMPS/ANGLES) 之燈亮起時放開按鈕。
- ### 二、電壓、電流及相角輸入檢驗
7. 依照圖 A1 之試驗接線圖第一種接線方式，輸入 AC 電壓 70 伏特、電流 1 安培，調整 A 相電流落後 A 相電壓 75 度。
 8. 按下 FUNCTION RAISE 或“FUNCTION

LOWER 按鈕，在顯示窗讀到輸入之電流 $I_A=1$ 安培、輸入電壓 $V_{AG}=70V$ 及其角度 $ANG=75$ ，其讀數應在輸入值之 $\pm 5\%$ 以內；但如電流小於 0.5 安培，角度之顯示即失去作用而顯示為 0 度。

三、第一區間(Zone 1)試驗

單相接地故障元件：

電驛設定：

LOPB(電壓異常閉鎖功能)：NO

Z2G(接地故障第二區間元件)：OUT

Z3G(接地故障第三區間元件)：OUT

GBCV(接地故障後衛保護元件)：OUT

OSB(系統失步閉鎖功能)：NO

ITP(相間瞬時過電流功能)：OUT

ITG(接地瞬時過電流功能)：OUT

假設電驛標置為：Z1G=4.5OHMS，

PANG=75 度， $ZR=Z_{01} / Z_{11}=3$ 。

9. 依圖 A1#1 之接線方式，調整 $V1N=30V$ ， $V2N=70V$ ， $V3N=70V$

注意：REL300 電驛系統要進入到故障模態，才會開始計算故障點之距離，而要進入故障模態，則必須有下列兩者其中之一出現：

(1) ΔI_A ， ΔI_B 或 $\Delta I_C > 1.0A$ ，且其變化量大於 12.5%。

(2) ΔV_{AN} 、 ΔV_{BN} 、 $\Delta V_{CN} > 7V$ ，且其變化量大於 12.5%，同時 $\Delta I > 0.5A$ 。

所以在進行 REL300 測試時，電流

不可以很平緩的增加，應該是調整一適當的電流，然後瞬間加入電驛，如果電驛不動作，再調整試驗儀器電流輸出值之後再試。Z_G的始動電流值為：

$$I = \frac{V_{LN}}{Z_{1G} \cos(PANG - \theta) \left[1 + \frac{(Z_R - 1)}{3} \right]}$$

如 $\theta=75^\circ$ ，則 I 之計算值應為 4.0A±5%，此為最大轉距角之動作值，此時 LAST FAULT 指示燈會閃爍，並指示故障類別 FTYP 為 AG，可由視窗讀出試驗電流與電壓及其角度，驗證電驛動作特性是否正確。如果需要，可再繼續進行 $\theta=45^\circ$ 或 $\theta=105^\circ$ 等之試驗，而得到 REL300 Z_G之特性曲線。

重複上項試驗，測量電驛動作時間，應該小於 2 週波，否則查看 T1 之設定是否為 0。

上述試驗當電驛動作時，TB3-13、TB3-14 之 GS(General Start)接點應接通並持續 50ms，電驛動作警報接點閉合。

當 PANG≠GANG 時，電驛動作電流的計算公式為：

$$V_{xg} = (I_x + K_0 I_0) Z_{1g} \quad \text{或} \quad V_{xg} = (I_x + K_0 I_0 / 3) Z_{1g}$$

$$I_x = \frac{V_{xg}}{Z_{1G} \left(1 + \frac{K_0}{3} \right)}$$

$$K_0 = \frac{(Z_{0L} - Z_{1L})}{Z_{1L}} = |Z_R| \angle (GANG - PANG) - 1$$

$$Z_R = Z_{0L} / Z_{1L}$$

$$I_x = \frac{V_{xg}}{|Z_{1G}| e^{jPANG} + \left[1 + \frac{|Z_R| e^{j(GANG - PANG)} - 1}{3} \right]}$$

$$I_x = \frac{V_{xg}}{\frac{2}{3} |Z_{1G}| e^{jPANG} + \frac{1}{3} |Z_{1G}| |Z_R| e^{jGANG}}$$

10. 依圖 A1#2、#3 之接線方式，重複第 9 項之測試方式，進行 B_G、C_G 之試驗，注意故障相顯示是否正確。

四、第一區間(Zone 1)試驗 / 三相元件

11. 依圖 A2 之試驗接線方式，輸入如下之電壓值：

V_{1N}=30V，V_{2N}=30V，V_{3N}=30V，假設電驛 Z_{1P}標置為 4.5 OHMS，則

$$I = V_{LN} / [Z_{1P} \times \cos(PANG - \theta)]$$

θ 為 I_A 滯後 V_{LN} 之角度。

試驗時可先從 $\theta=75^\circ$ 開始，此時電驛之始動電流應為 I=6.67A±5%，再作 $\theta=45^\circ$ 及 $\theta=105^\circ$ 之試驗。注意各項數值及指示，如有需要可改變θ值，以獲得電驛特性圖。

五、第一區間(Zone 1)試驗 / 相間元件

12. 依圖 A3 之試驗接線#1 方式：

12.1 電壓源為 T 接線，即

$$V_A = V_F / 2(0^\circ), \quad V_B = V_F / 2(180^\circ),$$

$$V_C = 3 / 2(70V) \text{ 超前 } V_A \text{ } 90^\circ, \quad V_F = V_A - V_B,$$

設 V_F=30V，則 V_A=V_B=15V

$$I = V_F / [2 Z_{1P} \times \cos(PANG - \theta)]$$

如電驛標置值為 4.5 OHMS，

PANG=75°，當 $\theta=75^\circ$ 時電驛始動電流應為 $I=3.33A\pm 5\%$ 。

12.2.電壓源為Y接線，即

$$V_{AN}=(V_F/2)\times(2/\sqrt{3})(0^\circ)=V_F/\sqrt{3},$$

$$V_{BN}=V_F/\sqrt{3}(-120^\circ),$$

$$V_{CN}=\left[\frac{3}{2}\times 70-\sqrt{|V_{AN}|^2-|V_F/2|^2}\right](+120^\circ)$$

$$=105-V_{AN}\times\sin 30^\circ=105-V_{AN}/2$$

$$=105-V_{AF}/(2\sqrt{3}),$$

因 V_{AB} 超前 V_{AN} 30°，所以 I_A 落後 V_{AB} 75°時，即 I_A 落後 V_{AN} 45°，故相位計讀數為 45°時為電驛之最大轉距角(75°)，設 $V_F=30V$ ，則 $V_{AN}=17.3V\angle 0^\circ$

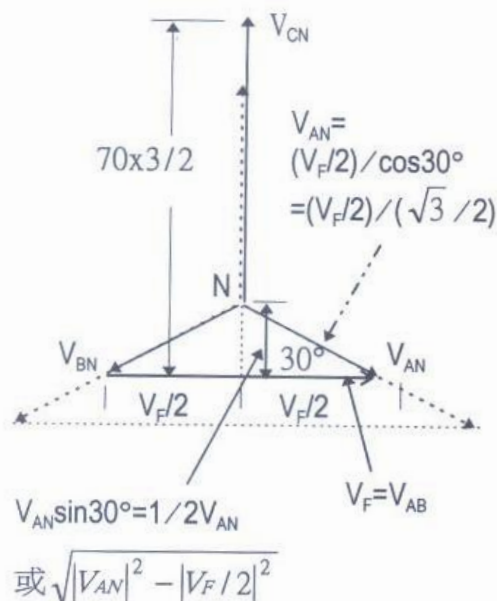
$$V_{BN}=17.3V\angle -120^\circ$$

$$V_{CN}=96.4V\angle +120^\circ$$

$$I=V_F/[2Z_{1P}\times\cos(PANG-\theta)]$$

如電驛標置值為 4.5 OHMS，

PANG=75°，當 $\theta=45^\circ$ ，電驛始動電流值 $I=3.33A\pm 5\%$ 。



13.依圖 A3 之試驗接線#2、#3 方式，並按照第 12 項之試驗方法測試 BC、CA 元件，注意各項數值及指示。

六、第二區間(Zone 2)試驗

14.依所需標置值將電驛標置設定妥當，並為了試驗時不受第一、三區間元件影響，電驛標置先做如下之更改：

Z1P=OUT，Z1G=OUT，Z3P=OUT，Z3G=OUT。

15.依照 9~13 項試驗方法測試第二區間 Zone 2 各元件，並測試 T2P、T2G 延時元件之動作時間，應在設定值的 $\pm 5\%$ 以內。如果使用本電驛系統之復閉功能時，如第二區間元件動作欲作為復閉之觸發要件時，本項試驗之前，先更改點一設定如下：

FUNTION	VALUE
Z2RI	YES
TTYP	3PR(三相復閉)

則進行第 9 項試驗中，當電驛動作時，RI(Reclose Initiate)接點(TB3-5/TB3-6，TB3-7/TB3-8)應閉合；RB(Reclose Blocking)接點應開啓。在改變設定 Z2RI=NO，則進行第 9 項試驗中，當電驛動作時 RI 接點應開啓；RB 接點應閉合。

七、第三區間(Zone 3)試驗

16.更改電驛標置為：Z2P=OUT，

Z2G=OUT , Z3FR=FWD , Z3P= -----
Z3G= ----- , T3P= ----- , T3G= -----

- 17.重複 9~13 項試驗，進行第三區間元件測試。再更改設定 Z3RI=YES，依第 15 項方法測試 RI 及 RB 接點。
- 18.當第三區間使用於反方向時，反方向接地元件之動作將超越測距元件。更改設定值為： Z3FR=REV(Reverse)，IOM=1.5A，進行 A_G反方向故障試驗(I_A落後 V_{AN}255°)，假設 I_A > 1.5A，則電驛將在 500 毫秒後動作。將設定值改回 Z3FR=FWD，IOM=1.0A。

八、瞬時過電流元件試驗

- 19.當決定要使用本套電驛之瞬時過電流元件時，改變電驛標置值： ITP= ---，ITG= -----，Z3G=OUT，Z3P=OUT。

因為 ITP、ITG 必須分別受方向性元件 FDOP、FDOG 限制，故試驗時必須以三相電壓作為方向性之參考。

依圖 A1 試驗接線#1，9 項試驗方法測試，電驛應於 I_{AG} 等於設定值的±5%之內動作，並指示 ITG-AG；再依圖 A3 之#1 接線方式，並按 12 項試驗方法測試，電驛應於 I_{AB} 等於設定值的±5%之內動作，並指示 ITP-AB。

九、接地後衛保護元件試驗

如果需要使用本電驛之後衛接地保護元件，則須進行以下試驗。

- 20.更改電驛設定如下： ITP=OUT，ITG=OUT，GBCV=CO-8(或所要使用之電驛反時性型式)，GBPU=0.5(接地過電流元件之始動值設定)，GDIR=NO，GTC=24(或所要設定之延時)。

按圖 A4 之試驗接線，輸入測試電流 I_F=1.0A, 1.5A, 2.0A, 2.5A ...4.0A，分別記錄其動作時間，並與說明書上特性曲線圖核對，或利用下列公式核驗：

$$T_{msec}=478+[4122/(I_F/GBPU)-1.27](GTC/24)$$

.....(當 I_F/GBPU>1.5)

$$T_{msec}=[T_0+K/(-C)^P] \times (GTC/24)$$

.....(當 3I₀≥1.5)

其中 T₀、K、C、P、R 皆為常數，不同 CO 曲線的常數如下表所示：

曲線類別	T ₀	K	C	P	R
CO-2	111.99	735.00	0.675	1	501
CO-5	8196.67	13768.94	1.13	1	22705
CO-6	784.52	671.01	1.19	1	1475
CO-7	524.84	3120.56	0.08	1	2491
CO-8	477.84	4122.08	1.27	1	9200
CO-9	310.01	2756.06	1.35	1	9342
CO-11	110.00	17640.00	0.5	2	8875

- 21.零序方向性元件(DIRU=ZSEQ)之動作範圍是 3I₀ 超前 3V₀ 30°~210°。

更改設定為： GDIR=YES，如第 9 項方式輸入試驗電流 I_{AG}，電驛之動作範圍應為 332°~0°~158°。如果是 DIRU=NSEQ 選用負相序方向性功能，

擇期動作範圍應為 I_2 超前 V_2 約 $15^\circ \sim 195^\circ$ ，亦即其動作區間為 $355^\circ \sim 0^\circ \sim 155^\circ$ (相位計讀數)。

以下為 REL300 電驛系統所具備較為特殊功能的試驗。

十、線路加壓保護元件 CIF(Close-In-Fault)

及 I_{OM} 、 I_L 、 L_V 等試驗

22. 更改電驛標置為： $I_{OM}=3$ ， $I_L=2$ ， $CIF=YES$ 。於 TB5-3/TB5-4 加直流額定電壓，模擬斷路器開啓(52b 接點閉合)。

23. 依照第 9 項之試驗方式，模擬 A_G 故障情形，電驛將在 $I_A=2A(I_L)$ 時動作，並指示 CIF。

更改設定為 $I_L=3.5$ ，重複上述試驗，電驛將在 $I_A=3A(I_{OM})$ 時動作，並指示 CIF。

24. L_V 試驗：電驛標置設定為 $L_V=60$ ，同 23 項輸入電流 $I_{AN}=4A$ ，則 CIF 僅在 $V_{AN} < 60$ 伏特 $\pm 5\%$ 時動作。

十一、交流電壓電源異常偵測元件(LOP)試驗

25. 隔離電驛所有電流接線，變更設定為 $LOP=YES$ ，輸入三相平衡電壓於 $V_{AN}/TB6-1$ 、 $V_{BN}/TB6-2$ 、 $V_{CN}/TB6-3$ 、 $V_N/TB6-4$ ，則 $LOPB$ 在下列條件下成立：(a). V_{AN} 、 V_{BN} 、 V_{CN} 其中有任何一

相(或一相以上)之輸電壓小於 $7V_{rms}$ 而沒有 ΔI 改變時。(b). $3V_O$ 大於 $7V_{rms}$ 且 $3I_O < I_{OS}$ 。

26. 將 V_{AN} 、 V_{BN} 、 V_{CN} 電壓均調整為 $70V$ ，在表計模態(metering mode)下，視窗顯示 $LOP=NO$ ；之後將 V_{AN} 降至 $62V$ ，此時 $3V_O=8V$ ，電驛將在 0.5 秒之後顯示 $LOP=YES$ ，並接通 $AL1$ 警報接點，且 "RELAY IN SERVICE" 燈熄滅。

27. 將 V_{AN} 、 V_{BN} 、 V_{CN} 電壓均調整為 $70V$ ， I_{AN} 輸入 $3AMP$ 電流，拿掉 A 相電壓($3V_O=70V$)， LOP 應不成立(因 $3I_O > I_{OS}$)。

十二、電流異常偵測元件(LOI)測試

29. 輸入三相平衡電壓 $70V$ ，試驗電流接線方式為： $TB6-12/IN$ 、 $TB6-11/OUT$ ，輸入 5 安培電流，約 0.5 秒後接點應閉合(不加電壓只加電流，則電流只要大於 I_{OM} ， LOI 亦會動作)。

30. 選擇表計顯示功能，按 "FUNCTION RAISE" 選擇 LOI ，此時 $VALUE$ 視窗指示 "YES"， $AL1$ 接點閉合。

十三、失步閉鎖功能測試

參考 OSB 特性圖， RT 之標置(21BI)除作為內遮線之外，同時用來限制三相元件(3 ϕ)跳脫； RU 之標置為外遮線(21BO)。假如 $OSB=YES$ ，而且系統搖擺停在兩平行

線內的時間超過 50ms，則 3 ϕ 元件跳脫功能被閉鎖，直到 OSOT 計時完成。

依照圖 A2 之試驗接線

31. 設定 OSB=NO

更改標置為所欲設定之值，例如：

Z1P=10，Z1G=10，Z2P=20，

Z2G=20，T2P=0.333，T2G=0.333。

(確認 PANG=GANG=75°，RT=RU=15，

OSOT=4000)。

32. 調整試驗電壓如下：

$V_a=40\angle 0^\circ$ ， $I_a=I_f\angle -45^\circ$

$V_b=40\angle -120^\circ$ ， $I_b=I_f\angle -165^\circ$

$V_c=40\angle 120^\circ$ ， $I_c=I_f\angle 75^\circ$

33. 突然加入電流 $I_f=2.35A\pm 5\%$ ，電驛應該動作且指示 Z2P=ABC。

$$I = \frac{40}{20 \cos(75^\circ - 45^\circ)} = 2.31$$

34. 突然加入電流 $I_f=4.7A\pm 5\%$ ，電驛應該該動作且指示 Z1P=ABC。

$$I = \frac{40}{10 \cos(75^\circ - 45^\circ)} = 4.62$$

35. RT 之標置從 15 改變為 4，重複 33、34 之試驗，此時因 RT 限制三相元件 (3 ϕ) 跳脫，故電驛應不會動作。

36. 設定 OSB=YES

改變電驛標置為 OSB=YES，RT=4，RU=8。將 LED 顯示窗改變為 Metering，此時顯示應為 OSB=NO。

37. 突然加入電流 $I_f=2.35A\pm 5\%$ ，顯示窗應該顯示 OSB=YES 4 秒鐘，此乃表示電

力搖擺進入電驛的外遮線(21BO)。加入電流 $I_f=4A$ 及 $I_f=4.5A$ 重複此試驗，顯示窗應該顯示 OSB=YES，因為電力在兩遮線(21BO 及 21BI)之間搖擺。

38. 加電流 $I_f=4.5A$ ，隨即提高電流至 $I_f=5.5A$ ，電驛應動作且跳脫指示為 Z2P=ABC(或 Z1P=ABC)，此表示電力搖擺停留在外遮線與內遮線之間超過 50ms，然後越過 21BI。對於電流 $I_f=4.5A$ ，Z1P 或 Z2P 雖可以動作，但須在 OSOT 計時完成之後電驛才會跳脫。

39. 突然加入試驗電流 $I_f=5.25A$ (比計算值高 5%)，電驛應動作且跳脫指示為 Z1P=ABC，電驛動作時間小於 2 週波。

十四、PILOT 保護方式試驗

依照圖 A1 之試驗接線#1

40. 設定電驛之標置為

PLT=YES，Z3FR=REV，Z1P=OUT，Z1G=OUT，PLTG=所欲設定值(例=6.0)，PLTP=所欲設定值(例=6.0)，Z3P=6.0，Z3G=6.0，T3P=BLK，T3G=BLK，PTRI=YES。

將 TB5-9/(+)，TB5-10/(-) PILOT Enable 端子連接上正確直流電壓(接入電壓之前先檢查 Interconnection Module 之跳線所選擇的電壓值)。

41. 閉鎖方式之試驗：

41.1 改變電驛標置為 STYP=BLK，於 RCVR#1 端子 TB5-7/(+)、TB5-8/(-)加上

額定電壓(125VDC)，模擬接收到閉鎖訊號，在 Metering Mode 下查看視窗是否顯示 RX1=YES，再按照前述試驗第 9 項的方式，進行 A 相接地故障試驗，即 $V_a=30$ 、 $V_b=70$ 、 $V_c=70$ 、且 $I_f=I_a=4\text{Amps}$ ，此時電驛跳脫接點 A 不應該閉合，而載波啟動“CARRY SEND”接點應該開啓，且載波停止發送“CARRY STOP”接點應該閉合。

41.2. 取下 RCVR#1 端子 TB5-7/(+)、TB5-8/(-)上之直流電壓，同上述進行 A 相接地故障試驗，則跳脫接點 A 及復閉觸發接點 RI2(TB3/5&6，TB3/7&8)應該閉合，電驛動作指示顯示為 PLTG AG。將設定改為 PTRI=NO，重複上述試驗，RI2 接點應該不會閉合。

41.3. 將 LED 顯示模式改為“TEST”，並選擇“RSI”功能。按下 ENTER 鍵；ENTER LED 應該亮起。在按下 ENTER 鍵不放的情況下進行 41.2 項試驗，電驛應不會動作跳脫。

41.4. 依 41.2 項試驗方式輸入反向電流，即 I_a 超前 V_a 105° (I_a 落後 V_a 255°)，在第三區間設定值為 6 歐姆時， I_a 電流應大於 3 安培。此時載波啟動“CARRY SEND”接點應閉合，載波停止發送“CARRY STOP”接點應該開啓。

41.5. 將 LED 顯示模式改為“TEST”，並選擇“TK”功能。按下 ENTER 鍵；ENTER LED 應該亮起，“CARRY SEND”

接點應該閉合。

41.6. 爲了測試電驛標置的準確性(6ohms)，正向方向性接地元件必須閉鎖，故須先更改設定爲 FDGT=BLK，重複第 41.2 項之試驗，電驛跳脫電流應爲 $I_a=3A\pm 5\%$ 。

42. POTT 方式之試驗：

42.1. 將電驛設定改變爲 STYP=POTT，爲了測試電驛標置的準確性(6ohms)，正向方向性接地元件必須閉鎖，故須先更改設定爲 FDGT=BLK；於 RCVR#1 端子 TB5-7/(+)、TB5-8/(-)加上額定電壓(125VDC)，模擬接收到閉鎖訊號，重複第 9 項之試驗，電驛跳脫接點 A 應在電流爲 $I_a=3A\pm 5\%$ 時閉合，電驛動作指示顯示爲“PLTG AG”，載波啟動“CARRY SEND”接點應該閉合。假設 PTRI 設定爲“YES”，則 RI2 接點應該會閉合。

42.2. 依 42.1 項試驗方式輸入反向電流(反方向 AG 故障)，即 I_a 超前 V_a 105°，則電驛應不跳脫，且“CARRY SEND”接點應開啓。

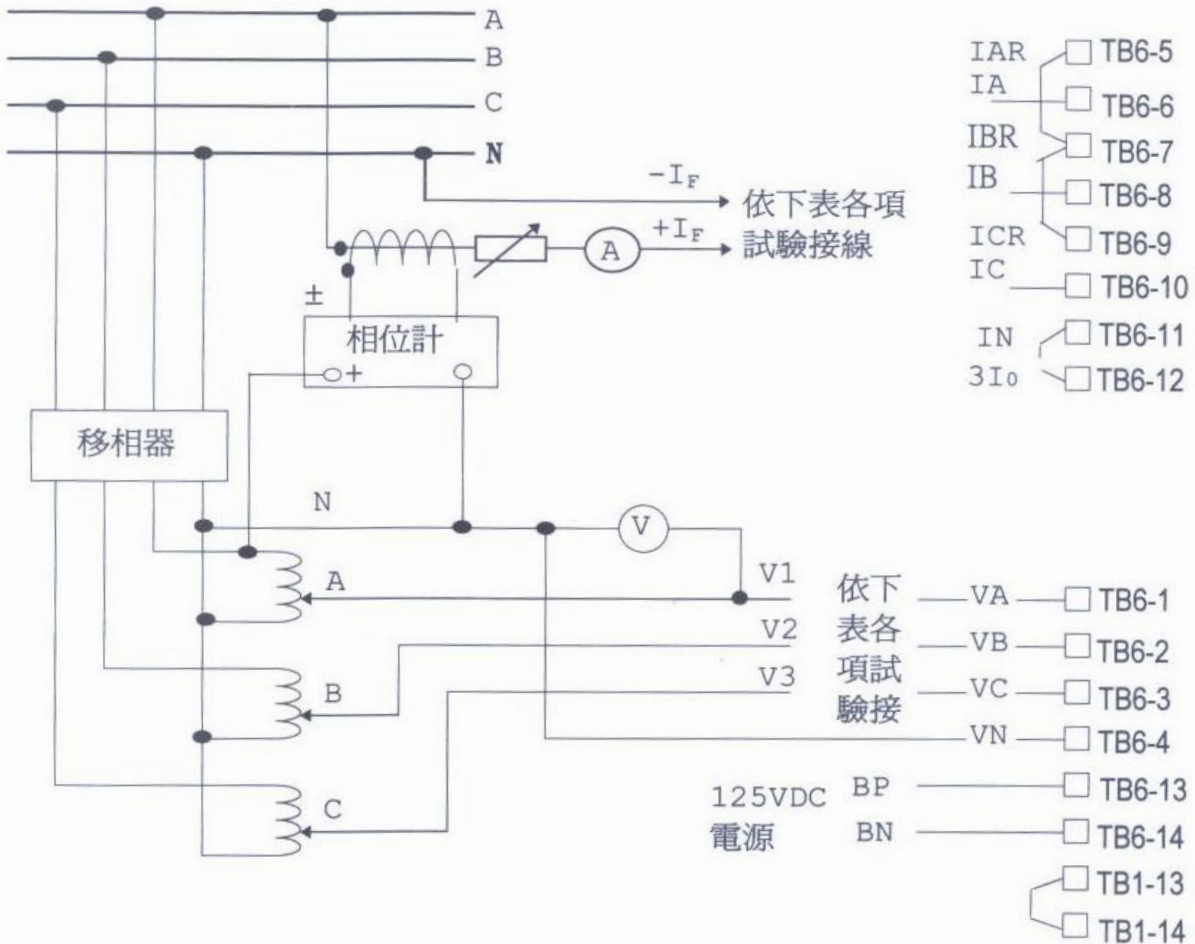
42.3 將 RCVR#1 端子 TB5-7/(+)、TB5-8/(-)上之直流電壓拿掉，進行 A 相接地故障試驗，則在試驗電流 $I_a=5A$ 時，跳脫接點 A 仍然維持開啓。

42.4 將 LED 顯示模式改為“TEST”，並選擇“RSI”功能。按下 ENTER 鍵，ENTER LED 應該亮起，在按下 ENTER 鍵不放的情況下進行 42.3 項試驗，電驛應該

動作跳脫。

其所有外部接線均正確無誤。電驛才可以發揮其應有功能，達到預期保護目的。

至此本電驛系統基本的性能測試已大致完成，剩下的為跳脫即接線試驗，驗證



試驗接線 #	故障類別	接法				
		電壓			電流	
		1	2	3	+I _F	-I _F
1	A-GND	V _A	V _B	V _C	I _A	INR
2	B-GND	V _B	V _C	V _A	I _B	INR
3	C-GND	V _C	V _A	V _B	I _C	INR

圖 A1、單相接地故障試驗接線圖

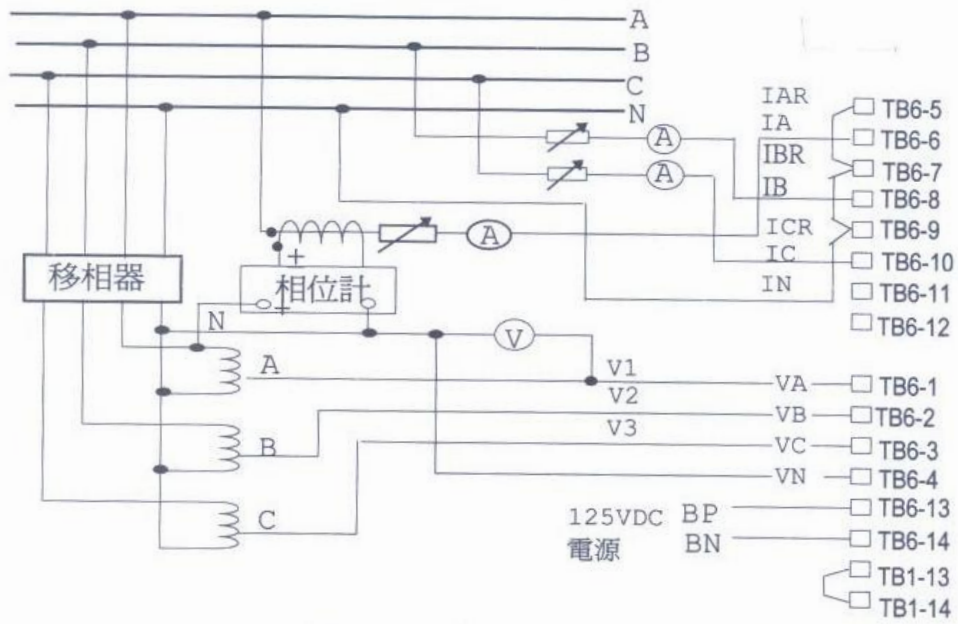
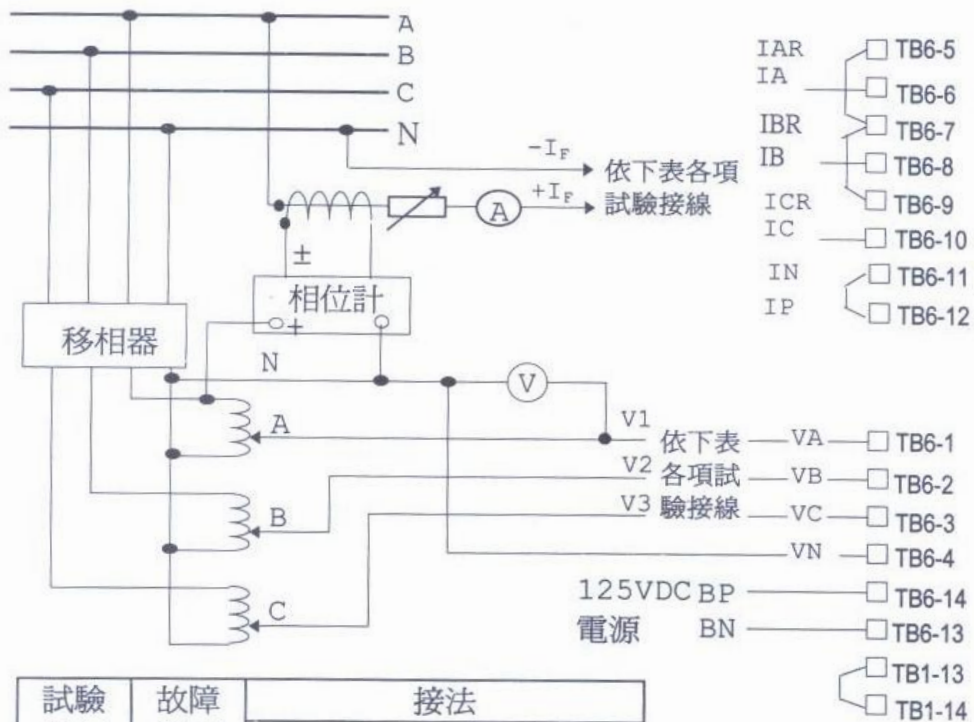


圖 A2、三相短路故障試驗接線圖



試驗 接線 #	故障 類別	接法				
		電壓			電流	
		1	2	3	+I _F	-I _F
1	A-GND	V _A	V _B	V _C	I _A	I _{NR}
2	B-GND	V _B	V _C	V _A	I _B	I _{NR}
3	C-GND	V _C	V _A	V _B	I _C	I _{NR}

圖 A3、相間短路故障試驗接線圖