

保護電驛測試儀器(ISA)使用及功能介紹

台電供電處電驛標置課 許文興 林松柏

壹、前言

『測試儀器』有如醫生使用的聽筒，用來測試保護電驛的動作特性與性能，保護電驛是偵測系統產生事故的守護神，隨時監控系統變化。當系統有事故發生時，能依故障狀態正確動作，所以測試儀器能測試保護電驛的性能，確保對電力系統的穩定與運轉安全。

目前使用之保護電驛有 E/M(電磁式)、S/S(晶體式)及少部分是數位式電驛，測試電驛儀器均以 Doble 為主，但近年來隨著微處理器的快速發展，數位式電驛的快速研發，逐漸的取代傳統的電驛，因此新式的測試儀器也以更智慧型且操作簡單快速準確為主。

本文將以一套電驛測試儀器 ISA，來介紹 ISA 本身的功能及輸出狀況外，並介紹如何使用 ISA 的功能來測試分析數位式測距電驛如 SEL-311C。

貳、ISA 儀器簡介

ISA (Istrumentazion Sistem Automatic), ITALY 產品，如圖一(ISA, DRTS-6)外觀圖。ISA 是一台數位式三相電驛測試儀器，重量僅有 16 公斤便於攜行至現場操作並具有 Local mode 及分析功能軟體，方便使用者進行各種類型電驛之測試，同時 ISA 能提供三相電壓、電流及 DC Power Supply 的輸出，操作簡單介面清晰易懂，可搭配使用專屬之軟體，

對於過流電驛及數位式測距電驛具方便且快速的測試能力，更能輕鬆的完成所有的資料數據分析及完整的輸出測試報告。

*.ISA 主要具備的功能：

多功能的測試儀器除了可測試 24 種不同的保護電驛外，亦可用來測試 Watt-hour Meters, transducers 等設備。

高精確度的測試，誤差範圍 0.1% 以內。

輸出有 6 組電流及 4 組電壓(可再外加擴充電流、電壓模組)，並具有 DC 電壓輸出功能，輸出頻率從 D.C(0 Hz) 至 1999.9999Hz，8 組 Binary Input(C1~C4, C5~C8)，四組輔助計時接點。

可外接 GPS 時間同步模組。

提供 RS-232 與電腦連線，能完全的電腦操作與可程式化功能。



圖一 電驛測試儀器 ISA
(型號 DRTS-6)外觀圖

參、ISA 軟體簡介

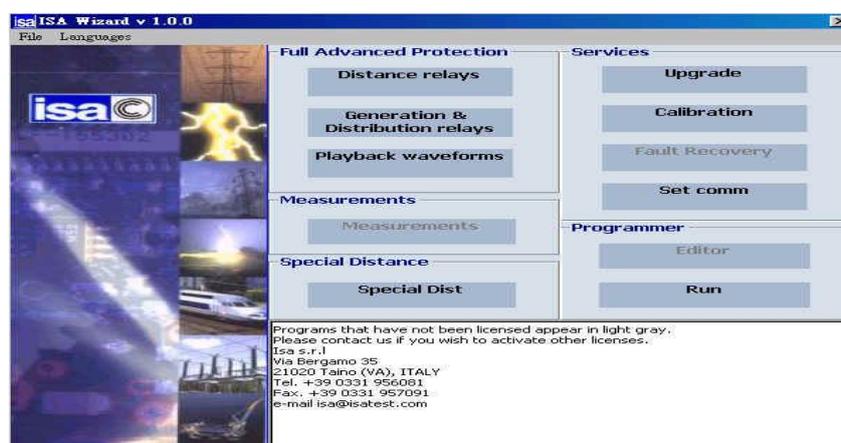
測試儀器除外觀架構外，機組主要運

算心臟是資料庫(Database)，因此當安裝完 ISA advanced 軟體後，ISA 軟體會產生一個為 XTEST300 內儲存有許多重要資料的資料庫，同時內建許多數位電驛的特

性阻抗圖，可應用於各種廠牌之電驛，XTEST300 所顯示之資料檔案如圖二所示。另一個則是主要的 ISA 連線軟體 ISA Wizard(ver 1.0)，如圖三之主畫面。



圖二 XTEST300 資料庫畫面圖



圖三 ISA Wizard 主畫面圖

*.ISA Wizard 各功能模組(Function)簡述：

全功能的保護(Full Advanced Protection)

- 1.Distance relays：測距電驛測試功能選項。
- 2.Generation & Distribution relays：過流電驛測試功能選項。
- 3.Playback waveforms：可產生暫態信

號及波形以分析電驛動作時間。

量測功能(Measurements)

可量測多種電表功能，但此模組功能此版本軟體並未支援。

提供特殊的測距電驛阻抗圖形(Special Distance)

Special Dist：內建許多特殊電驛的阻抗圖，如 G.E 的 alps、urd60，

Siemens 的 7sa511 電驛等等。

提供其它的服務功能(Services)

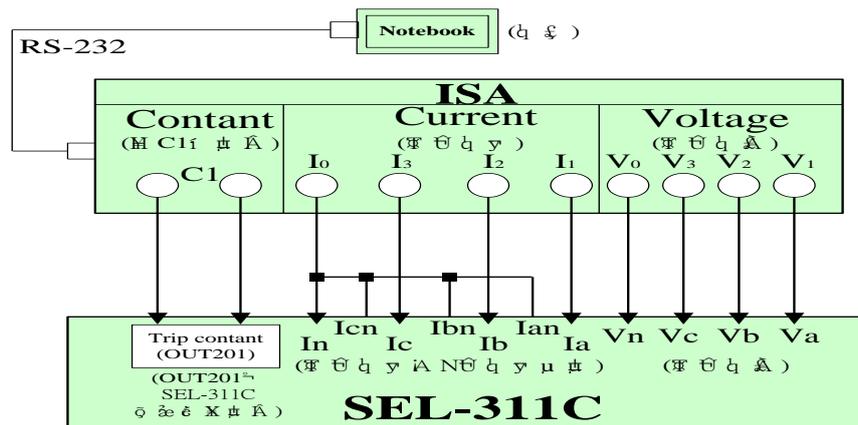
- 1.Upgrade：可用來升級韌體版本功能。
- 2.Calibration：可輸出電壓、電流的值來驗證儀器輸出是否正確，並予以校淮。
- 3.Comm：可設定電腦連結的 com port 及 ISA Wizard 版本。

提供可程式編輯規劃(Programmer)

- 1.Editor：可程式編輯的 program。
- 2.Run：執行可程式後的 program。

肆、ISA 對電驛接線

測試儀器 ISA 對 SEL-311C 外部接線如圖四所示，在做 SEL-311C 測試時，先將外部接線接好，ISA 提供三相電壓及三相電流，分別接至 SEL-311C 電驛的電壓、電流輸入接腳，而零相回路部分不能斷路，電驛側零相接腳將 I_{an} 、 I_{bn} 、 I_{cn} 短接於 I_n 再與 ISA 的 I_0 連線形成一零相回路。動作接點部分在 ISA 本身以 C1 為接點，電驛本身選擇 OUT201，OUT201 為 SEL-311C 跳脫輸出接點，當以 Notebook 與 ISA 連線後，ISA 會顯示輸出電壓、電流值，當模擬故障狀態時，會透過 OUT201 電驛接點，促使電驛動作。



圖四 ISA 對 SEL-311C 外部接線圖

伍、ISA 軟體操作簡介

介紹 ISA 的軟體功能操作，以數位測距電驛為主的這個功能來實際測試 SEL-311C 測距電驛為範例做說明。首先，應先瞭解數位測距電驛特性阻抗如電驛之特性是姆歐圓 (Mho) 或是四邊形 (Quadrilateral)。數位測距電驛 SEL-311C 的特性阻抗相間部分為姆歐 (Mho)，而接

地部分為四邊形 (Quadrilateral)，因為待測試時，需要設計其特性阻抗圖，所以必須先知道電驛的特性是 Mho 或是 Quadrilateral，這樣才可順利設計電驛特性阻抗圖。

表一 線路之標置範例

PHASE RELAY (相間電驛)	GROUND RELAY(接地電驛)		
Z1P = 1.51	RG1=2.13	XG1=1.33	Z1MG=1.33
Z2P = 2.66	RG2=2.67	XG2=2.66	Z2MG=2.66

Z4P(F) = 8.57	RG4=4.00	XG4=8.56	Z4MG=8.57
	Z1MAG=2.21	Z1ANG=86.4	
	Z0MAG=7.02	Z0ANG=77.8	

各元件功能說明：

1. 姆歐測距元件(Mho Distance Elements)

(1). PHASE RELAY(相間電驛)

- (a). Z1P：第一區間相間正相序阻抗值，動作時間瞬時
- (b). Z2P：第二區間相間正相序阻抗值，動作時間為 20∞
- (c). Z4P：第三區間相間正相序阻抗值，動作時間為 30∞

(2). GROUND RELAY(接地電驛)

- (a). Z1MG：第一區間接地正相序阻抗值，動作時間瞬時
- (b). Z2MG：第二區間接地正相序阻抗值，動作時間為 20∞
- (c). Z4MG：第三區間接地正相序阻抗值，動作時間為 30∞

2. 四邊形測距接地元件(Quadrilateral Ground Distance Elements)

- (a). XG1：第一區間接地正相序電抗值，動作時間瞬時
- (b). XG2：第二區間接地正相序電抗值，動作時間為 20∞
- (c). XG4：第三區間接地正相序電抗值，動作時間為 30∞
- (d). RG1：第一區間接地正相序電阻值
- (e). RG2：第二區間接地正相序電阻值
- (f). RG4：第三區間接地正相序電阻值

3. 線路常數設定

- (a). Z1MAG：正相序線路阻抗值
- (b). Z1ANG：正相序線路阻抗角
- (c). Z0MAG：零相序線路阻抗值
- (d). Z0ANG：零相序線路阻抗角

步驟說明：

步驟一：開啟測試儀器主畫面中的 Distance relays→Z_Pro-Advanced，會顯示進入如圖五畫面，透過 RS-232 的連線，幾秒後電腦(Notebook)會與儀器(ISA)自動連線，連線後才可使用 ISA Wizard 軟體來調整控制 ISA 的電壓、電流的輸出。而在圖五主畫面中在左半部有六大主功能選項，在此先簡略介紹如下：

※載入檔案(Load file)：1.可載入檔案 2.定義特性 3.載入公司的圖示(它將會顯示在測試報告中)。

※網路(Network)：可以定義網路的參數像是：額定電壓、頻率、接地因素等等。

※測試選擇(Test Selection)：可以定義想對電驛執行何種測試的形式(驗證特性、在圖形中的特定點產生一個特定的故障等等)。

※測試(Test)：可以概略的看出測試的進展(圖形及數值形式的電壓電流、故障前的時間、最大時間等等)。

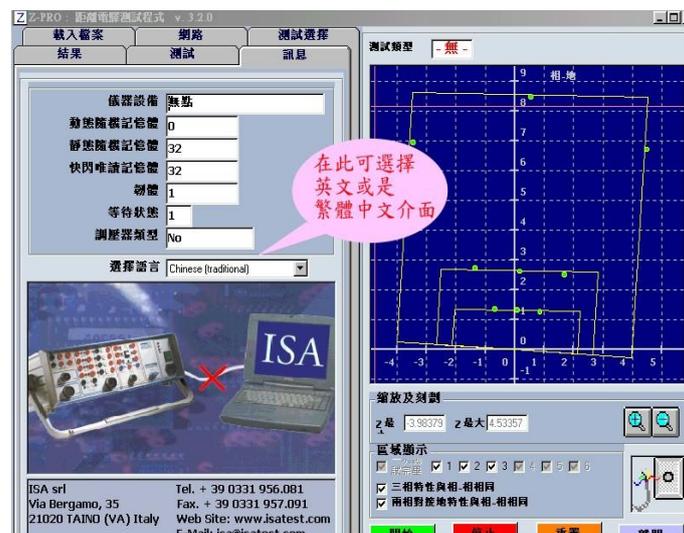
※結果(Results)：儲存、列印、輸出結果。

※資訊(Info)：可以看出連接測試設定的特性，還可以選擇所需的語言。



圖五 ISA 畫面顯示圖

步驟二：畫面上為中文顯示畫面，如圖六之中文顯示畫面。



圖六 ISA 選擇語言介面畫面圖

步驟三：開啟 Z-DSIGN(Z-設計)，開始設計電驛阻抗圖，如圖七之阻抗畫面。在此畫面中有兩個主要按鍵：『載入』即是 open file 之意，可開啟舊有的.bpr 檔；『Z-設計』可開啟阻抗設計畫面，在此按下”Z-設計”開始設計電驛阻抗圖。

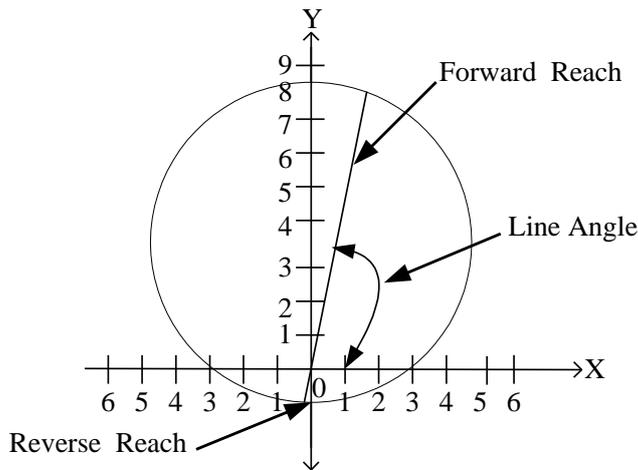


圖七 開啟 ISA Z-DSIGN(Z-設計) 阻抗設計畫面圖

3.1 輸入阻抗值

(1) 設定姆歐圓的姆歐值範圍(MHO characteristic)

提供參數設定完整的 MHO 特性，如圖八所示，Forward reach = 8，Reverse reach = -1，線路角度 = 80°。



(a) 姆歐阻抗圓圖

Mho 特性	
正向到達 [歐姆]	8
反向到達 [歐姆]	-1
線路角度 [度]	80
a / b 比	1

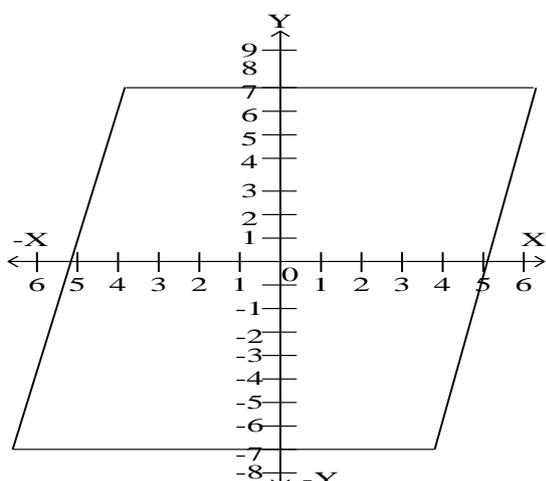
(b) 姆歐輸入視窗圖

圖八 輸入姆歐阻抗圖

(2) 設定四邊形的姆歐值範圍

(Quadrilateral characteristic)如圖九所示。

- 電阻的範圍就是兩條與 X 軸交叉的假垂直線
- 電抗的範圍就是兩條與 Y 軸交叉的假水平線
- 電阻角度就是兩條假垂直線的角度
- 電抗角度就是兩條假水平線的角度



(a)四邊形姆歐阻抗圖

四邊形特性		正向	反向
電阻到達 [歐姆]		5	-5
無效到達 [歐姆]		7	-7
電阻角度 [度]		80	80
無效角度 [度]		-2	-2

(b)四邊形姆歐輸入視窗圖

圖九 輸入四邊形姆歐阻抗圖

(3)Phase-Phase 設定

- Z1P 設定，先選擇設計的是 Mho，選擇 L-L(相間)，在此範例中 Z1P=1.51，因此 Forward reach 輸入 1.51，線路角度即範例設定中的 Z1ANG 輸入 86.4° ，第一區間 Timer 設定為最低 0.05 秒，如圖十所示。

圖十 Phase-Phase Z1P 畫面設定圖

(b)Z2P 設定，先選擇設計的是 Mho，選擇 L-L(相間)，在此範例中 Z2P=2.66，因此 Forward reach 輸入 2.66，線路角度即範例設定中的 Z1ANG 輸入 86.4°，第二區間 Timer 設定為 0.33 秒，如圖十一所示。

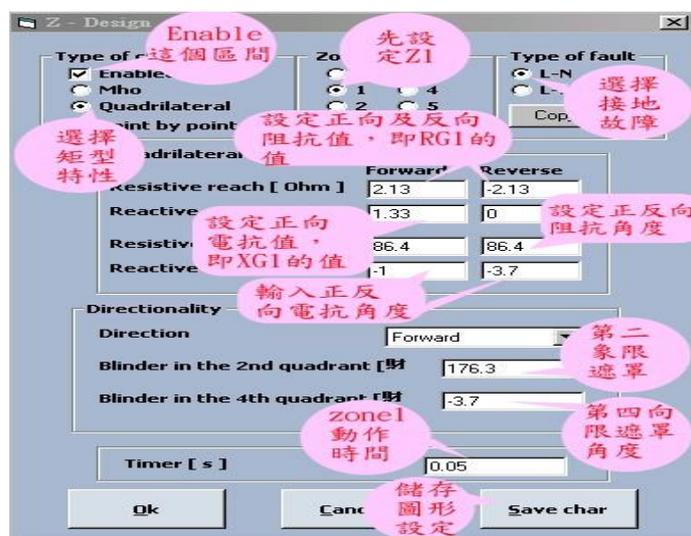
圖十一 Phase-Phase Z2P 畫面設定圖

(c)Z3P 設定，先選擇設計的是 Mho，選擇 L-L(相間)，在此範例中 Z4P=8.57(Z3P 為 Reverse，在此 Reverse 部分不考慮，因此此處所說的 Z4P 即是第三區間 Z3P 的設定)，因此 Forward reach 輸入 8.57，線路角度即範例設定中的 Z1ANG 輸入 86.4°，第三區間 Timer 設定為 0.5 秒，如圖十二所示。

圖十二 Phase-Phase Z3P 畫面設定圖

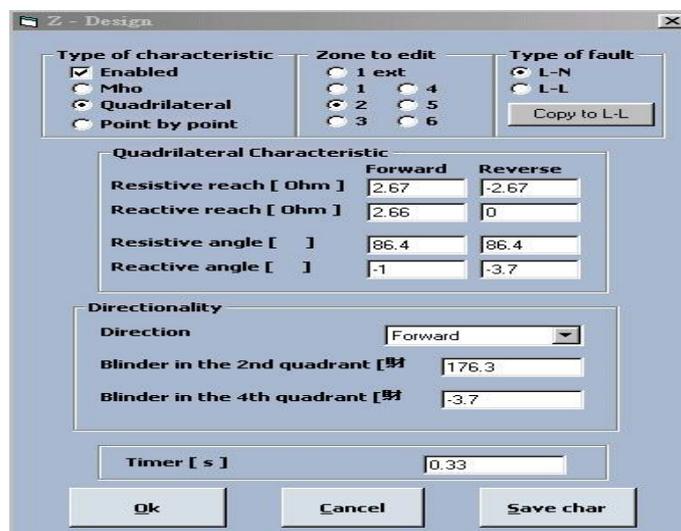
(4)Phase-Ground 設定

- (a)Z1G 設定，先選擇設計的是 Quadrilateral，選擇 L-N(相對地)，在此範例中 $RG1=2.13$ ，Resistive reach 輸入 2.13(正向)、-2.13(反向)， $XG1=1.33$ ，因此電抗值(Reactive)輸入 1.33，線路角度即範例設定中的 Z1ANG 輸入 86.4° ，第一區間 Timer 設定為最低 0.05 秒，如圖十三所示。



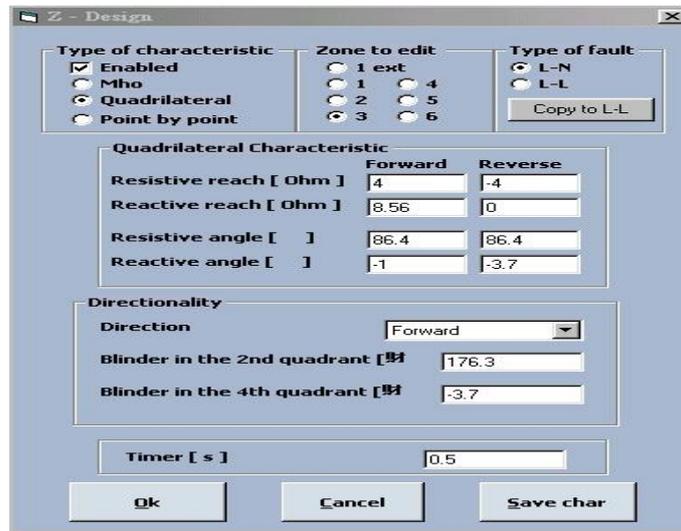
圖十三 Phase-Ground Z1G 畫面設定圖

- (b)Z2G 設定，先選擇設計的是 Quadrilateral，選擇 L-N(相對地)，在此範例中 $RG2=2.67$ ，Resistive reach 輸入 2.67(正向)、-2.67(反向)， $XG2=2.66$ ，因此電抗值輸入 2.66，線路角度即範例設定中的 Z1ANG 輸入 86.4° 。第二區間 Timer 設定為 0.33 秒，如圖十四所示。



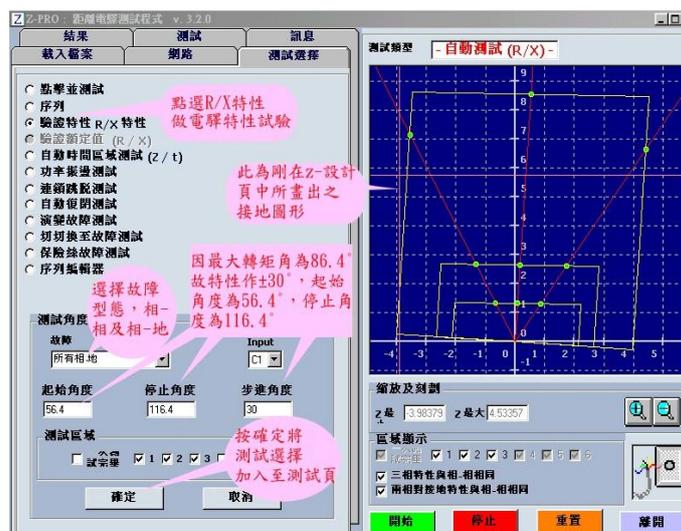
圖十四 Phase-Ground Z2G 畫面設定圖

(c)Z3G 設定，先選擇設計的是 Quadrilateral，選擇 L-N(相對地)，在此範例中 RG4=4，Resistive reach 輸入 4(正向)、-4(反向)，XG4=8.56，因此電抗值輸入 8.56，線路角度即範例設定中的 Z1ANG 輸入 86.4° ，第三區間 Timer 設定為 0.5 秒，如圖十五所示。設計好後之圖形可按 Save char 將圖形儲存起來，按 OK 後將圖形加入至測試頁。



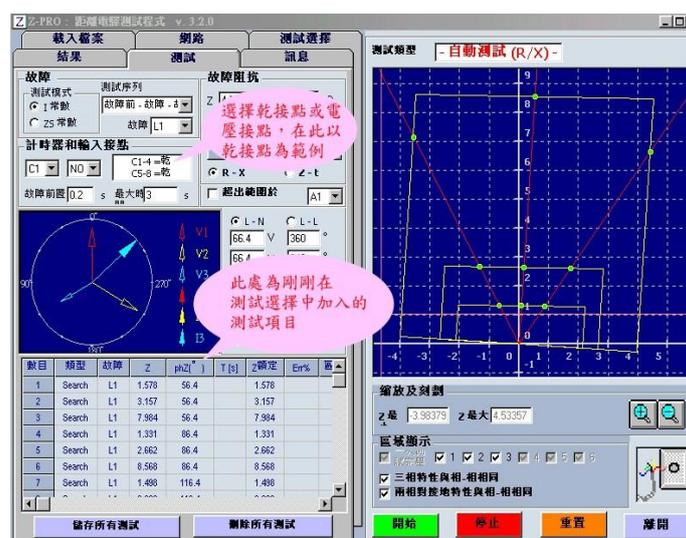
圖十五 Phase-Ground Z3G 畫面設定圖

步驟四：驗證 R/X 阻抗特性測試在測試選擇頁中有許多測試選擇項目，選擇 R/X 特性測試項目，接著選擇要測試的故障型態如相-地或相-相及要測試區間的起始角度，如圖十六所示。



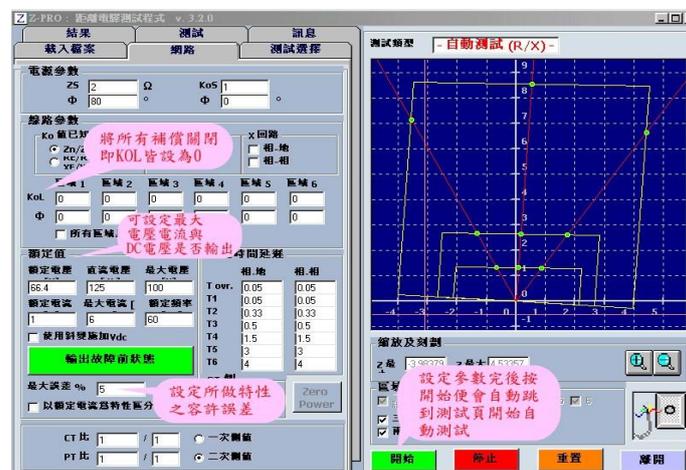
圖十六 R/X 阻抗特性設定圖

步驟五：將測試選擇加入至測試頁之畫面在測試頁中可看到在測試選擇頁中所選定的要測試的故障型態，而在此頁中也需設定所使用的接點是使用乾接點或是電壓接點，這部分在上圖十六中計時器和輸入接點選項中設定，因為在測試電驛本體時因尚未加入系統，加上配線可能尚未完成，故大多使用 OUT201 此乾接點來測試，如圖十七所示。



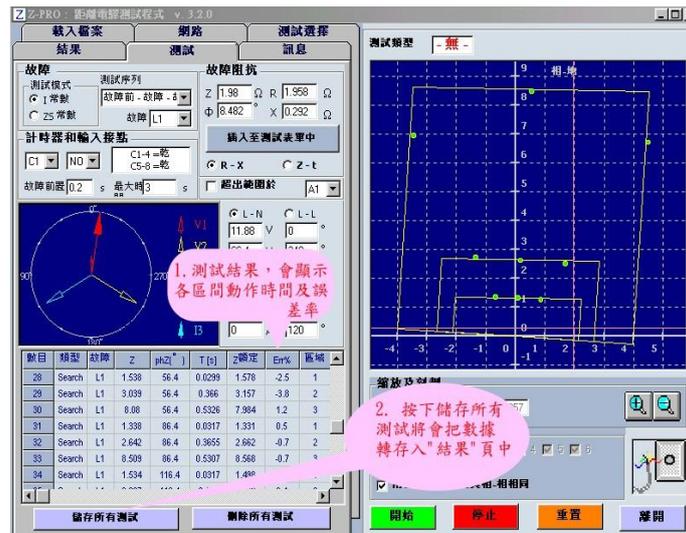
圖十七 特性測試頁畫面圖

步驟六：在網路 network 中設定網路 network 中設定測試相關參數，可設定最大電壓及最大電流或允許 DC 電壓輸出等，可設定最大容許誤差，試驗時都以誤差 5% 來測試，當測試超過容許誤差時其數據會顯示為紅色，若正常時則是黑色的數據。另外在此頁中補償必須都放 0，而電驛標置設定中補償部分 (KOM1、KOA1、KOM、KOA) 亦先放 0，以避免因補償問題而造成電驛特性試驗誤差太大，如圖十八所示。



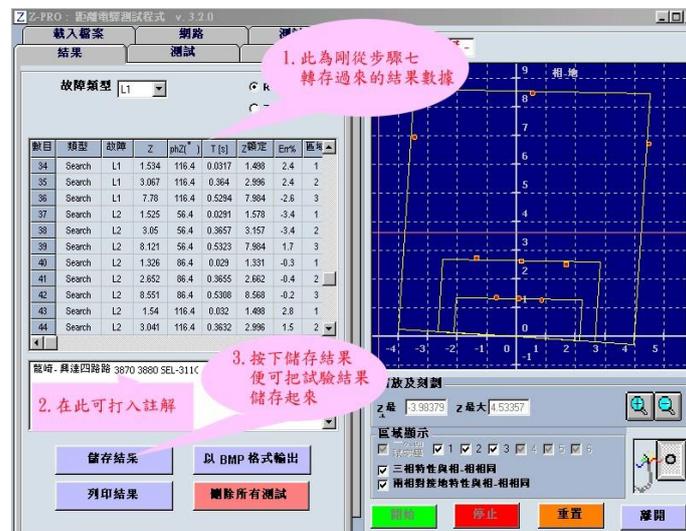
圖十八 網路 network 參數設定畫面圖

步驟七：在步驟六中，網路參數設定好後，按下開始便會自動跳至測試頁開始自動測試，圖十九為測試結果，當測試選擇及網路中的參數設定好後至測試頁按下『開始』便自動測試，如上圖十八。在圖形中若是某一點超過最大誤差率則會顯示紅色，若在誤差內則是以綠色表示。在測試結果表中可得到阻抗值，動作時間及誤差率，當測試完畢後按下”儲存所有測試”可將結果數據轉存至結果頁中。



圖十九 測試結果畫面圖

步驟八：儲存結果如圖二十在結果頁中的數據為測試頁中轉存過來的，在此頁中按下『儲存結果』便可將此次測試(含圖形及數據)結果儲存下來，完成此次測試。



圖二十 儲存結果畫面圖

陸、結論

工欲善其事，必先利其器，科技的日新月異，帶給我們有多重選擇，而且更方便且更先進的檢測儀器，對電力系統保護有絕對的幫助。

ISA 是我目前所用來電驛測試儀器中操作最方便、簡單、準確度極高之測試儀器，在測試中是最快速也最好用的儀器。另一好處之功能是它可以單點測試，假若

有一點測試特性是落在誤差 5% 之外時，可以只針對這一點來做測試，而不需要每一點再重測，有些儀器則需要所有線上每一點都要重測，如此可節省測試時間，是目前用得比較順手之測試儀器。

柒、參考資料

- [1]ISA 檢測儀器說明書
- [2]SEL-311C 說明書