

工業界電力系統之一雙迴路及參迴路自動併聯供電系統與數位式電驛結合通訊架構之應用

ABB 柯倫寬

前言：

工業界電力供電系統 22.8/11.4KV (from 161/69KV) 主要為雙回路供電系統，但有些工業界因為系統較大較繁雜，參迴路供電系統此時就因應上場。工業界電力來源主要是由台電供電系統提供，台電依業界與台電所定之契約容量來進行供電，當主要電源端供給至業界廠區時，再由業界之廠區內部供電系統來進行分配輸送電力。當一個廠區的設備容量需求大時，此時相對地所需的電力也大；參迴路供電是用於設備容量大的系統，一般我們常見的，大都是雙迴路供電系統。

雙迴路系統比參迴路系統較簡單，其考慮的條件也比較單純；雙迴路系統主要是考慮到兩個主迴路斷路器之投入與切開

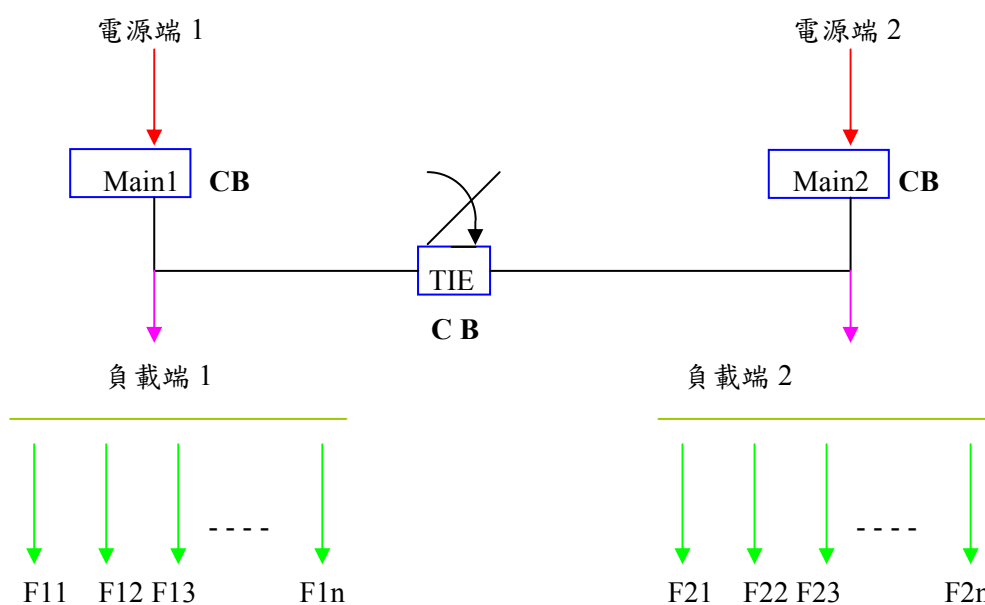
及連絡盤 (TIE 盤) 斷路器之投入與切開之條件的系統供電(如圖一)。

當連絡盤 (TIE 盤) 斷路器的投入或切離的操作都會影響到電力供電的潮流，我們不可忽略到此供電切換的重要性。

又如同連絡盤 (TIE 盤) 斷路器要投入的前提須具備什麼樣的條件才不會造成貿然投入而產生對系統的傷害並且運用到先投後切原理(先投入 TIE 斷路器，後切離 Main 斷路器)才不會造成瞬間斷電，以及系統在併聯時，併聯時間的多久...等等這些因素條件都須要考慮到。

在雙迴路供電系統中，我們可細分為三種條件式的供電情況：

(說明：參閱圖一系統架構圖)



(圖一 雙迴路系統架構圖)

符號代表： “Main1：A，Main2：B，TIE：C”

“狀態 1 為 CB ON，0 為 CB OFF”

	A	B	C
條件一	1	1	0
條件二	1	0	1
條件三	0	1	1

(解說：)

(1)條件一：

雙迴路正常供電情形是由各主迴路供電，也就是：電源端 1 供電至負載 1，電源端 2 供電至負載端 2。

(2)條件二：

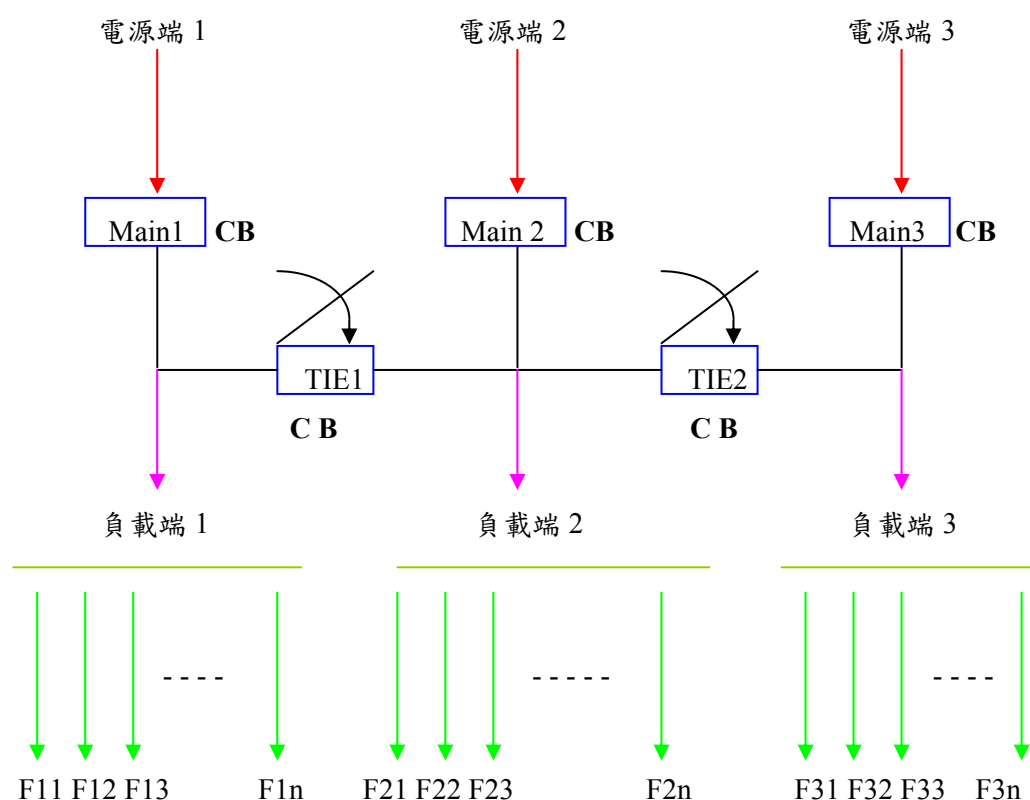
電源端 2 主電源已切離，此

時供電的情形是利用 TIE CB 投入：電源端 1 同時供電負載端 1 及負載端 2。

(3)條件三：

電源端 1 主電源已切離，此時供電的情形是利用 TIE CB 投入，電源端 2 同時供電至負載端 1 及負載端 2。

相對於雙迴路系統，參迴路系統顯然地就更為複雜化，所需考慮到的電力切換條件也就需更謹慎；其主要是考慮到三個主迴路斷路器之投入與切開及兩個連絡盤 (TIE 盤) 斷路器之投入與切開之條件的系統供電(如圖二)；



(圖二 參迴路系統架構圖)

當連絡 TIE1 盤斷路器的投入或切離的位置及連絡 TIE2 盤斷路器的投入或切離的操作都會影響到電力供電的潮流方向，我們必須考慮到此供電切換的運轉。又如同連絡 TIE1 及 TIE2 盤斷路器要投入的前提須具備什麼樣的條件才不會造成貿然投入而產生對主迴路供電系統的傷害並且運用到先投後切原理才不會造成瞬間

斷電，這些更複雜的切換因素等等條件都須要考慮到。

在參迴路系統中，我們可細分為八種條件式的供電情況：

(說明：參閱圖二系統架構圖)

符號代表：“Main1：A，Main2：B，Main3：C，TIE1：D，TIE2：E”
“狀態 1 為 CB ON，0 為 CB OFF”

	A	B	C	D	E
條件一	1	1	1	0	0
條件二	1	0	1	1	0
條件三	1	0	1	0	1
條件四	1	1	0	0	1
條件五	0	1	1	1	0
條件六	1	0	0	1	1
條件七	0	1	0	1	1
條件八	0	0	1	1	1

(解說：)

(1)條件一：

正常參迴路供電情形是由各主迴路供電，也就是：電源端 1 供電至負載端 1，電源端 2 供電至負載端 2，電源端 3 供電至負載端 3。

(2)條件二：

電源端 2 主電源已切離，此時供電的情形是利用 TIE1CB 投入，電源端 1 同時供電至負載端 1 及負載端 2，電源端 3 僅供電至負載端 3。

(3)條件三：

電源端 2 主電源已切離，此時供電的情形是利用 TIE2CB 投入，電源端 1 僅供電至負載端 1，電源端 3 同時供電至負載端 3 及負載端 2。

(4)條件四：

電源端 3 主電源已切離，此時

供電的情形是利用 TIE2CB 投入，電源端 1 只供電至負載端 1，電源端 2 同時供電至負載端 2 及負載端 3。

(5)條件五：

電源端 1 主電源已切離，此時供電的情形是利用 TIE1CB 投入，電源端 3 只供電至負載端 3，電源端 2 同時供電至負載端 2 及負載端 1。

(6)條件六：

電源端 2 及電源端 3 主電源已切離，此時供電的情形是利用 TIE1CB 及 TIE2CB 投入，電源端 1 同時供電至負載端 1 及負載端 2 及負載端 3。

此條件需要注意到電源端 1 電力是否可以承受起所有負載端 1，2，3 所有的負載。

(7)條件七：

電源端 1 及電源端 3 主電源已切離，此時供電的情形是利用 TIE1 CB 及 TIE2 CB 投入，電源端 2 同時供電至負載端 1 及負載端 2 及負載端 3。

此條件需要注意到電源端 2 電力是否可以承受起所有負載端 1，2，3 所有的負載。

(8)條件八：

電源端 1 及電源端 2 主電源已切離，此時供電的情形是利用 TIE1 CB 及 TIE2 CB 投入，電源端 3 同時供電至負載端 1 及負載端 2 及負載端 3。

此條件需要注意到電源端 3 電力是否可以承受起所有負載端 1，2，3 所有的負載。

現在新型數位式電驛都具備有多樣化的功能，正確的使用電驛功能，不但可節省人力，也可強化系統的穩定度及整體的安全性；當使用者下一個指令，數位式電驛內部就會進行邏輯的運算及判斷，進而去執行而完成動作；當然通訊架構也是輔佐數位式電驛的好夥伴，不要忽略到通訊系統所扮演的角色。以下會說明到雙迴路供電及參迴路供電系統中，數位式電驛如何因應供電系統之切換，而通訊架構如何的扮演其中的角色，而讓電力系統可以更朝向自動化的腳步來邁進。

內容說明：

雙迴路系統：

在一般的情形中，由圖(一)可看出，雙迴路供電都是由各主盤(Main1，Main2)

提供電力到負載盤(F1，F2，F3...Fn)，此時連絡盤 TIE 盤斷路器是打開；此設計為：Main1 主迴路各自供電到負載盤 1 之饋線盤(F11，F12，...F1n)，Main2 主迴路各自供電到負載盤 2 之饋線盤(F21，F22，...F2n)，兩個主迴路不跨區域來供電。

也就是說，Main1 電源端(source site)不會經由連絡 TIE 盤供電至負載盤 2 之各饋線盤(F21，F22，...F2n)；相同原理，Main2 電源端(source site)也不會經由連絡 TIE 盤供電至負載盤 1 之各饋線盤(F11，F12，...F1n)。

此種情形必須考慮到的情形為各自區域的饋線盤所供電的負載總合必須由各主迴路盤來承受，簡言之，饋線盤所供電的負載量總合不能超過主迴路所供給的電力；當饋線盤所供電的負載量總合超過主迴路所供給的電力時，代表主迴路的電力系統需要做一檢討改善，此狀況會影響到電驛本身設定的保護協調值，保護協調要考慮到各負載盤滿載電流而去計算保護協調值；因此，一旦保護協調值不對或計算錯誤時，都有可能發生誤跳的情形；

例如：當 Main1 主電源端有供電至負載端 1 時，假如 F12 線路發生故障，此時 F12 保護電驛偵測到故障源，正確的保護協調是：F12 電驛適時跳脫斷路器，將故障點快速隔離，此時 Main1 電驛也會偵測到 F12 有故障電流，但因正確的保護協調設定，此時，Main1 電驛不應該先發送跳脫訊號至 Main1 斷路器，由 F12 電驛動作將 F12 斷路器切離以隔離故障源。如果保護協調計算不對，可能會發生 Main1 電驛會比 F12 電驛更早動作，這時候，很明顯就可得知，保護協調順序是有問題。

數位式電驛都具有相關資訊配備，保護主迴路系統的數位式電驛不但是偵測迴路是否有故障外，可以利用其資訊配備來知道另一迴路及連絡盤 TIE 盤的狀態；也就是說，在主迴路 Main1 的數位式電驛盤上除了可顯示自身的斷路器及相關的開關狀態外，同時也顯示另一主迴路 Main2 的斷路器開關狀態，及連絡盤 TIE 盤斷路器開關的狀態（圖三所示），這就是利用資訊配備來傳送周邊的設備開關狀態而達到上述所說到的功能；在傳統式的作法上是用硬體接線方式將本身設備開關狀態接到對方的電驛輸入點訊號，提供對方的電驛顯示出相關的設備開關狀態，但此方式是不經由數位通訊來傳輸。在數位式電驛已取代傳統式電驛的情況下，結合通訊的架構而達成系統使用上的便利需求是最好的方案。

把相關的設備開關狀態顯示在數位式電驛畫面中，對現場運轉人員來說是一大助益，因盤體位置不一定都在同一區域，如果 Main1，TIE 跟 Main2 相隔不是很近的位置，此時利用 Relay 畫面可讓現場人員從畫面知道目前供電的情形。

除此之外，在 Main1 電驛上還可利用通訊的傳輸將 TIE 盤的電流及電壓及 KW 值傳輸至 Main1 電驛，運用規劃上是相當彈性的。

在圖三的畫面中清楚看出，Main1 電驛除可看出自己本身的電流，電壓，實功率值及設備本身開關狀態，還可以看出 Main2 盤的設備開關狀態及 TIE 盤的設備開關狀態及其電流，電壓值；猶如是一個小型的監控畫面一樣。

相同原理，在主迴路 Main2 的數位式電驛中，除了可顯示自身的斷路器及相關設備的開關狀態外，我們也可得知另一

主迴路 Main1 的斷路器開關狀態，甚至是連絡盤 TIE 盤斷路器開關的狀態都可顯示在主迴路 Main2 的數位式電驛的畫面中(圖四所示)。

除此之外，在 Main2 電驛上還可利用通訊的傳輸將 TIE 盤的電流及電壓而傳至 Main2 電驛。

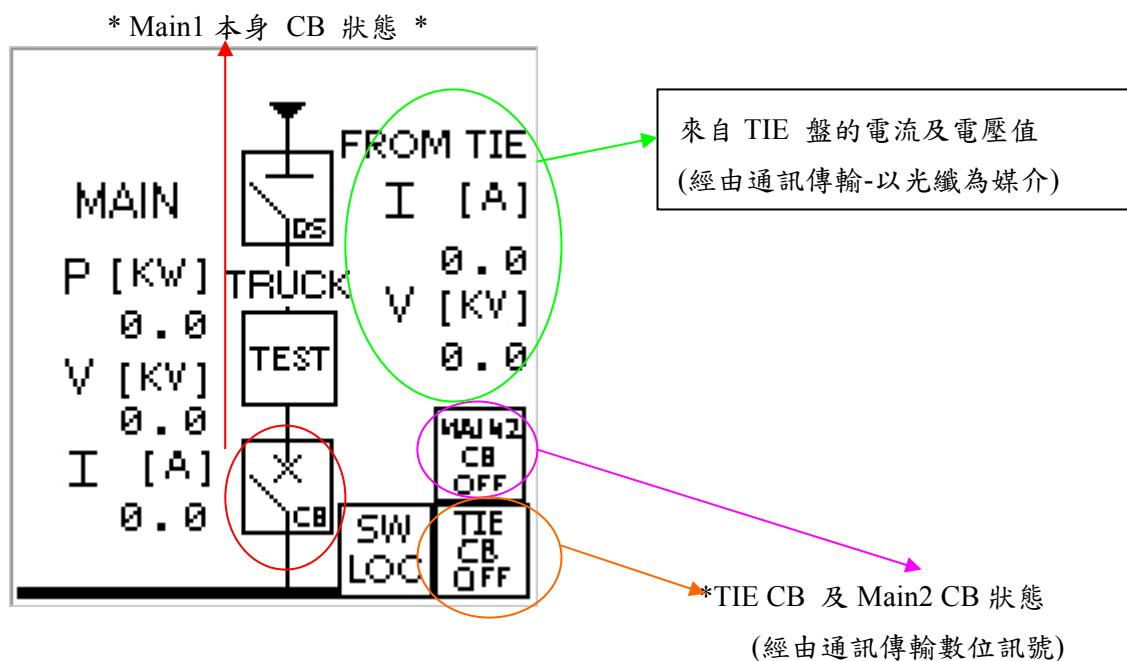
在圖四的畫面中清楚看出，Main2 電驛除可看出自己本身的電流，電壓，實功率值及設備本身的開關狀態，還可以看出 Main1 盤的設備開關狀態及 TIE 盤的設備開關狀態及 TIE 盤的電流，電壓值。

相同原理，在 TIE 盤的數位式電驛中，除了可顯示自身的斷路器及相關的開關狀態外，我們也可利用通訊的傳輸得知兩主迴路 Main1 及 Main2 的斷路器開關狀態，也可將 Main1 及 Main2 之電流及電壓經由邏輯判斷將兩迴路之最大值電流(圖五之一)及電壓值(圖五之二)顯示在 TIE 盤的數位式電驛的畫面中(圖五所示)。

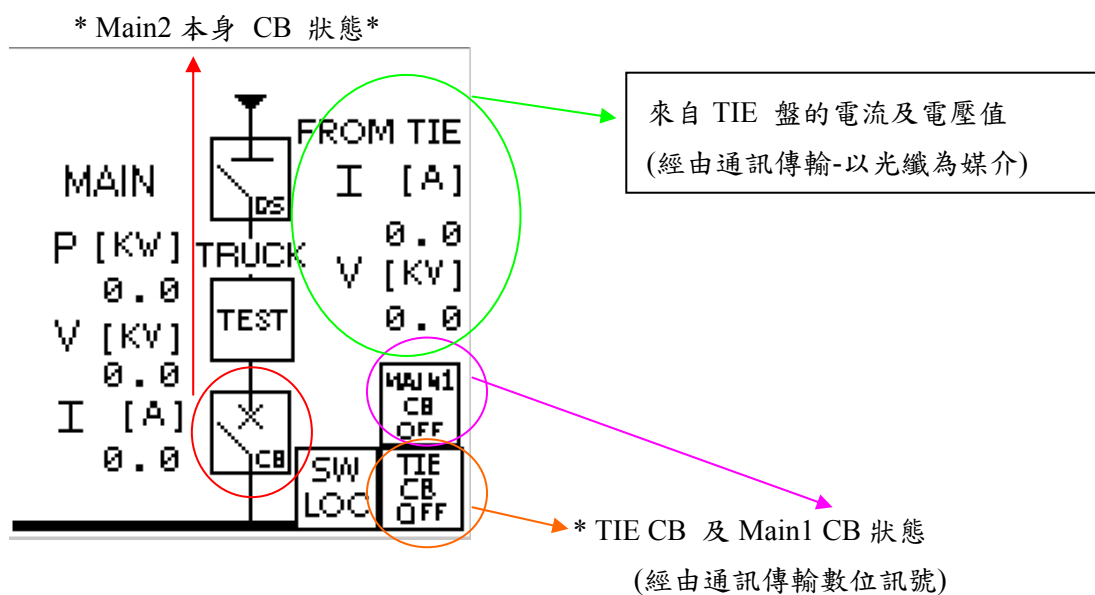
由下圖(圖五之三)可知，透過位址(address)，如電驛 Main1 定為 address1，將要送出的訊號指定到特定的通訊通道(如 COMM_OUT1，COMM_OUT2...) 此例為 COMM_OUT1，經由 SNVT_type (此為 LON protocol 格式) 走光纖路徑送到 address2 的通訊通道接收端 COMM_IN1。

由圖五之四可知，透過 integer variable COMM_OUT 包裝 16 個 Boolean 代數 signals---B0~B15 簡言之，一個通訊通道可以切分為 16 個訊號共同傳送。

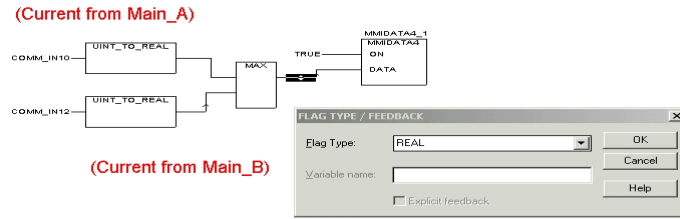
因此 address 1(Main1 電驛) - COMM_OUT1 將本身(Main1)的斷路器開關狀態 OPEN 及 CLOSE 經由通訊輸出通道 1 傳輸到 address2(Main2 電驛)，



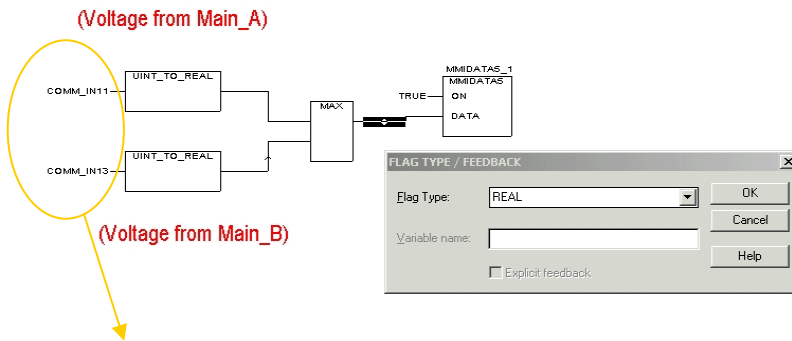
(圖三 Main1 主迴路電驛所顯示的畫面)



(圖四 Main2 主迴路電驛所顯示的畫面)

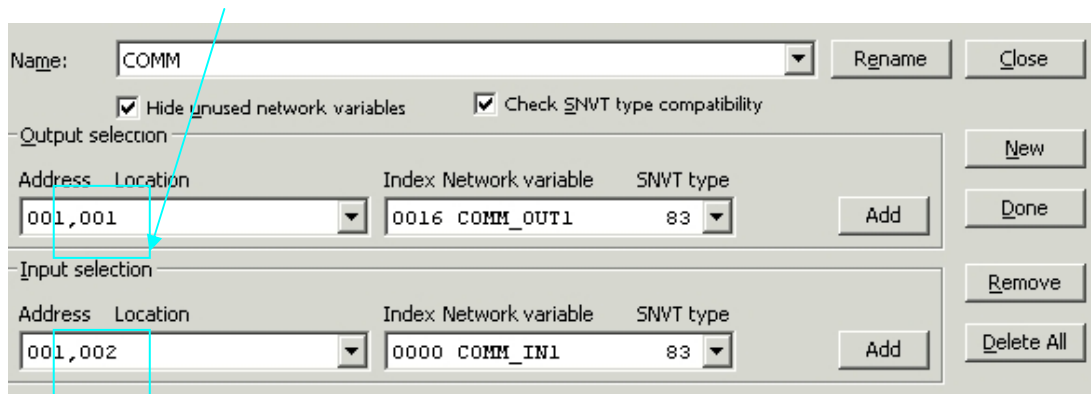


(圖五之一 電流最大值取樣)



(圖五之二 電壓最大值取樣)

註解：1.COMM 代表通訊 Channel 收送的程式符號 2.將兩者之最大值轉換為 RMS(方均根值)

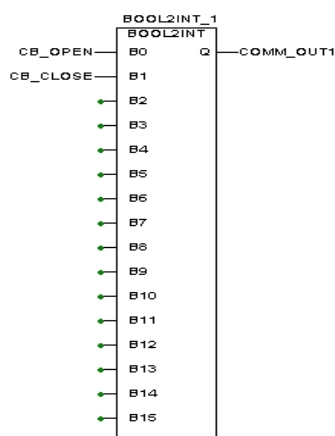


(圖五之三 通訊頻道的收送)

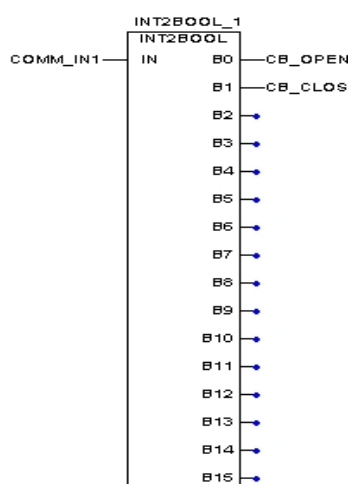
並由 address2 通訊匝道 COMM_IN1 接收端得到 address1 (Main1 電驛)斷路器開關 OPEN 及 CLOSE 狀態；也因此 Main2 電驛上除了可以知道本身斷路器的 OPEN 或 CLOSE 狀態外，Main2 電驛也可以介由通訊傳輸而得知 Main1 斷路器的 OPEN 或 CLOSE 狀態。(參考圖五之

四及圖五之五)

同理；TIE 盤電驛也同時可得知 Main1 及 Main2 斷路器的狀態(參考圖五)。



(圖五之四 pack Boolean signals to integer variable)



(圖五之五 unpack integer variable to 16 Boolean signals)

Main1 及 Main2 之電流及電壓是經由 REAL_TO_UINT 轉換方式將兩迴路之最大值電流及電壓值透過通訊傳送通道 COMM_OUT 傳送至 TIE 通訊接收通道 COMM_IN 中，並顯示在 TIE 盤的數位式電驛的畫面中(圖五所示)。類比量之傳輸之轉換運算得到 RMS 值(方均根值)是經由下列程式而得出，也因此確信類比量值反應出來不會有負值出現。

以下舉例幾個以” REAL_TO_UNIT “轉換的例子：

UINT values are 0...65535, for example:

$$\text{REAL_TO_UINT}(65535.1) = 65535$$

$$\text{REAL_TO_UINT}(-0.1) = 0$$

$$\text{REAL_TO_UINT}(10.4) = 10$$

$$\text{REAL_TO_UINT}(10.5) = 11$$

$$\text{REAL_TO_UINT}(-10.4) = 0$$

$$\text{REAL_TO_UINT}(-10.5) = 0$$

另外，透過通訊程式，Relay peer-to-peer 傳輸訊息會依據程式選項而去執行；

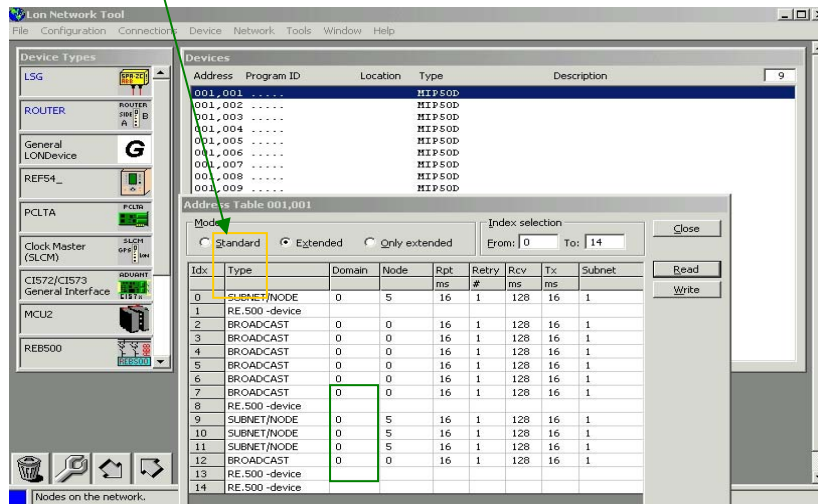
當以 peer-to-peer 傳送訊號時，程式規劃可以使用 Repeat(Retry)方式，也就是確保傳送者的資料對方要收的到。如果接收者沒有收到對方傳送的訊號，此時，傳送者會將資料再次傳送到接收者。由圖五之六可看出，Address 1 Relay 將資料傳送到 address 5 (Node)Relay 通訊資料庫的設定。

當然更可以從單一的 Relay 來看出它的傳輸訊息狀況是如何。如下圖五之七，Relay address 5 經由通訊程式讀出的結果可知，它傳送資料封包是處於良好的狀態，通訊品質也是良好的情形。如果整個系統傳輸資料量很大，或是資料量的碰撞或是某些因素如光纖材質、雜訊(Noise)，此時會影響到通訊的品質；藉由圖五之七及圖五之八可分析出通訊品質的好壞。

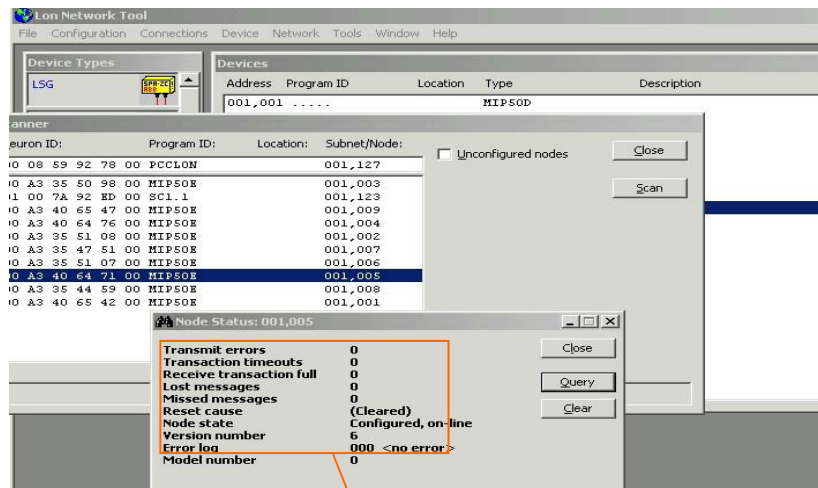
利用通訊程式自我偵測現況通訊品質時，在大系統中因為設備量大，相對地，訊號往上傳送到監控系統的量也就很大；所以常會有出現碰撞的情形(collision)，也因此會出現一些量的傳輸 errors，因此不能完全以傳輸 errors 的數字來定義通訊品質的不良。

在大系統中能控管此 errors counts 在一定量內，通訊傳輸的品質是可以被接受的，就如同完美的電力系統中是沒有諧波量出現的，但在既有的電力系統中，不能

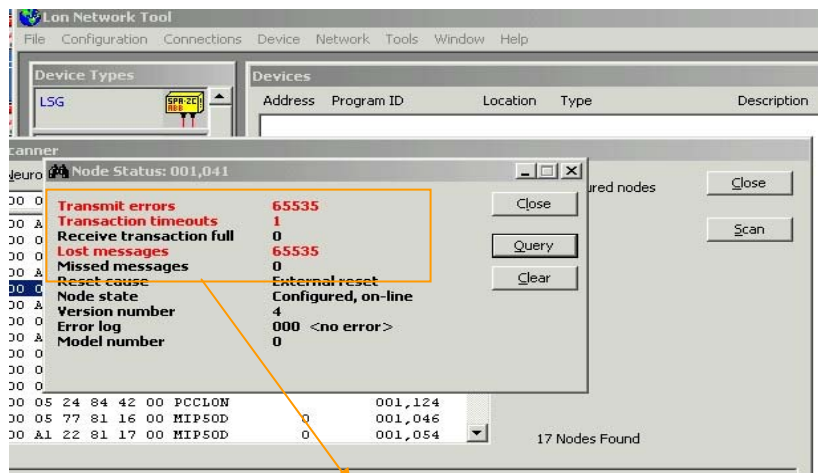
確保諧波成份是不存在的，換言之，諧波量也都會存在。



(圖五之六 通訊資料庫 peer to peer 的選項設定)

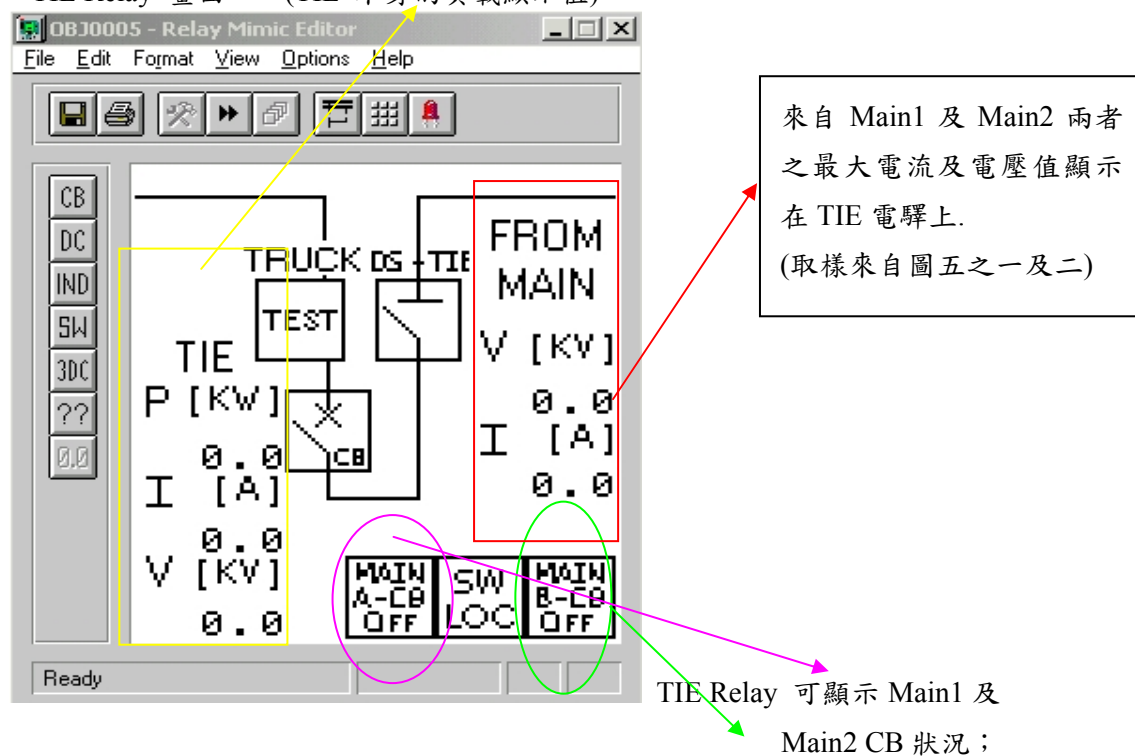


(圖五之七-良好的通訊品質)



(圖五之七-不良的通訊品質)

* TIE Relay 畫面* (TIE 本身的負載顯示值)



(圖五 TIE Relay 所顯示的畫面)

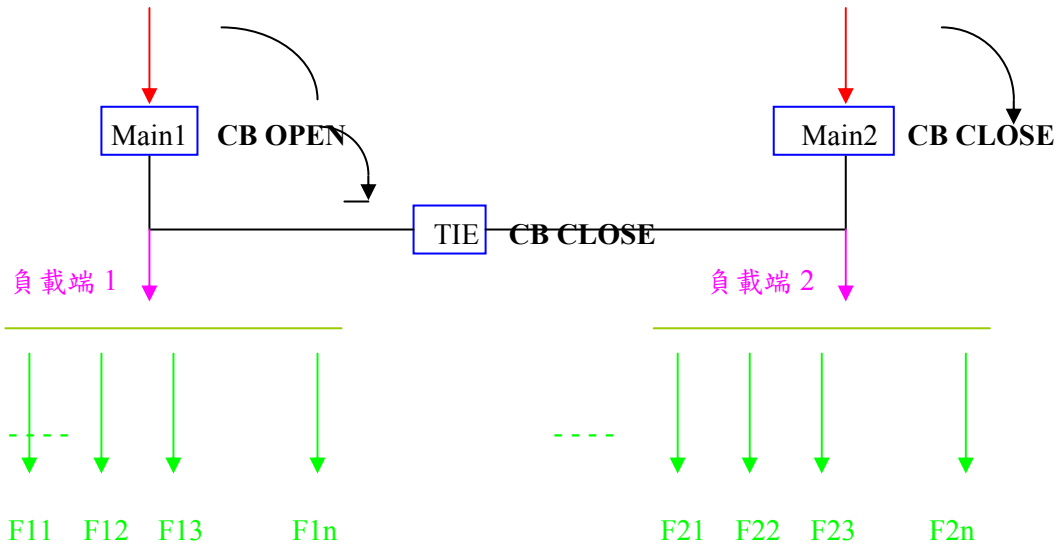
當有一電源端，如電源端 1 不供應電力，此時必須考慮到負載端 1 的下游負載 F11, F12..F1n. 負載 F11, F12..F1n 也是需要電力，而這電力供應此時就是經由電源端 2 提供，在此條件下，TIE CB 就必需要投入，否則，電源端 2 電力供應無法送至負載端 1 的下游負載 F11, F12..F1n.(圖六所示)

從原本雙迴路各自供電到單迴路供電，TIE 盤此時所扮演的角色就相當重要；之前提到，雙迴路供電時 TIE CB 是 OPEN，Main1 and Main2 主迴路各自供電，但如果變成單迴路供電時，TIE CB

就必需是要 CLOSE，此時 TIE 盤就是負載 1 及負載 2 雙方彼此的溝通橋樑；負載 1 下游 F11, F12..F1n 要不斷電就必需是要應用到”先投後切”原理；也就是當雙迴路還是各自供電時，如果要切離電源端 1，此時切離電源端 1 之前，TIE 盤 Relay 要執行同步判斷(25 syn-check)，如果此時 TIE 盤 Relay 判斷是在同步的條件下時，就必須執行”先投後切”的動作，也就是先投入 TIE CB 然後切離 Main1 CB，這樣負載 1 下游 F11, F12..F1n 就不會有失去電力的情形發生。這時候，負載 1 及負載 2 電力完全由電源端 2 提供。

No SOURCE

電源端 2



(圖六 雙迴路 TIE 切換系統)

但如果 TIE 盤 Relay 判斷不是在同一同步的條件下時，此時 TIE CB 就不可執行併聯的動作，也就是 TIE CB 不可投入，否則系統會發生併聯的危險。

Relay 判定同步條件是取兩邊 Main1 and Main2 incoming 端 PT (電壓)來做為比較之依據，因為 TIE 盤盤體並未裝設 PT 線圈，因此 TIE 盤電驛所連接比較的 PT 訊號是由 Main1 及 Main2 側的 PT 訊號所提供的；新型數位式電驛都具有可提供到四個電壓 channels，如 VT-1，VT-2，VT-3，VT4，我們可以將這四個電壓 channels 用邏輯規劃成：

VT-11 是選取 Main1 側線電壓 V12，VT-12 是選取 Main1 側線電 V23，VT-13 是選取 Main1 側線電壓 V31；另外 VT-4(VT-21)是選取 Main2 側線電壓 V12；然後取 VT-1：V12 (來自 Main1 側)及 VT-4(VT-21)：V12(來自 Main2 側)兩邊 V12 電壓源來作為 TIE 盤同步檢測的要件比較(如圖七)；同步比較的條件有三個：1. 相角差 2.電壓差 3.頻率差；

當兩邊電壓源比較要件成立時，

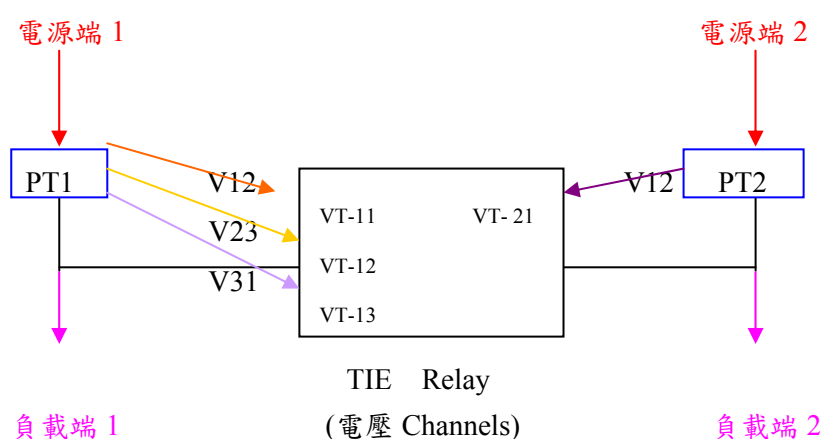
TIE Relay 可以自動將 TIE CB CLOSE，然後再將 Main 迴路之一的電源端切離，也就是 Main CB OPEN。

假設：Main 1 CB CLOSE，Main 2 CB CLOSE，TIE CB OPEN；在此條件下，系統要將 Main1 電源切離，其 Main1 的負載(F11, F12...F1n)完全需由 Main2 提供；所以此時利用 TIE Relay 來下指令自動判斷 TIE 盤是否達到可併聯的條件，也就是 1.相角差 2.電壓差 3.頻率差 要達到符合系統併聯的條件值，當這三者同步併聯要件都達到後，TIE Relay 就會將 TIE CB 自動投入(TIE CB 投入時間可以設定，如同步條件滿足，TIE CB 三秒後自動將 TIE CB CLOSE)，此時在 TIE CB CLOSE 後，Main1 CB 也就會自動會被切離(Main1 CB 切離的時間也可以設定，如在 TIE CB CLOSE 後，Main1 CB 五秒後會自動 OPEN，動作的時間是彈性的，經由邏輯規劃可制出動作的時間)。

當我們執行同步併聯時，我們可以利用 Relay 的特有功能觀測到 TIE 併聯前

及併聯後的負載值，除此之外，我們也可利用 Relay 的特殊功能，進而得到關聯的負載值及 CB 位置狀況。此功能是結合通訊的架構，利用通訊的方式將雙方的訊息互送，也就是所謂的 peer-to-peer 方式。

此優點為可利用 Relay 特殊功能知



(圖七 TIE 盤電驛電壓通道規劃圖)

手動去執行同步併聯時，其步驟比較繁雜，首先人員須執行 TIE 同步判斷，假如同步條件成立，人員再去操作 TIE CB，當操作完成 TIE CB 時，人員再去操作 Main CB 開關，此時執行完成開關的動作後，人員除了要在 Main 迴路查看負載變化量外，人員也要再回到 TIE 盤去查看 TIE 盤在系統完成併聯後的負載量值。為了防止操作人員選擇手動併聯的方式而疏忽一個程序，利用電驛來編寫一個安全的邏輯，那就是：

如果人員以手動去操做同步併聯，當同步指示燈亮起時，表示此時是可以操作投入斷路器，當投入斷路器後，如果人員在指定時間內沒有切離另一 Main 斷路器，此時電驛在時間終止後會將 TIE 斷路器自動切離，以確保安全。

道現場併聯前及併聯後的負載值及 CB 各開關併聯前及併聯後的位置。現場人員也不用因此而手動去執行同步併聯。在此須注意到自動併聯所需仰賴的是一個良好的通訊品質。

一個通訊不良的品質會影響到 peer-to-peer 傳送的時間。

從達到同步條件後開始，電驛可以定出一個時間(如 50 秒)，此代表人員用手動執行同步操作時，要在接獲同步指示訊號 50 秒內完成斷路器投切動作，也就是完成系統併聯的動作。

例如：Main1 CB CLOSE，TIE CB OPEN，Main2 CB CLOSE，此時要執行並聯動作，要將 Main1 電力切離，這時候現場人員選擇用手動同步方式去執行併聯動作，當人員在 TIE 電驛下一手動同步指令，此時如果 TIE 盤達到同步條件，TIE 盤電驛就開使倒數計時 50 秒，同時，人員開始投入 TIE CB，並觀測 TIE 盤斷路器投入後負載變化量，這時候的狀況是 Main1，Main2，TIE CB 都是投入的狀況，假如當 50 秒過後，人員並沒有將 Main1 CB 切離，此時 TIE 盤電驛

會自動下一指令將 TIE CB 切離；這是確保系統不可以同時併聯太久及考慮到安全性。因此，這一個特殊的自我保護可以經由數位電驛來編寫程式，這是針對手動執行併聯時，TIE 電驛所增設的一個特殊功能。

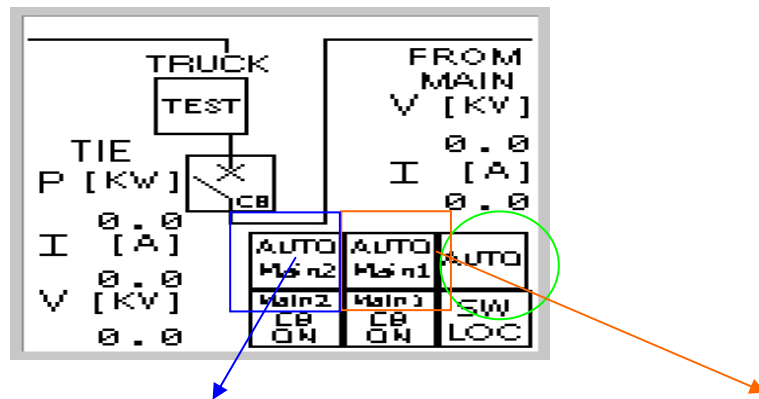
當然；併聯操作的時間 50 秒不是固定的，時間設定是可以透過程式來更改的，時間的延遲取決於使用者的決定。

相對於手動去執行同步併聯，自動同

步併聯程序就顯得更精簡許多。

執行同步自動併聯只要下一指令(圖八)，電驛就會自動執行判斷同步要件，當同步要件滿足時，電驛自動會以”先投後切”方式完成併聯動作。

在 TIE 盤電驛規劃上除了能執行自動同步的功能外，也能執行手動同步功能(圖九)，使用者可以將兩用途的併聯操作模式一起納入編輯的程式。



(圖八 雙迴路 TIE 盤同步自動併聯執行功能)

透過 TIE 盤電驛，可以選擇系統要與那一系列盤作同步投切，AUTOMain1 為 TIE 盤與 Main1 盤執行自動同步投切的指令選擇群組；同理，

AUTOMain2 為 TIE 盤與 Main2 盤執行自動同步投切的指令選擇群組。

假如(1)：Main1 CB CLOSE，TIE CB OPEN，Main2 CB CLOSE，此時系統要併聯並將 Main1 source 切離，這就是選擇”AUTOMain1”指令，自動併聯完成後的情形就是：Main1 CB OPEN，TIE CB CLOSE，Main2 CB CLOSE。

假如(2)：Main1 CB CLOSE，TIE CB OPEN，Main2 CB CLOSE，此時系統要併聯並將 Main2 source 切離，這就是

選擇”AUTOMain2”指令，自動併聯完成後的情形就是：Main1 CB CLOSE，TIE CB CLOSE，Main1 CB OPEN。

經由 TIE 盤電驛畫面的指令操作，現場人員在執行自動併聯時的操做程序就顯得簡單許多。

相同道理；當系統在併聯之後如果要恢復原有供電狀況(主迴路各自供電)，也就是 TIE 解聯動作，此時只要在 TIE Relay 執行解聯指令，Relay 會自動去執行解聯動作。

例如前例：在完成併聯後系統此時 Main 1 CB OPEN，Main 2 CB CLOSE，TIE CB CLOSE；

此時系統要恢復主迴路各自供電，只

要在 TIE Relay 執行解聯動作，同樣是 Relay 會去先判定是否達到同步條件，此時 Main1 上游 PT 已會有電壓送進來，但這時不可冒然將 Main1 CB 投入，因為 Main1 incoming PT 需要先與 Main2 incoming PT 做同步要件比較，冒然直接將 Main1 CB 投入併進系統內，這時會有 Main1 併聯上的風險存在；因此是要用同步條件的判斷來判別剛送進系統內的 Main1 incoming PT 是否與既有 Main2 incoming PT 條件值相似，這時也是利用 Main1 及 Main2 上游 incoming 的 PT 來做同步要件的判斷，也就是 1.相角差 2.電壓差 3.頻率差；當滿足此同步要件時，TIE Relay 自動會去以”先投後切”方式先將 Main1 CB 投入，當 Main 1 CB CLOSE 後，TIE CB 也會 OPEN，也就完成 TIE 解聯的動作。

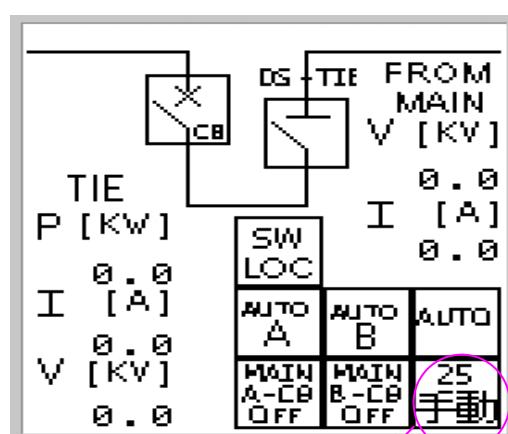
{Main1 CB 投入時間可以設定，如同步條件滿足，Main1 CB 三秒後自動將 Main1 CB CLOSE，此時在 Main1 CB CLOSE 後，TIE CB 也就會自動會被切離，TIE CB 切離的時間也可以設定，如

在 Main1 CB CLOSE 後，TIE CB 五秒後會自動 OPEN，動作的時間是彈性的，經由 Relay 邏輯規劃可定出動作的時間}。

當 TIE 解聯的程序完成時，此時系統就恢復雙迴路 Main1 及 Main2 各自供電的狀況。

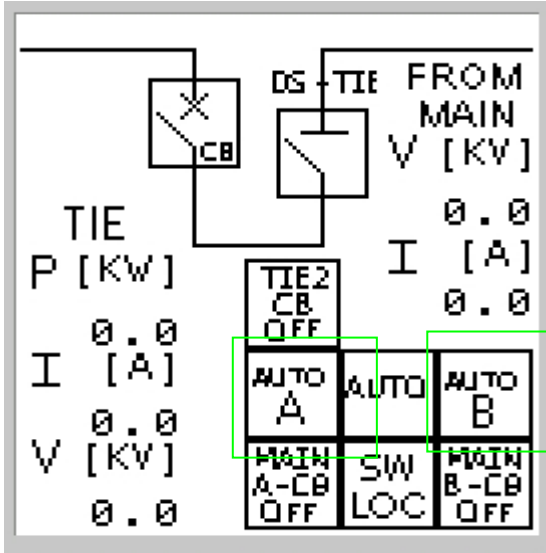
參迴路系統原理與雙迴路系統原理一樣，TIE1 電驛所要執行的自動同步功能可以區分為以下幾組：(參考圖十及圖十一)

- (1)在 TIE1 畫面中(圖十)，AUTO-A 代表 TIE1 盤與 Main1 盤執行自動同步投切的指令選擇群組。
- (2)在 TIE1 畫面中(圖十)，AUTO-B 代表 TIE1 盤與 Main2 盤執行自動同步投切的指令選擇群組。
- (3)在 TIE2 畫面中(圖十一)，AUTO-B 代表 TIE2 盤與 Main2 盤執行自動同步投切的指令選擇群組。
- (4)在 TIE2 畫面中(圖十一)，AUTO-C 代表 TIE2 盤與 Main3 盤執行自動同步投切的指令選擇群組。

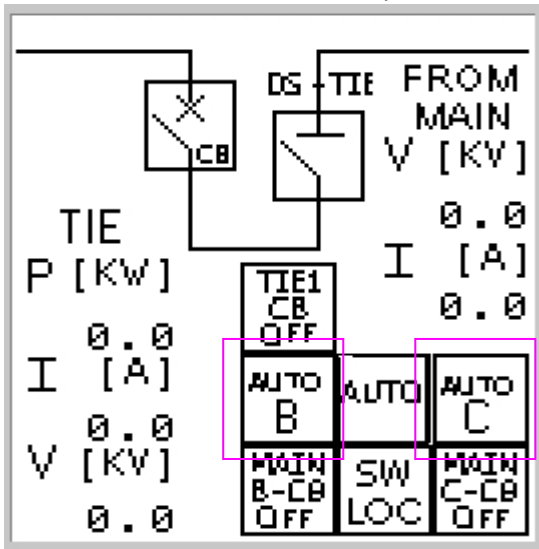


手動併聯就不需考慮到“AUTO”
“AUTO-A”及“AUTO-B”指令

(圖九 雙迴路 TIE 盤同步手動併聯執行功能)



(圖十：參迴路 TIE1 盤同步自動併聯執行功能)



(圖十一：參迴路 TIE2 盤同步自動併聯執行功能)

結論：

藉由開發自動同步功能的選項來提供系統在併聯上的便利性及應用到先投後切原理，我們可以由數位式電驛結合通訊架構來執行，也經由本文說明，數位式電驛除了保護的功能之外，它也可以發揮其他的效用。