

變電所自動化數位式電驛控制連鎖功能

(ABB REF541 電驛控制連鎖規劃)

控制連鎖 ABB 柯侖寬

前言：

在目前台電供電系統中是把電力從 345KV 降轉到 161KV 再降轉至更低的電力等級至用戶端。其中用在 345KV 及 161KV 輸電系統中，線路保護都具備有--主保護及後衛保護。

既有在 161KV 系統中，測距電驛用來當主保護可能為 DCB 保護方式或 POTT 保護方式(需依台電需求而定)，當然後衛保護也是不可少的。

345KV 系統中，有兩套主保護系統兩套後衛保護系統；一套主保護系統及後衛保護系統為採用數位式測距電驛 POTT 保護方式(傳送 Permission Trip[准許跳脫]的訊號)，另一套主保護系統及後衛保護系統就為採用數位式測距電就採用 DCB 保護方式(傳送 Block Trip[禁止跳脫]的訊號)；當電壓等級越高，所需考慮到的保護系統也需更謹慎。

因應差動保護(87L)原理較測距保護(21)原理簡單，加上差動電驛之穩定度及可靠度都略優於測距電驛，因此台電陸續把數位式差動電驛應用在輸電系統中之線路主保護系統，後衛保護則由數位式測距電驛把關，使得輸電級線路系統保護更加穩定。

因此我們可以把輸電級線路主加後衛方式應用在變電自動化 161KV 控制系統上---(主樣控制加上後衛控制)。

變電自動化 161KV 系統中，數位式饋線保護電驛可用來取代傳統 RTU(資訊末端設備)，RTU 主要功能是資料的收集，資料的收集可視為只是數位式保護電驛其中之一的功能，數位式電驛除了可將訊號做處理進而將資料往上传送至 SCADA 系統外，也可以將連鎖條件加入至數位式電驛控制功能中，進而把數位式電驛強大功能發揮出來。

目前既有 161KV -MCC 盤中，線路的連鎖都靠盤體之間的硬體接線，如 161KV BUS TIE 的 DS(89A 或 89B)要投入須考慮到 BUS BPT 的 ES(89BE1 或 89BE2)條件(參考下頁的範例總架構圖)，此時，我們可以把盤體間之硬體接線當成是主要控制方式，數位式電驛當成是後衛控制方式；當盤體間連鎖硬體線有鬆動時，此時如果投入 DS 開關會有危險，這時後如果將控制連鎖條件寫入數位式電驛程式中，即使盤體硬體連鎖線有鬆動滑落現象，此時如投入 DS 開關，數位式電驛會把關，數位式電驛會判斷此時 BUS BPT 及 BUS TIE 開關狀態(以 ABB REF-541 來說，是利用通訊虛擬點做盤體與盤體之間狀態開關的溝通方式)。

當我們從監控系統中下操作物體開關指令時，此時如果達到連鎖條件，DS 開關就會投入，否則 DS 開關是不會投入成功的。

我們常把 RTU 定義為是資料收集的

中繼站，透過 RTU 來把通訊界面或格式來做轉換處理，以搭配上端系統的通訊架構。不過 RTU 的功能不像數位式電驛一樣具有多功能用途，這也可更進一步來說數位式電驛可程式控制功能強過於傳統 RTU 之地方。

因此，如果把連鎖條件寫入數位式電驛中，對控制系統(操作開關)來說是有更大的益處；當然前提是要數位式電驛能具有可程式邏輯控制功能。

在此先說明 ABB REF541 提供可從 REF541 面板投入開關選項，也就是在 SCADA 或現場 REF541 電驛面板上都可操作投入(close)或開啟(open)物件開關，可透過現場(Local)或遠端(Remote){L/R 功能鍵}來選擇使用權限。

當切換開關是在 L(Local)端時，此時操作權就交由電驛；當切換開關是在 R (Remote)端時，此時操作權就交由

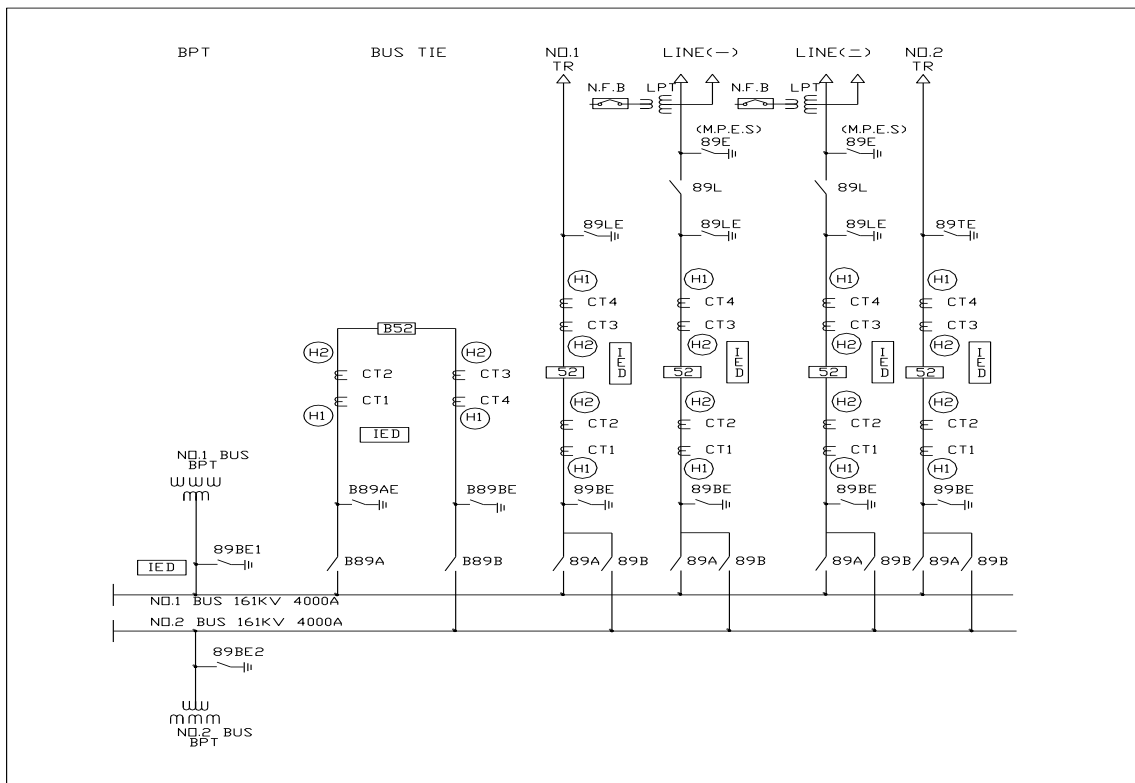
SCADA。當切換開關是在 R(Remote)端時，現場人員是無法去操作開關，SCADA 監控人員因而不用去擔心此事。

因此，使用操作開關的權限功能劃分也是 REF541 電驛的一項功能優點。

數位式電驛的控制連鎖功能是以本身的通訊功能來做為媒介，通訊傳輸是透過光纖來作為路徑，也就是電驛與電驛通訊的傳輸媒介；當通訊品質受到干擾時，此時控制功能的連鎖相對地也會受到干擾；REF541 電驛通訊功能具有提供光纖傳輸的路徑，此光纖材質不論是玻璃光纖或塑膠光纖均可採用，玻璃光纖使用的距離遠比塑膠光纖使用的距離來的遠。因此透過光纖來傳輸，其通訊的品質是不用擔心的。

以下舉兩個例子來說明 ABB REF541 數位式電驛控制連鎖是如何做到的。

範例總架構系統圖：



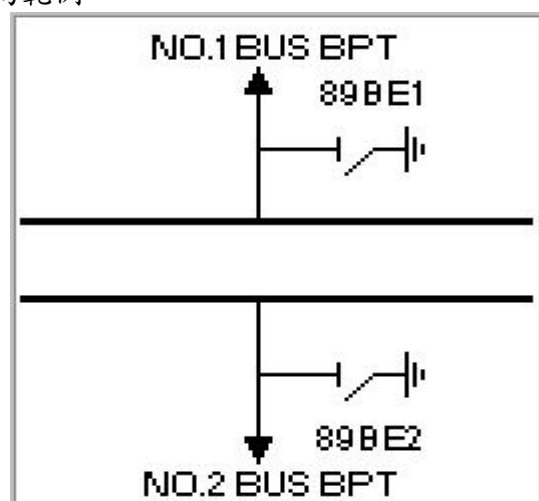
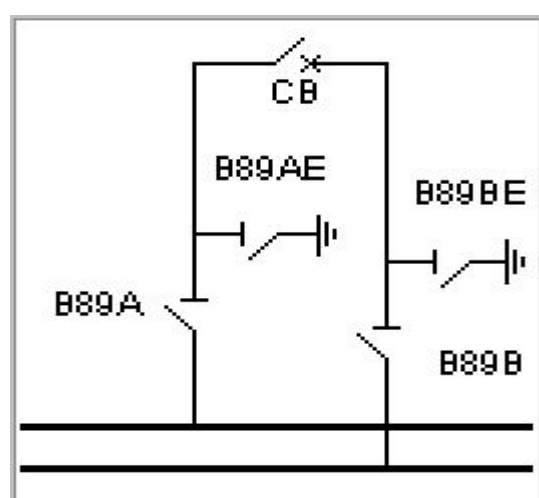
(圖二 TIE 盤 REF 電驛)

範例一：

由 SCADA 監控系統下指令投入 TIE 盤 DS-B89A 開關。

{連鎖條件：當圖二之 TIE 盤 DS 開關--B89A 要投入時，此時(1)圖一之 BPT 盤 ES 開關—89BE1 須為開啟狀態(OPEN STATUS)且(2)TIE 盤 CB 須為開啟狀態(OPEN)且(3)TIE 盤 ES_B89AE 及(4) TIE 盤 ES_B89BE 須為開啟狀態(OPEN)；當這四個連鎖條件都滿足時，這時後才准許 TIE 盤 DS_B89A 投入}。

“連鎖條件需依照台電規定而定，此為範例”

(圖一 BPT 盤 REF 電驛)

說明：

ABB REF-541 電驛可利用通訊虛擬點(COMM_IN ,COMM_OUT)方式來互相做資料溝通，也就是利用通訊虛擬方式將 BPT 及 TIE 各開關狀態互相傳送到對方。

此方式是利用 BPT 盤 REF541 內建通訊傳送功能，將要傳送到對方的訊號如 DS,ES,CB 狀態...等等，利用 BOOL2INT 傳送功能方塊，以 16 bit 透過虛擬通訊點 COMM_OUT1 傳送封包至對方 TIE 盤 REF541；此時在 TIE 盤 REF541 須內建 INT2BOOL 接收功能方塊，此 INT2BOOL 接收功能方塊將利用通訊虛擬點 COMM_IN1 所收到的封包再解成 16 bit，然而此時在 TIE 盤的 REF541 就可知道 BPT 盤 REF541 ES 開關 89BE1 的狀態。

由圖三 TIE 盤 REF 電驛圖中可知，ES89BE1_opened 訊號就是從圖四 BPT 盤 REF 電驛 ES89BE1_opened 透過 COMM_OUT1 傳送封包而收到。

我們可以用比較簡單的比喻來說明：

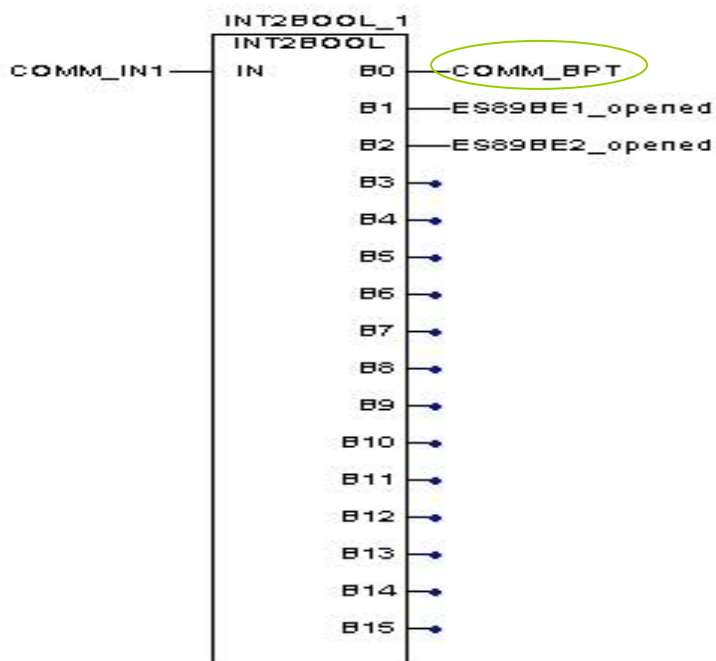
把 COMM_OUT 當成是 TX(資料傳送端)，COMM_IN 當成是 RX(資料接收端)；BPT 盤的 ES89BE1_opened 訊號是由 TX 傳送出去到 TIE 盤，由 TIE 盤的 RX 接收到 ES89BE1_opened 訊號。

(註解 1：COMM_BPT(圖三)訊號是通訊狀況處理訊號，也就是 TIE 盤 REF 電驛未收到 BPT 盤 REF 電驛所送出的通訊訊號時，此時 COMM_BPT 通訊訊號就是 0 非 1，這時候也就是說通訊狀況有問題)

(註解 2：UPDATE_ALL(圖四)訊號是偵測通訊狀況的時間，也可進一步說是一直偵測通訊的狀況，當然也可寫程式為多少 ms 或多少 S 偵測通訊狀況)

此圖三。圖四之通訊規劃 UPDATE_ALL 及 COMM_BPT 訊號稍後在圖十及圖十一會有更詳細的說明。

DATA FROM BPT



(圖三 TIE 盤 REF 電驛)

DATA TO TIE ,LINE

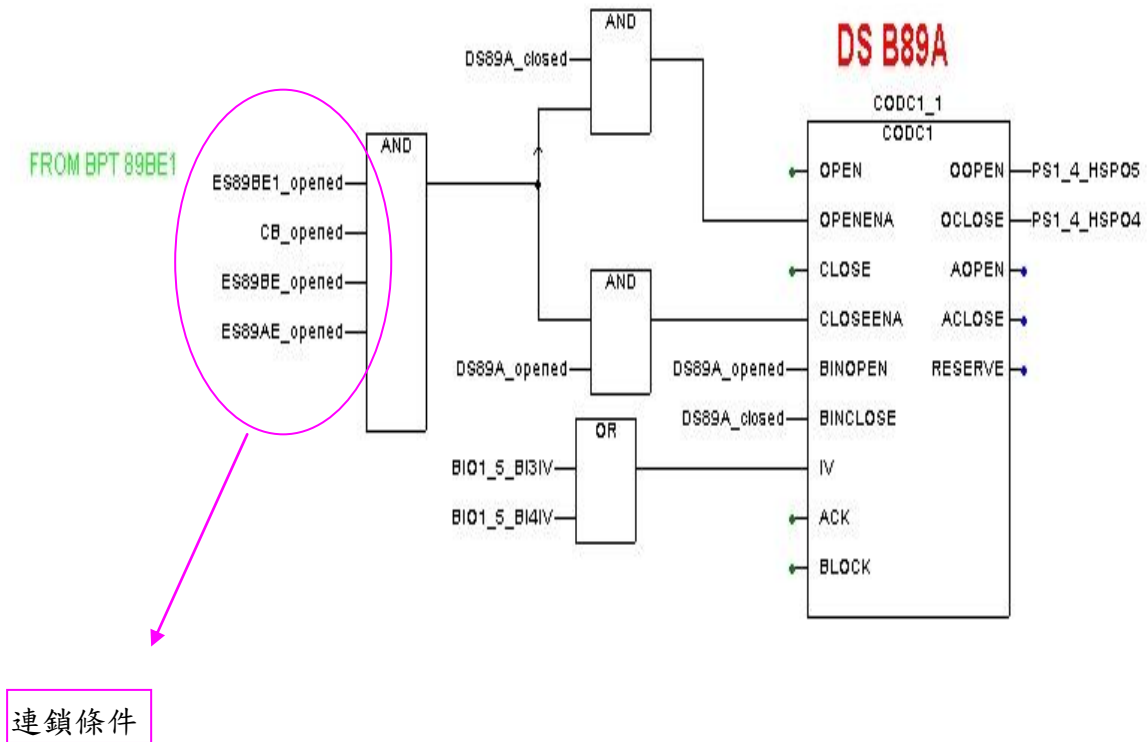
將BPT 89BE1 AND 89BE2 OPEN 訊號傳送出去



(圖四 BPT 盤 REF 電驛)

因此在 TIE 盤中 REF 電驛可得到 BPT 盤的 REF—ES_89BE1 狀態是否是開啟 (OPEN) 狀態，此時 TIE 盤 REF541 DS_B89A 開關控制功能方塊(CODC1){圖五}就會判斷是否有達到連鎖條件(由 CLOSEENA 看出)，此時如果已達到連鎖條件下從 SCADA 監控系統下指令投入

TIE 盤 DS_B89A，這時候 DS_B89A 就可投入成功；相對地，如果此時沒有達到連鎖條件，也就是上述提到的四個連鎖條件缺一不可，在沒有達到連鎖條件情形下，縱使從 SCADA 監控系統下投入 TIE 盤 DS_B89A 指令還是不會成功的。



(圖五 TIE 盤 REF 電驛)

範例二：

由 SCADA 監控系統下指令投入 LINE 盤圖六 DS-89A 開關。

{連鎖條件：當圖六之 DS 開關--89A 要投入時，*1.(1)此時圖一 BPT 盤之 ES 開關—89BE1 須為開啟狀態(OPEN STATUS)且(2)LINE 盤 DS_89B 須為開啟狀態 (OPEN)且(3)LINE 盤 CB 須為開啟狀態 (OPEN)，或*2.(1) LINE 盤 DS_89B 須為投入狀態(CLOSE)且(2)圖二之 TIE 盤 CB 須

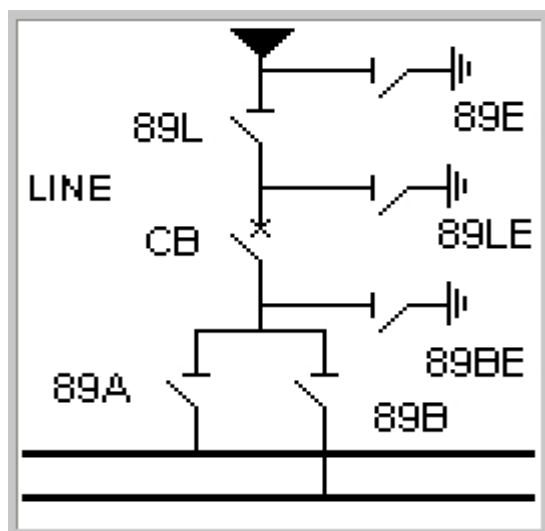
為投入狀態(CLOSE)且(3)圖二之 TIE 盤 DS_B89A 及(4)TIE 盤 DS_B89B 須為投入狀態(CLOSE)才准許 LINE 盤 DS_89A 開關投入}。

(由圖九左側來核對連鎖條件)

“*1 與 *2 為 OR Gate 條件 連鎖條件”

此部份因為 Line 盤 DS89A 開關投入的連鎖條件更複雜，所以在連鎖條件的考慮下也更多，因此 Line 盤的 REF541 電驛須從 BPT 盤的 REF541 電驛及 TIE 盤的 REF541 電驛收到的物體開關訊號來判

斷，所以通訊的規劃部份是更需要小心謹慎的；假如有一開關狀態訊號無法利用通訊方式傳送過來，這時，連鎖條件就會不成立，此時 Line 盤的 DS89A 開關也就無法投入成功。



(圖六 LINE 盤 REF 電驛)

說明：

BPT 盤 REF541(圖四)內建通訊傳送功能，將要傳送到對方的訊號 ES_89BE1_opened，利用 BOOL2INT 傳送功能方塊，以 16 bit(視為一個封包)透過虛擬通訊點 COMM_OUT1 傳送至對方 LINE 盤 REF541；同樣地，TIE 盤 REF541(圖七)內建通訊傳送功能，將要傳送到對方的訊號 TIE CB_closed ,DS_89A_closed,DS_89B_closed,利

用 BOOL2INT 傳送功能方塊，以 16 bit(視為一個封包)透過虛擬通訊點 COMM_OUT1 傳送至對方 LINE 盤 REF541；此時在 LINE 盤 REF541 須內建 INT2BOOL 功能方塊(圖八)，此 INT2BOOL 接收功能方塊將利用通訊虛擬點 COMM_IN1(來自接收於 BPT 盤所送出的訊號)及 COMM_IN2(來自接收於 BPT 盤所送出的訊號)所收到的訊號再解成 16 bit，然而此時在 LINE 盤的 REF541 就可知道 BPT 盤 REF541 ES_89BE1 的狀態及 TIE 盤 REF541 CB,DS_89A 及 DS_89B 的狀態。

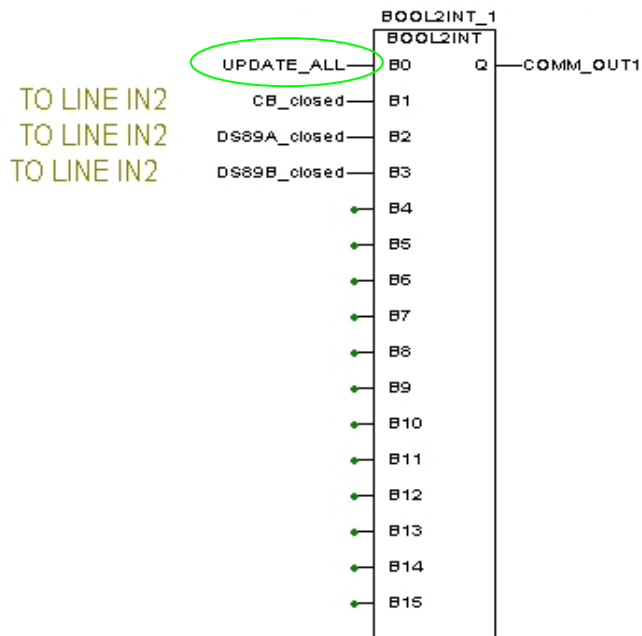
BPT 盤 REF541 ES_89BE1 的狀態是由 LINE 盤 COMM_IN1 收到，TIE 盤 REF541 CB,DS_89A 及 DS_89B 的狀態是由 LINE 盤 COMM_IN2 收到。

(註解 3：COMM_BPT 及 COMM_TIE(圖八)訊號是通訊狀況處理訊號，也就是 LINE 盤 REF 電驛未收到 BPT 盤及 TIE 盤 REF 電驛所送出的通訊訊號時，此時 COMM_BPT 及 COMM_TIE 通訊訊號就是 0 非 1，這時候也就是說通訊狀況有問題)

此圖七。圖八之通訊規劃 UPDATE_ALL 及 COMM_BPT 及 COMM_TIE 訊號稍後在圖十及圖十一會有更詳細的說明。

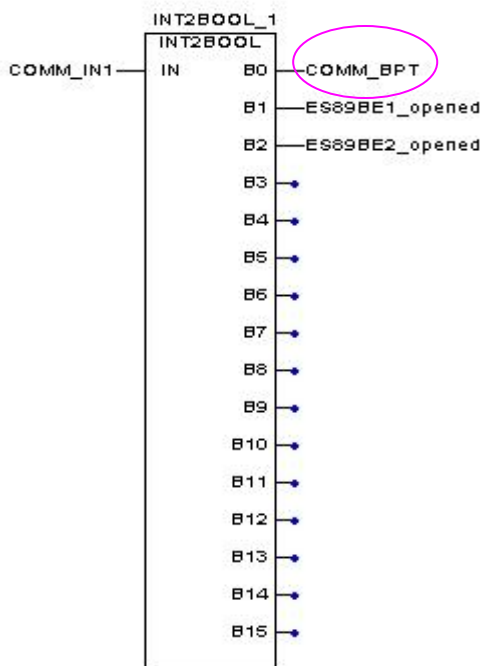
DATA TO LINE

DATA TO LINE IS: CB_CLOSE,DSB89A_CLOSE,DSB89B_CLOSE

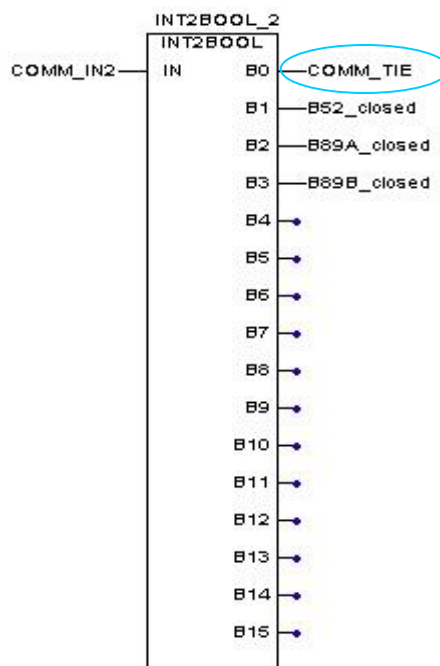


(圖七 TIE 盤 REF 電驛)

DATA FROM BPT



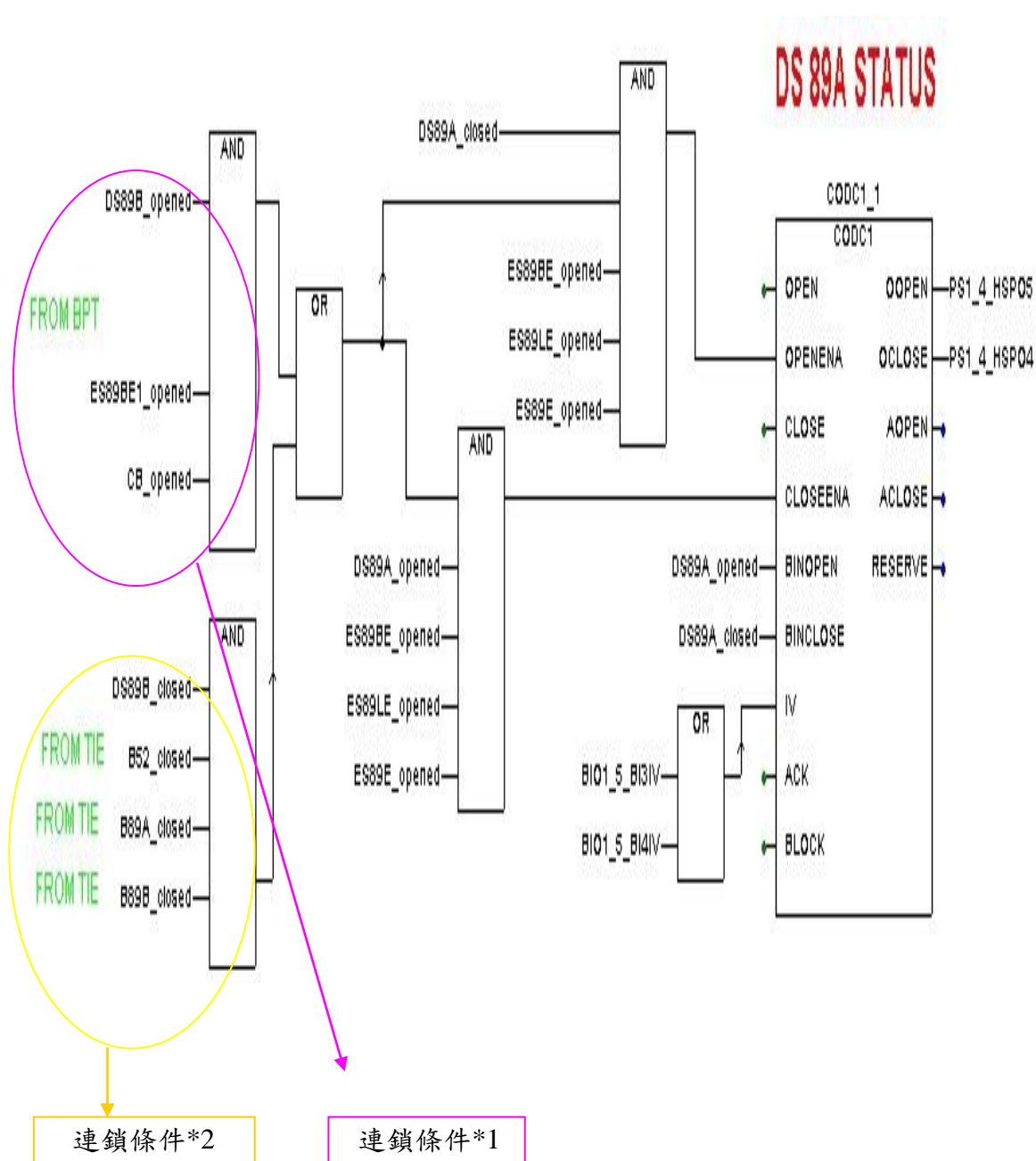
DATA FROM TIE



(圖八 LINE 盤 REF 電驛)

在 LINE 盤中 REF 電驛可得到 BPT 盤的 REF541—ES_89BE1 狀態是否是開啟 (OPEN) 狀態及 TIE 盤的 REF541—CB,DS_B89A 及 DS_B89B 狀態是否是閉合 (CLOSE) 狀態 (圖九)，此時由 LINE 盤 REF541 DS_89A 開關控制功能方塊 (CODC1) 就會判斷是否有達到連鎖條件 (由 CLOSEENA 看出)，

此時如果已達到連鎖條件下從 SCADA 監控系統下指令投入 LINE 盤 DS_89A，這時候 LINE 盤 DS_89A 就可投入成功；相對地，如果此時沒有達到連鎖條件 (上述 *1 或 *2 連鎖條件)，縱使從 SCADA 監控系統下投入 LINE 盤 DS_89A 指令還是不會成功的。



(圖九 LINE 盤 REF 電驛)

接下來再補充說明註解 1 及註解 2 及註解 3 之通訊傳輸循環架構：

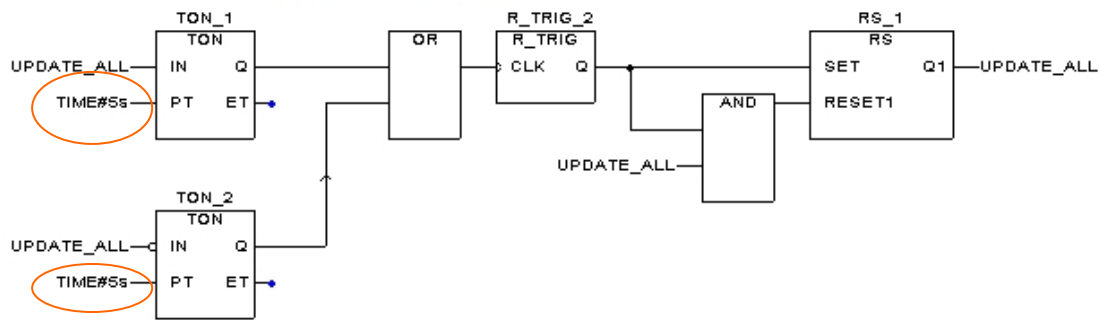
(圖十)為通訊資料封包以每 5 秒為一單位循環來作通訊資料封包更新傳送，此時間是可自由來規劃的，並不是一個固定值，當然使用者也可規劃為 1 秒甚至更快的時間做通訊的訊號更新。

此 UPDATE_ALL(Bo 位元)是以通訊虛擬點 COMM_OUT 點(圖四，圖七)來傳送至對方 REF541 電驛，此時對方 REF541 電驛會利用通訊虛擬 COMM_IN 點(圖三，圖八)所解成的 Bo 位元通訊訊

號來判定通訊狀況。

進一步說；如果圖八之 LINE 盤 COMM_BPT 未收到從圖四之 BPT 盤 UPDATE_ALL 通訊訊號時，此時代表 LINE 盤與 BPT 盤之間通訊出了狀況，此時 LINE 盤上 BPT_COMM_FAIL 訊號就會為 1, BPT_COMM_FAIL 訊號為 1 時就是告知通訊異常的警報(圖十一)；當通訊異常發生時，SCADA 監控系統就會自動得到從 REF541 電驛送出來的通訊異常警報。

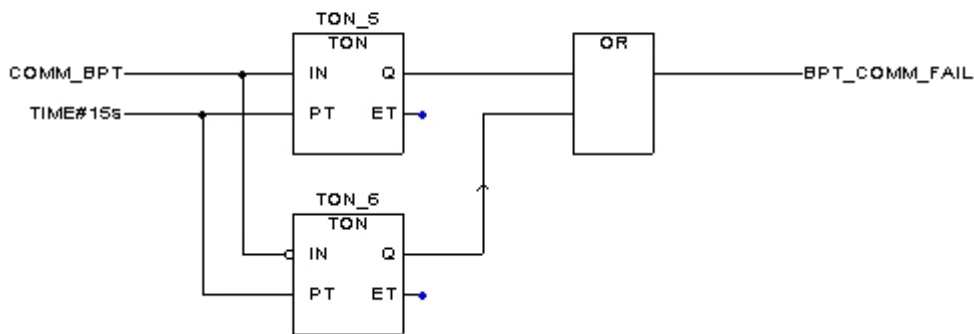
通訊循環傳送封包



(圖十：通訊 UPDATE_ALL 訊號邏輯)

↑

通訊循環確認



(圖十一：通訊 COM_BPT 訊號邏輯)

結論：

台電既有的變電所都幾乎是無人值班的變電所，變電所裝置的設備有許多，相關重要的狀態訊號(如 D/I,D/O,A/I 等)都需回到控制中心，地方調度中心或區域調度中心；相對地，控制中心，地方調度中心或區域調度中心也可直接去操控各變電所的物件開關，此時如把控制功能的條件加入數位式電驛中，當控制中心，地方調度中心或區域調度中心人員去操控開關投

入或打開時，此時等於是數位式電驛會幫操作指令者執行多一項自動檢測關卡。

因應變電所自動化(substation automation)架構(下圖)，數位式電驛功能除了保護功能外，也可發揮出其它特性，其中之一就是控制功能，這也是之前提到”主加後衛控制”的方式，以硬體接線為主要控制，數位式電驛內建控制連鎖程式為後衛控制，借此把數位式電驛強大功能發揮出來，也對安全性多了一項保障。

ABB 對 TPC S.A 架構系統圖

