

談母線保護電驛自動化之可行性

簡文通

台電電力調度處

一、前言

爲了精減人力，目前台電公司正大力推行電力調度控制自動化、變電所無人化等工作，撇開變電所控制操作之自動化工作不談，僅談發變電所保護電驛自動化問題，就筆者所瞭解，截至目前爲止，保護電驛自動化程度只進行到線路主保護電驛及復閉電驛之閉鎖、使用及各項電驛動作資訊之取得而已，尙未能就保護電驛自動化的真正意義上再作進一步之剖析、計劃及改革，以致常常爲了一件小工作而浪費了不少的人力及物力，殊爲可惜。

有鑑於此，筆者願意從工作經驗中，先就母線保護電驛自動化之理論與技術作一簡單之探討，並祈諸位先進、專家、

學者及電驛工作者能不吝惠予指導。

二、母線及其保護電驛之簡介

在說明母線保護電驛自動化之原理前，有必要先從母線的型式種類起，逐步作一簡單之介紹。

2-1.母線型式種類：一般而言較常運用之母線方式可分爲下述四種：

- 1、單一母線(如圖 1)
- 2、多段式母線(如圖 2)
- 3、雙母線(如圖 3)
- 4、一個半斷路器雙母線(如圖 4)

2-2.各型母線保護電驛之動作原理及其接線方式：

母線保護電驛均爲利用差動原理，基本上各斷路器接於母線電驛之 CT 比值相

同，極性相同，在正常情況下，就一母線而言，流進與流出電流相等，無差電流產生，故母線電驛不會動作；唯當母線發生事故時，流進與流出的電流不相等或是僅有流進而無流出(指末端變電所)，在此情況之下，若是通過母線電驛的電流達設定值以上，則母線電驛動作，將接於母線上之所有斷路器跳脫以隔離事故。

有關各型母線保護電驛之接線如下：

1、單一母線：如圖 5

利用三具母線電驛(每相一具)保護，一般均使用短時性過流電驛。

2、多段式母線：如圖 6

由於每個斷路器都是固定接於某一母線，而無法從一母線切換改接至另一母線，因此理論上，每一母線保護電驛僅須依單母線保護電驛原理，各裝 3 具母線電驛作 $87B_1$ 及 $87B_2$ 分開保護即可。唯在國外電力公司中，有為了安全上的考慮，另加一組 $87B$ (俗稱 ALL 組)，作為控制 $87B_1$ 及 $87B_2$ 動作之用，避免不必要之誤動作。

3、雙母線：如圖 7

此型母線在台電系統中，不論是 161kV 或 69kV，是最普遍被採用的，因

此有關母線保護方式也是大家最為熟悉的，其 CT 之接線方式，請參閱圖 7，跳脫相關回路等則請參閱圖 6。

雖然是可切換式，但每一線路或變壓器等設備平常均依負載分配或依斷路器單雙號原則固定接於 #1 母線或 #2 母線，而所有接於母線電驛之 CT 及相關跳脫、投入互鎖回路亦隨之固定接於 #1 母線電驛及其輔助電驛或 #2 母線電驛及其輔助電驛。如遇系統需要，須將某一線路從原固定連接之母線長久性的切換改接至另一母線時，則常須大費週章地將該線路斷路器之母線電驛用 CT 回路、跳脫回路、投入互鎖回路等相關回路(包括線路保護電驛用之 PT 電源)，同時改接至另一母線，造成人力、物力之浪費，且亦失去可切換之意義，為了解決本項問題，稍後本文將作原則性的探討，而這也是本文之主題。

4、一個半斷路器雙母線：如圖 8

基本上這是用於 345kV 超高壓變電所、發電廠或重要的 161kV 一次變電所、發電廠的母線型式，由於系統穩定度的關係，對於 345kV 以上的設備，均採兩套快速保護電驛，因此此種母線亦不例外，每一母線採用兩套各自獨立的母線

電驛保護，由於每一母線所連接之斷路器是固定的，故每一斷路器接至母線電驛之 CT 及其跳脫、投入互鎖、斷路器失靈觸發用等回路，亦固定接於其相關母線電驛及其跳脫補助電驛。此種母線型式最大的好處是每一線路或發電機，啓動變壓器等均可經由中間連絡斷路器或母線側斷路器之開關，而切換至任一母線供電、受電，但無論如何切換，對母線電驛均毫無影響。而唯一影響的是當某一母線停電時，須將 PT 切換至另一母線 PT，否則原使用該組母線 PD 之線路保護電驛將失去 PT 電源，這是非常危險的事，若線路保護電驛係使用 Line PD 電源，則將無此困擾。

前述當某一母線停電時，可利用 27 低壓電驛作 Bus PD 快速切換之動作，且係整組切換，不必作個別線路切換之動作，為免在切換過程中，線路保護電驛誤動作發生斷路器跳脫，因此必要的預防措施是不可免的，如自動瞬間閉鎖或以瞬時過流電驛監視跳脫回路等，台電是採取後者，有些國外電力公司則採前者。

三、母線保護電驛自動化：

瞭解了母線型式及其保護電驛之後，接著我們來探討母線保護電驛自動化之可行性。如前所述可切換性雙母線佔台電絕大多數，此型母線如欲建立母線保護電驛自動化所涉及之層面亦較廣(甚或可能全面改寫目前的母線保護電驛設計方式)，而其它三種母線則問題較少，已不成問題。因此，再過來本文將只針對可切換性雙母線保護電驛自動化之可行性，進行分析探討，而在進行探討之前，我們仍然必須將下面之議題再瞭解清楚。

3-1.母線保護電驛之目的：

母線保護電驛是當某一母線發生事故時，將接於該母線之各斷路器跳脫以隔離事故，而未發生事故之母線仍能繼續運轉供電。

3-2.台電目前可切換性雙母線保護電驛之接線方式：

3-2-1.CT 接線方式：隨著斷路器因接於 #1 Bus 或 #2 Bus 而固定接於#1 Bus Relay 組或 #2 Bus Relay 組。

3-2-2.跳脫及投入互鎖回路接線方式：同 CT 接線方式。

3-2-3.PT 接線方式：各線路保護電驛所須之 PT 亦隨斷路器固定接於#1 Bus 或

#2 Bus 而接至 #1 Bus PD 組或 #2 Bus PD 組，不過整個固接於 #1 Bus 或 #2 Bus 之所有線路，其保護電驛所須之 PT，皆僅由一個 #1 BVS(母線電壓切換開關)或 #2 BVS 所控制，每一 BVS 雖可切換至 #1 Bus PD 或 #2 Bus PD 電壓電源，唯每次切換是整組切換，即固接於 #1 Bus 或 #2 Bus 之所有線路電驛用 PT 均同時切換，而無法作單獨之切換。

3-3、可切換性雙母線保護電驛自動化之原則理論

3-3-1.CT 接線方式：各回線接於母線保護電驛用之 CT，須隨該線路斷路器接於 #1 Bus 或 #2 Bus 而自動切換接於 #1 Bus Relay 或 #2 Bus Relay。

3-3-2.跳脫及投入互鎖之接線方式：亦須隨各線路接於 #1 Bus 或 #2 Bus 而自動切換接於 #1 Bus 或 #2 Bus 跳脫補助電驛。

3-3-3.PT 接線方式：各回線線路保護電驛用之 PT 須隨該線路接於 #1 Bus 或 #2 Bus 而單獨自動切換至 #1 Bus PD 或 #2 Bus PD。

3-4、可切換性雙母線保護電驛自動化之可行性分析：

為達到 3-3 所述，將雙母線保護電

驛自動化之目標，似乎只能從 ABS/DS 等方面著手，因為我們都知道，每一斷路器都具有可切換至 #1 Bus 或 #2 Bus 之空斷開關 ABS 或 DS。以圖 9 1510 斷路器為例，ABS 為 1511 或 1512，利用其開關投入/啓斷(Close/open)之動作即可作 CT、PT、跳脫、投入互鎖等回路之切換，當然由於空斷開關屬高壓設備，吾等不能直接使用，必須利用其開關動作去帶動一些輔助電驛，再利用這些輔助電驛之接點邏輯去動作自動化所需之輔助電驛，此可由圖 10 以 1510 為例說明，在 1511 投入而 1512 啓斷時，表示 1510 接於 #1 Bus，故所有相關回路均須切換至 #1 Bus 組，而若 1511 啓斷，1512 投入時，表示 1510 接於 #2 Bus，故所有相關回路均須切換至 #2 Bus 組，若我們想進一步瞭解相關回路之切換動作，則請參閱圖 11 PT 切換示意圖，圖 12 CT 切換示意圖及圖 13 跳脫及投入互鎖示意圖等。

3-5、上述可切換性雙母線保護電驛自動化方式可能衍生問題之探討。

3-5-1.在線路送電有載之情況下，不能將一斷路器 #1 ABS/DS 及 #2 ABS/DS 同時投入(連絡斷路器除外)，否則會造成

該回線母線電驛用之 CT 開路、跳脫及投入閉鎖回路開路，線路保護電驛失去 PT 電源等，這是非常危險的事。

但這種操作方式，在我們系統上也有事實上之存在必要，因此我們亦必須在控制回路上作部份增設及修正。

首先我們必須瞭解的是，任一斷路器其 #1 ABS 及 #2 ABS 同時投入之情況下(連絡斷路器除外)，應該表示兩個母線實際上已變成一單母線型式，此時若有任一母線發生事故，則即使該母線電驛動作將掛接於該母線之所有斷路器皆跳脫亦尚不足以隔離事故，必須在另一母線之所有斷路器亦跳脫後，才能完全隔離事故。

基於此觀念，則我們可設計在此情況下，將所有線路之相關回路均全部自動切換至 #1 Bus 組或 #2 Bus 組，如圖 14 之示意圖。其方式為利用任一斷路器其 #1ABS 或 #2 ABS 同時投入之信號去動作一輔助電驛 86-3，再將此輔助電驛之 a 接點與所有相關回路之 86-1 之 a 接點並接即可(切換至 #1 Bus)，如欲設計切換至 #2 Bus 組則可並接於 86-2 之 a 接點。圖 15 說明在此情況下電驛用 PT 切換改善圖，同理可在圖 12 及圖 13 中

作同樣方式之增設修正，即可達到完整的雙母線保護電驛自動化回路。

3-5-2. 一斷路器雖可經由其 #1 ABS 及 #2 ABS 之開關而有三種選擇，掛接於 #1 Bus，掛接於 #2 Bus 或因 #1 ABS 及 #2 ABS 都投入而使兩 Bus 變成單一 Bus 之型態。但任何時候，只有一種型態存在，以圖 10 及增設修正之圖 14 而例，86-1、86-2 及 86-3 其中一個動作，就必須將其餘兩個輔助電驛復歸，以保持狀態的正確性，是故 86-1、86-2 及 86-3 等補助電驛就必須採用具有電動之動作線圈(Operating Coil)及復歸線圈(Reset Coil)之門鎖電驛，而這也是自動化設備之必要器材。

3-5-3. 若是一斷路器其 #1 Bus 及 #2 Bus 皆打開，則表示斷路器應是在開路不使用狀態，此時其相關回路究竟應接於 #1 Bus 組或 #2 Bus 組已不重要，不過因為在母線保護電驛自動化回路中，僅能在 #1 Bus 組或 #2 Bus 組中作一選擇切換，而無“開路”之選擇，因此我們仍可以 #1 ABS 及 #2 ABS 之 b 接點(串接)去動作 86-1 補助電驛選擇接至 #1 Bus 組或去動作 86-2 補助電驛選擇接至 #2 Bus 組。

3-5-4.由於壹具門鎖電驛其接點數是有限的，而在實施母線保護電驛自動化的設計中，CT、PT 及跳脫、投入互鎖回路等所需的接點數量是相當多，因此對一斷路器而言，大量且需連動的門鎖電驛勢必無法避免。另外，爲了避免門鎖電驛因機械故障而無法連動，或接點接觸不良而導致 CT、PT、跳脫等回路開路問題，必要且適當的監視在設計是要考慮的。

四、結論：

保護電驛自動化是世界潮流趨勢，不僅可節省人力，亦可有效爭取時間，增進事故處理之速度。在以上本文的討論中，我們知道母線保護電驛自動化對可切換性之雙母線而言亦是可行的，不過由於母線保護電驛是非常重要的，一旦誤動作，後果亦非常嚴重的，因此我們在設計上應該考慮週詳，以期完美無缺。

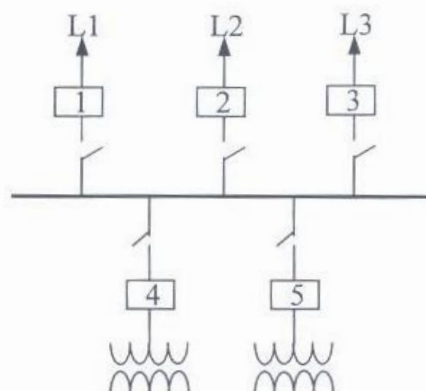


圖 1. 單母線

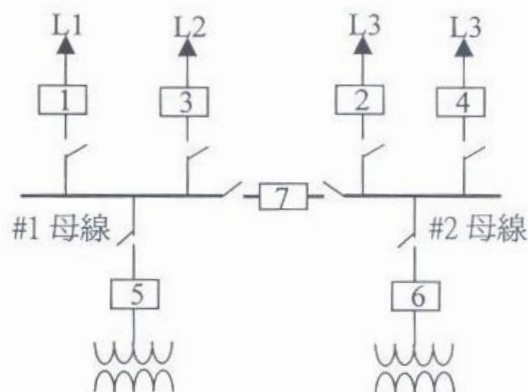


圖 2. 多段式母線

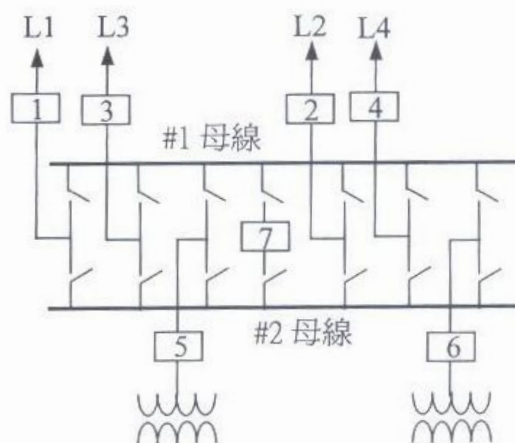


圖 3. 雙母線

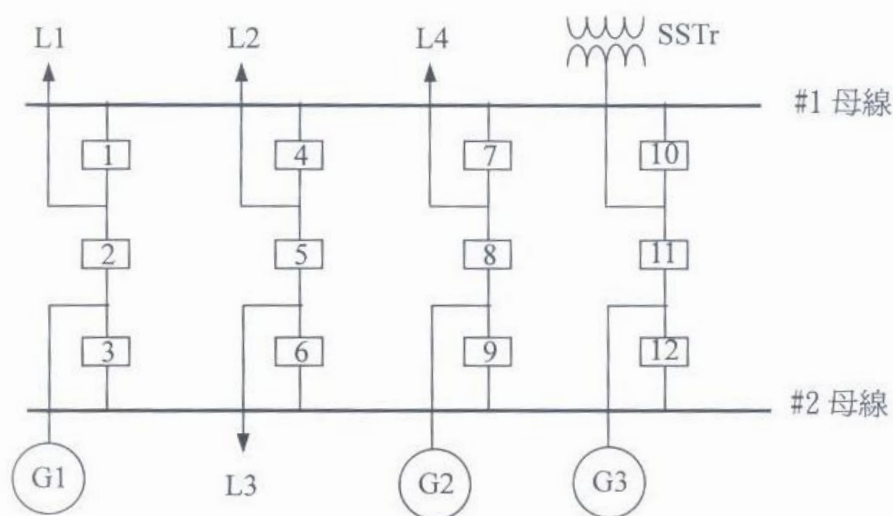


圖 4.一個半斷路器雙母線

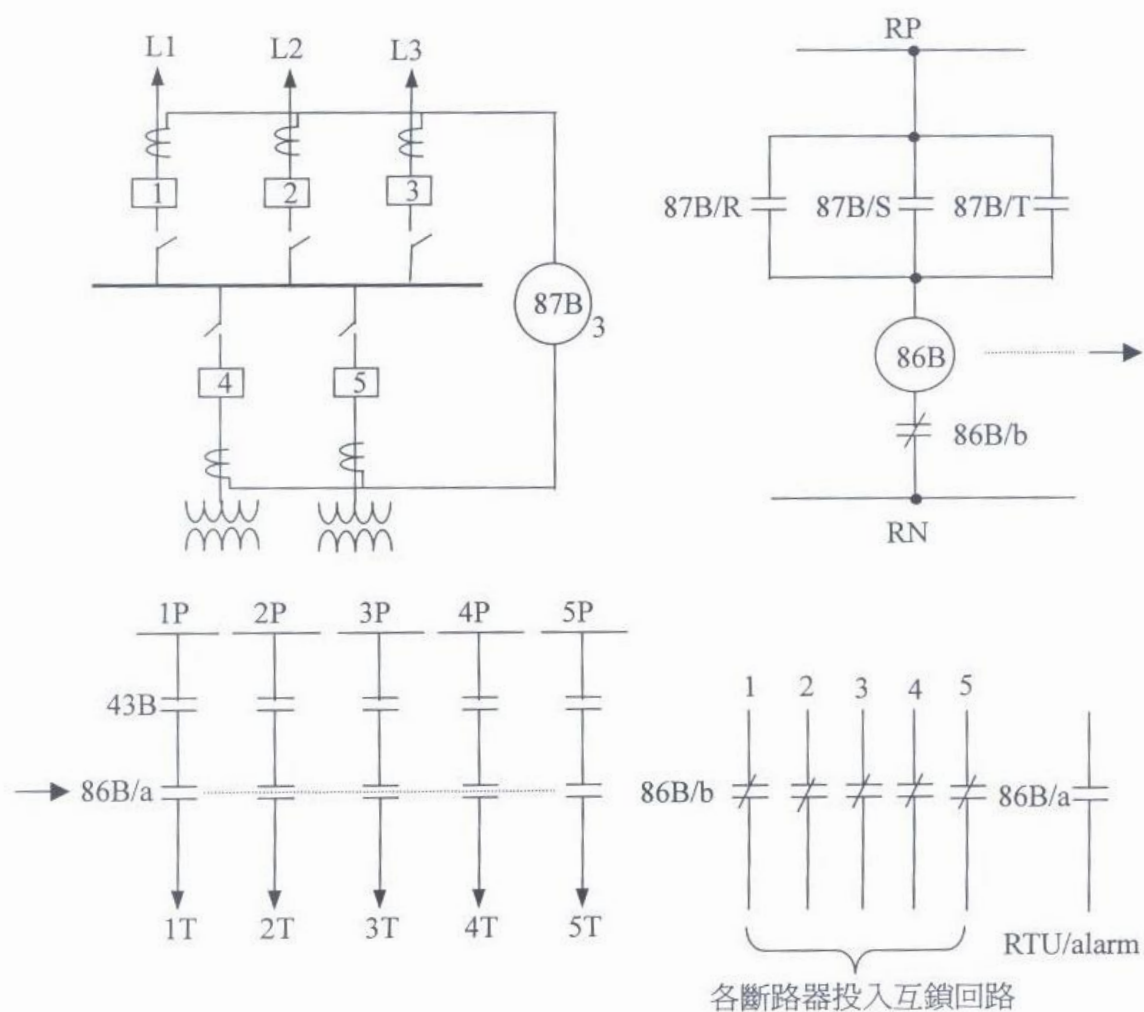


圖 5.單一母線保護電驛跳脫及投入互鎖回路

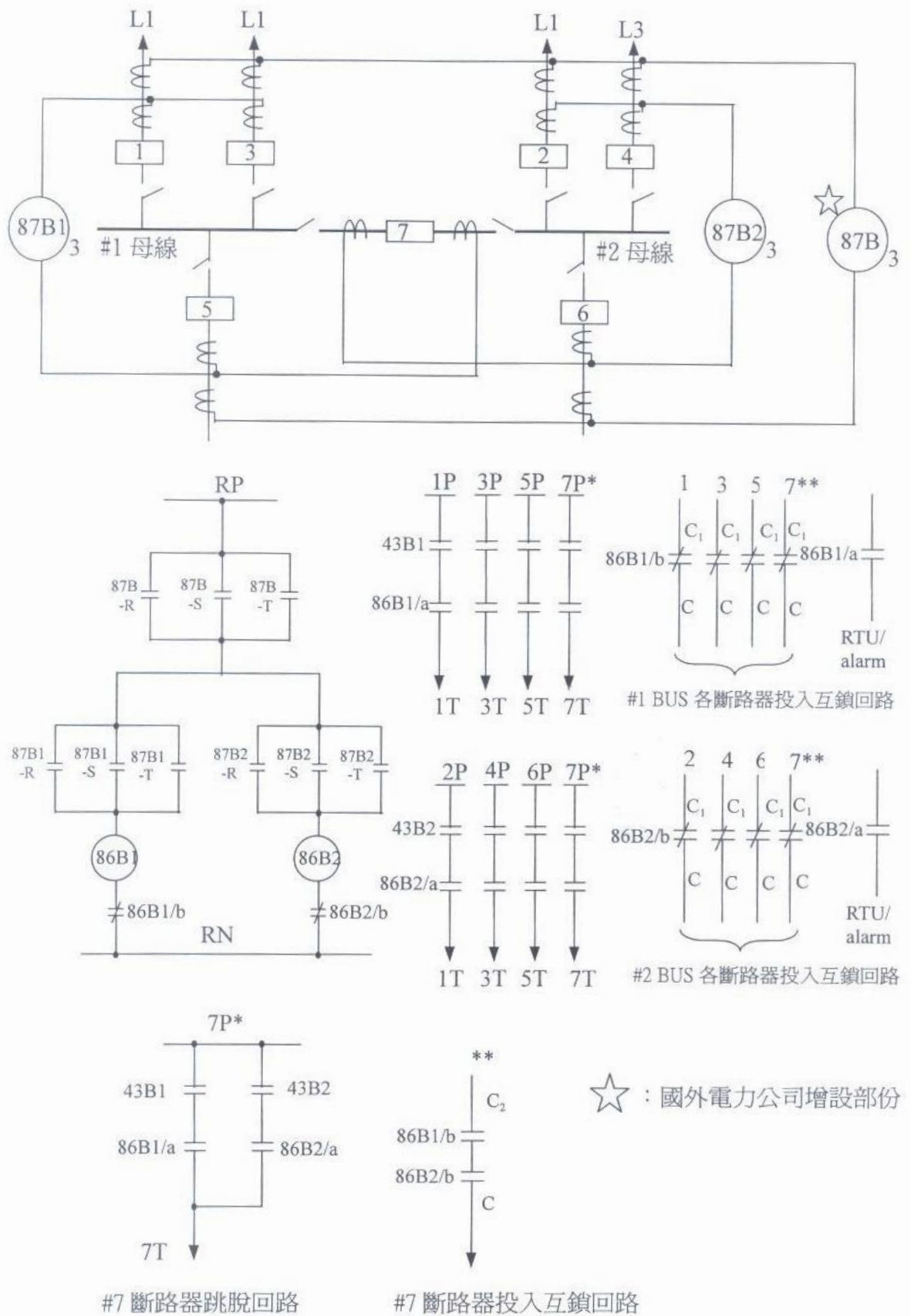


圖 6.多段式母線保護電驛跳脫及投入互鎖回路

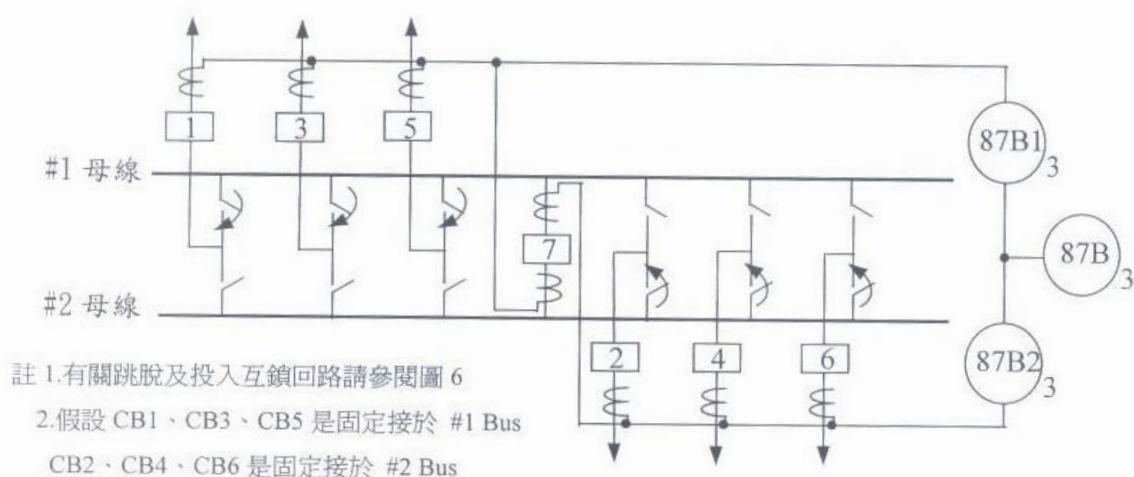


圖 7. 雙母線保護電驛跳脫及投入互鎖回路

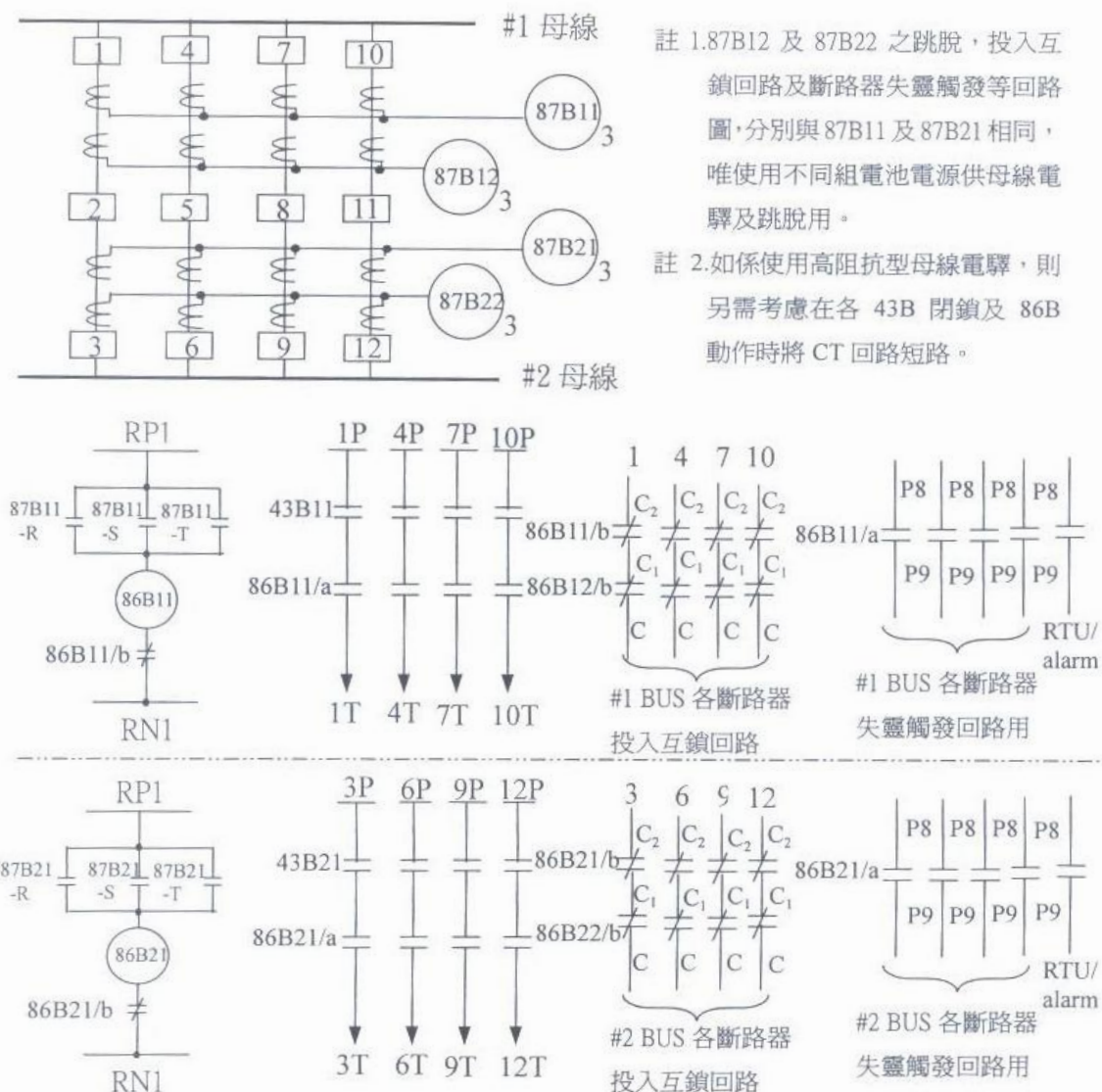


圖 8. 一個半斷路器母線方式保護電驛圖

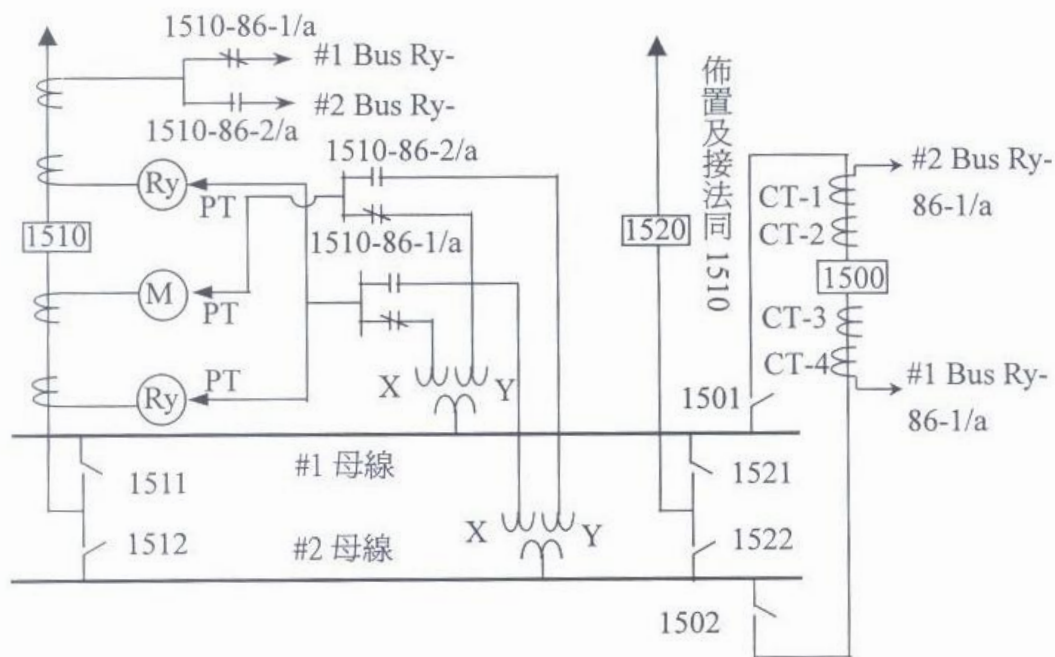
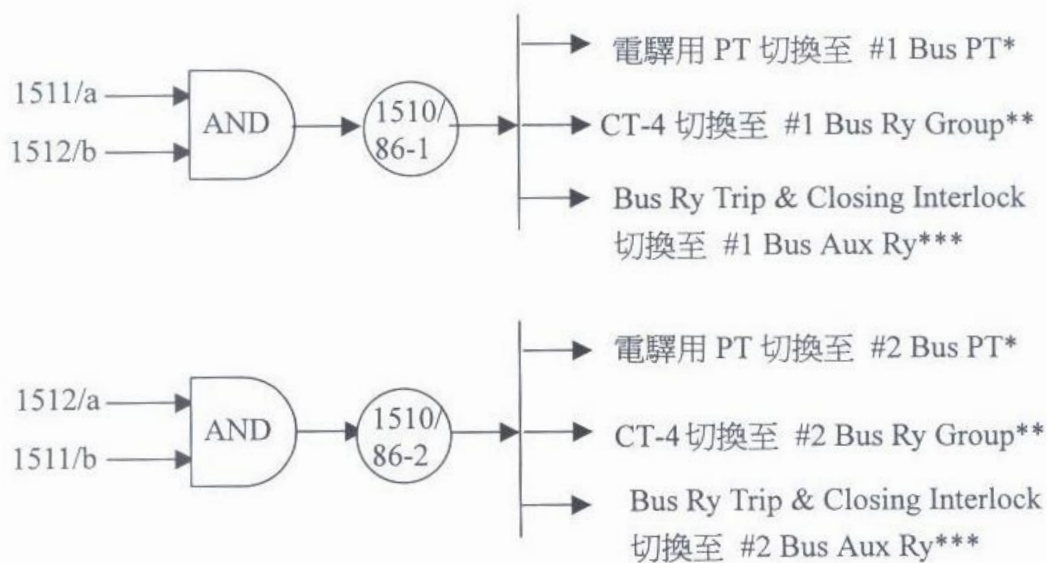


圖 9. 雙母線 CT、PT 自動化單線圖



* : 詳如圖 11 所示

** : 詳如圖 12 所示

*** : 詳如圖 13 所示

圖 10. 1510 自動切換邏輯圖例

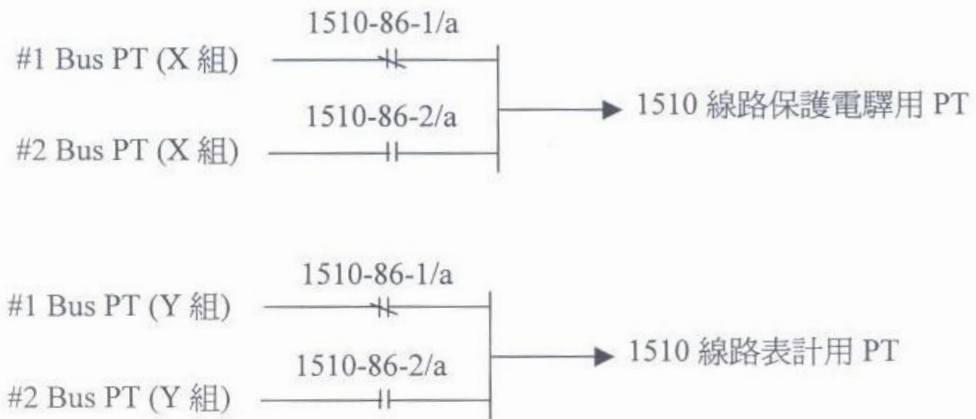
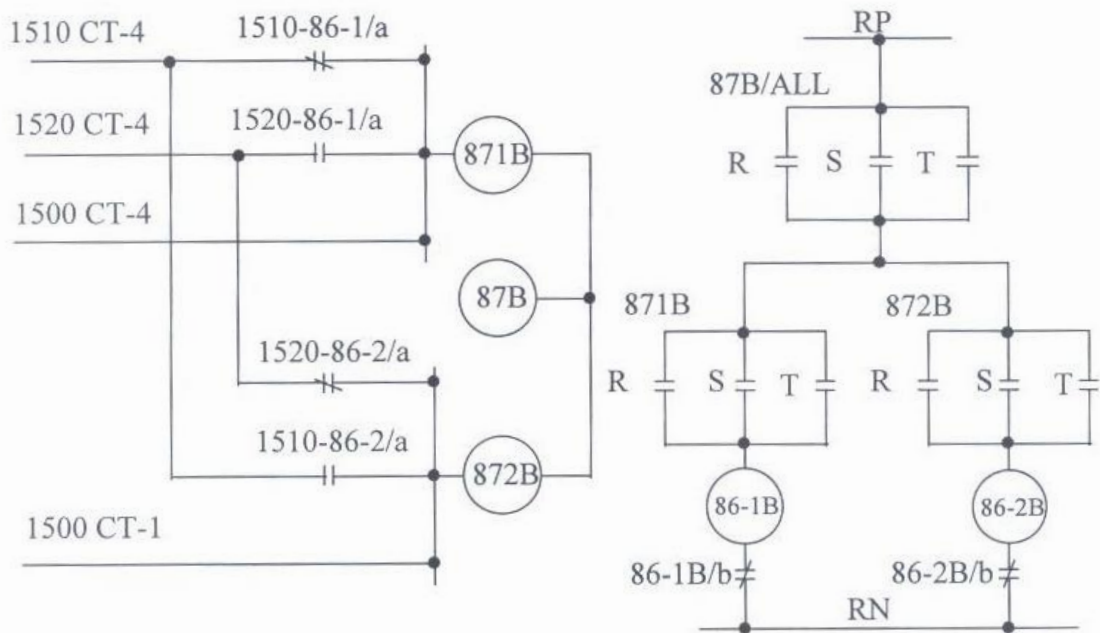


圖 11. PT 切換示意圖(單線圖)



註：1500 CT-4 及 CT-1 採固定接法毋需作切換

圖 12. CT 切換示意圖(單線圖)

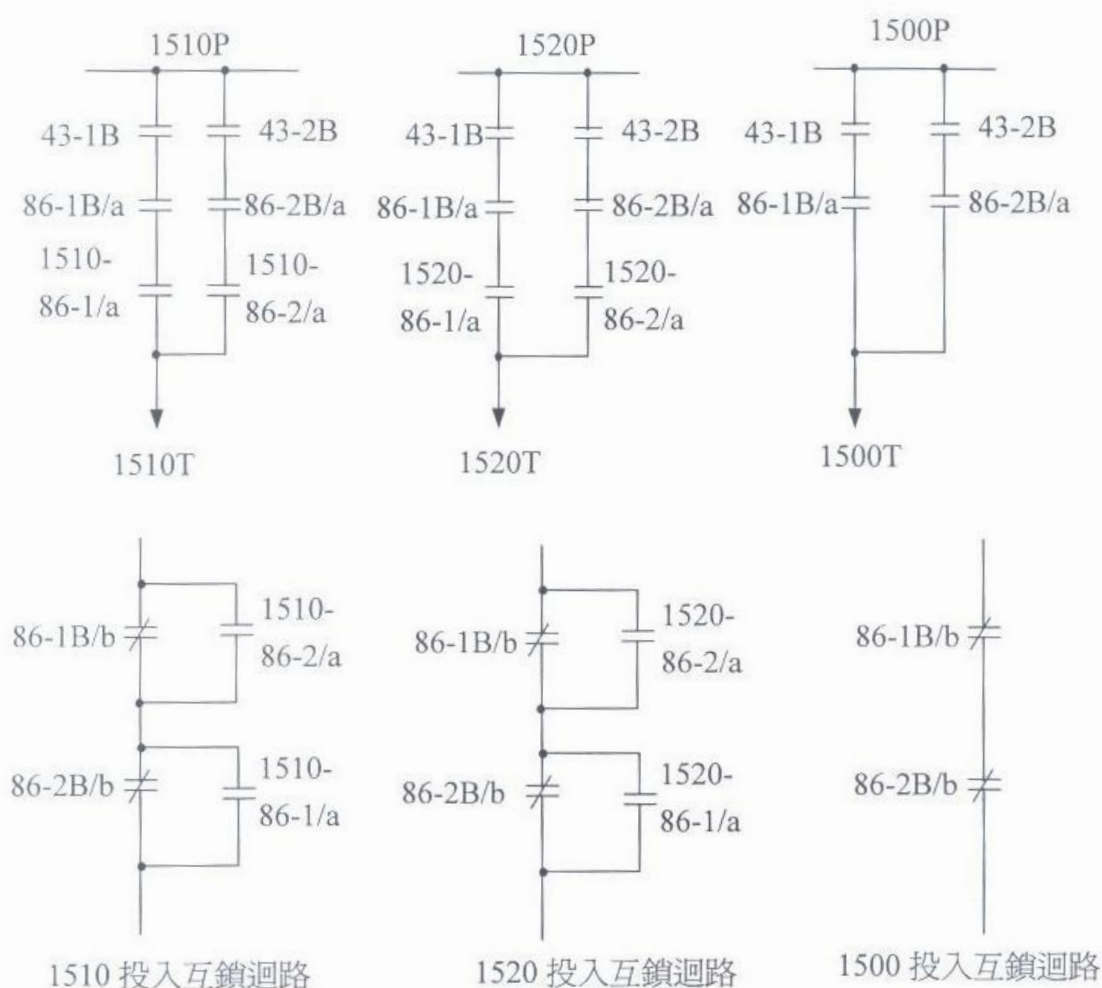
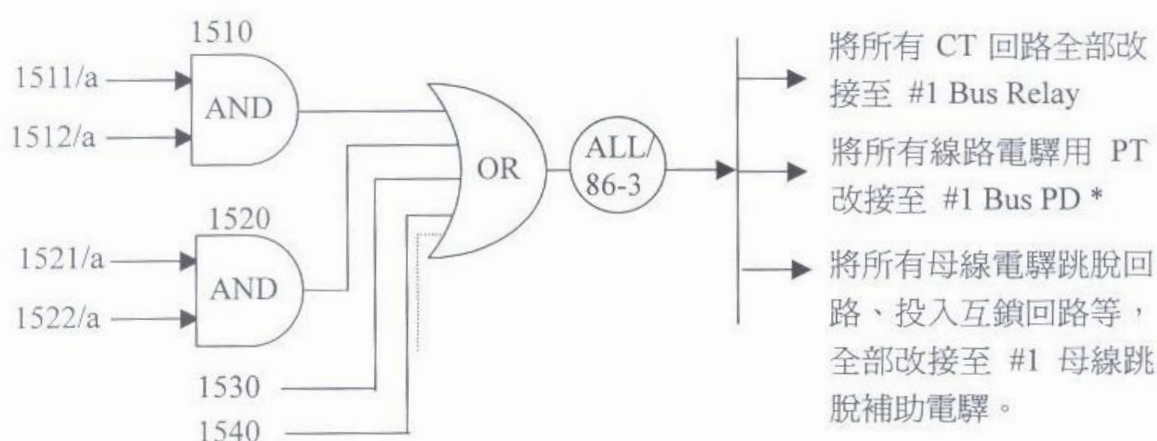


圖 13. 母線電驛跳脫及投入互鎖迴路示意圖



註：事實上此一動作可視為雙母線變成一單母線

*：詳如圖 15

圖 14：任一斷路器(連絡斷路器除外) #1 ABS 及 #2 ABS 同時投入之切換示意圖

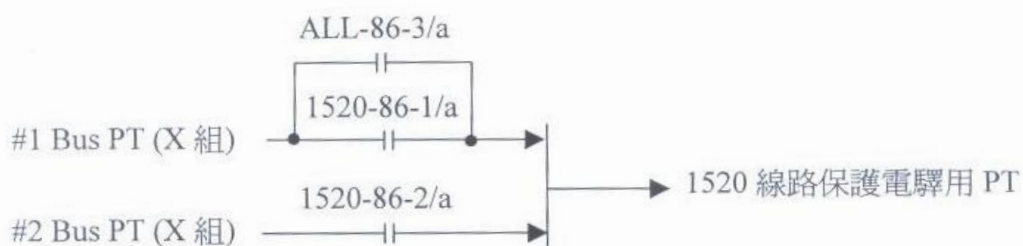
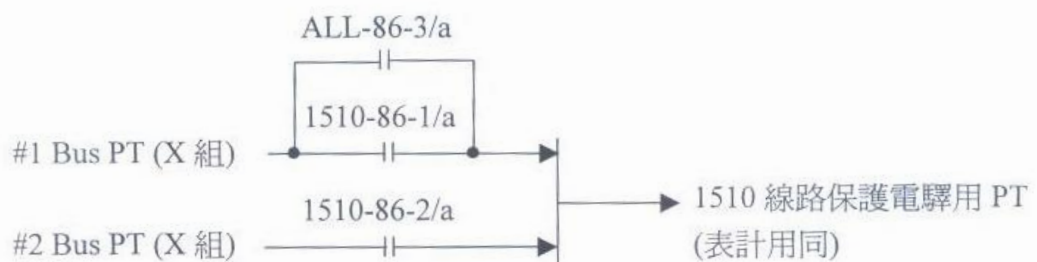


圖 15：圖 14 之 PT 切換回路改善圖

徵稿啓事

- 一、本刊歡迎有關電力系統及與保護電驛相關之論著、譯述或經驗談等文稿。
- 二、來稿文則自負，如係譯稿請附原文及著作權所有人之書面同意文件。
- 三、來稿請簡潔明瞭，並請以橫式稿紙正楷書寫（如能附電腦打字後之磁片更佳 Word 7.0）。
- 四、文章發表後，即致稿酬，版權歸本會刊所有。
- 五、除另有聲明外，本刊對來稿有刪改權，無論刊登與否，恕不退稿。