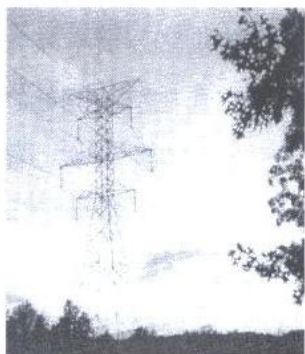




線路保護方式 方向比較 POTT

李河樟
台電電力調度處

一、前言

電力系統上所有電氣設備以輸電線路所佔比率最多，而且又大多暴露在屋外，因而故障機率相較於其他設備高出許多，而輸電線路故障如果沒有快速清除，可能造成電力系統崩潰。因此，對於輸電線路之保護也就顯得格外重要。

輸電線路的保護方式很多，一般均依其電壓等級、線路供電方式、線路長度及重要性等之不同，分別採取各種不同的保護方式。例如簡單的放射狀單回線供電之配電線路，通常使用過電流電驛即可達到保護的基本需求；而環狀或雙回路供電之線路，則至少須採用方向性過電流電驛；至於較高電壓等級的輸電線路，由於必須考慮系統穩定度及設備安全問題，一般都採用快速保護電驛，如測距電驛、副線電驛或電流差動電驛等；而超高壓輸電線路是電力系統的大動脈，對於事故的清除時

間要求更為嚴格，故必須使用兩套完全獨立的保護電驛系統，包括載波控制的固態式電驛或數位式電驛，或是數位式差電流電驛，及測距後衛保護電驛。

一般而言，過電流電驛因須與上下游保護電驛協調，無法達到快速保護的目的；而測距電驛因須考慮比流器、比壓器以及其他各種可能的誤差，其第一區間之保護範圍無法涵蓋被保護線路的全部，線路兩端各有 10%~20% 被排除在快速保護之外。另外，如果線路太短，則第一區間保護範圍之設定也有實際上的困難。因此，為達到被保護線路百分之百快速保護的要求，而研發出所謂的載波保護方式（pilot protection scheme）。本文所稱的載波保護方式，是泛指利用通信頻道控制保護電驛動作的方式，而非單指電力線載波（power line carrier）保護方式。此種保護方式是將測距電驛的動作範圍設定超過被保護線路的端點，再藉由通信媒體相互傳遞訊息，

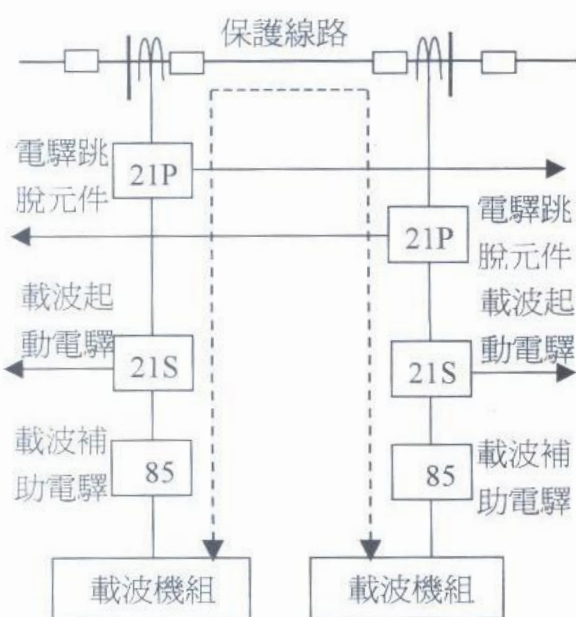
判斷事故點是否在保護範圍之內，以決定應不應該跳脫，而達到被保護線路全線段百分之百快速、正確的保護。

二、載波保護之方式

載波保護隨著通信頻道的種類，以及保護電驛配置等的不同組合，較常被運用的有下列數種方式：

1. 閉鎖方式

載波電驛要動作必須本端電驛之跳脫元件動作，且在跳脫開始之前不能收到從對方端傳來的閉鎖訊號。此種保護方式的基本電驛架構如圖一所示，載波電驛跳脫不需要任何通信頻道的訊號，故其可靠性較高，但相對的安全性較低，容易因閉鎖不良而致電驛誤跳脫。



圖一、載波控制閉鎖方式基本架構圖

2. 跳脫方式

本保護方式載波電驛跳脫必須本端電驛之跳脫元件 21P 動作，且在跳脫開始之前，接收到對方端傳來的允許跳脫訊號，21P 動作同時促使發訊機送出允許跳脫訊號。此一方式僅需要跳脫元件，不需要閉鎖元件（載波閉鎖訊號起動元件）。

本方式因必須在電驛跳脫開始之前，收到對方的允許跳脫訊號，載波電驛才會跳脫，故其安全性較高。但通信頻道偶會因某些因素而致無法收到允許跳脫訊號，造成事故時載波電驛無法跳脫，故其可靠性較低。

3. 混合方式

本保護方式在電驛跳脫元件 21P 動作時，同時起動發訊機送出允許跳脫訊號，並在收到對方傳來的允許跳脫訊號時跳脫。但是如果有一端之動作元件 21P 未動作（就不會送出允許跳脫訊號），且閉鎖元件 21S 電驛亦未動作（表示並非外部故障）時，則該端之受訊機收到允許跳脫訊號之後，立即從此端發訊機送出允許跳脫訊號，稱為『回送』訊號（echo keying）。此種保護方式包括跳脫元件及閉鎖元件（詳如表一），適用於有一端為弱電源的輸電線路保護。

三、載波保護方式類別

上述較常應用的載波保護方式包括：

閉鎖方式、跳脫方式及混合方式等三種，其中閉鎖方式又可分為『停—送電力線載波』(OFF—ON power line carrier)、頻率轉換FSK(frequency shift keying)閉鎖方式及FSK非閉鎖方式三類；跳脫方式又可分為FSK跳脫方式及FSK非閉鎖方式兩類；混合方式亦可分為FSK跳脫方式及FSK非閉鎖方式兩類。一般在保護電驛運用上，最常使用者為跳脫方式與閉鎖方式兩類，混合方式通常僅在有一端為弱電源端或其他較為特殊的線路上使用。各種保護方式所需之電驛元件及配合的通訊頻道，詳如表一所示。茲將動作原理分述如下：

1.跳脫方式--FSK跳脫方式

允許超範圍設定跳脫方式POTT(permissive overreach transfer trip)，在正常狀態下訊號發訊機送出監視頻率(guard frequency)的訊號；當電驛跳脫元件動作時，促使發訊機送出訊號的頻率轉換為跳脫頻率(trip frequency)。如果通信頻道故障，則載波電驛跳脫功能將自動閉鎖（通信頻道恢復正常後，載波電驛跳脫功能自動復原）。在受訊機接收到跳脫頻率的訊號（允許跳脫訊號）時，載波電驛允許跳脫（但不一定會跳脫，要看本端的電驛跳脫元件21P是否動作，如有動作即可跳脫）。此種保護方式如果通信頻道不良時，會自動閉鎖載波電驛跳脫功能。

2.跳脫方式--FSK非閉鎖方式

POTT允許超範圍設定跳脫方式在正常狀態時，發訊機送出監視頻率的訊號，當電驛跳脫元件動作時，促使發訊機送出訊號的頻率轉換為跳脫頻率。如果因為被保護線路事故，使得通信頻道因訊號過度衰減而故障時(因通信頻道使用電力線載波，而故障相恰為頻道使用之通路)，在一極短的時間之內（約150毫秒），如果電驛跳脫元件動作仍允許跳脫，但在這一極短暫的時間過去之後，即被視為通信頻道異常，而將自動閉鎖載波跳脫功能。

3.閉鎖方式--停—送電力線載波

在正常狀態時，通訊頻道上無訊號傳送；當電驛閉鎖元件動作時，起動載波機組之發訊機發送訊號；在電驛跳脫元件動作時，迫使發訊機停止訊號發送。被保護線路各端之載波電驛，由各自配置的載波受訊機之輸出訊號，閉鎖載波電驛跳脫功能，在電驛跳脫元件沒有收到閉鎖訊號的情況下（內部故障或是通頻道故障等），則線路各端之電驛跳脫元件，各自獨立執行其跳脫動作。

4.閉鎖方式—FSK跳脫方式

在正常狀態時，發訊機送出跳脫頻率之允許跳脫訊號；電驛閉鎖元件動作時，使發訊機發送之訊號轉換為監視頻率。對於保護線路外之故障，線路一端（故障點

在其動作元件設定範圍之內)的發訊機仍維持平常正常狀態下的跳脫頻率訊號，而另一端(故障點在載波電驛跳脫元件 21P 的背後)電驛閉鎖元件 21S 動作，促使發訊機由跳脫頻率轉換為監視頻率。收到跳脫頻率的一端，允許該端載波電驛跳脫。此種保護方式如果通信頻道不良時，會自動閉鎖載波電驛跳脫功能。

5.閉鎖方式—FSK 非閉鎖方式

在正常狀態時，發訊機送出跳脫頻率之允許跳脫訊號；電驛閉鎖元件動作時，促使發訊機發送之訊號轉換為監視頻率。對於保護線路外之故障，可能線路一端之電驛動作元件動作，使發訊機維持平常正常狀態下的跳脫頻率訊號；而另一端(故障點在載波保護電驛的背後)的電驛閉鎖元件動作，促使發訊機由跳脫頻率轉換為監視頻率。如果因為被保護線路事故，而使得通信頻道因訊號過度衰減而故障時，在一極短的時間之內(約 150 毫秒)，如果電驛跳脫元件動作，仍允許跳脫，但在這一極短暫的時間過去之後，即被視為通信頻道異常，而將自動閉鎖載波跳脫功能。此種保護方式收到跳脫頻率的一端，允許該端載波電驛跳脫，如果通信頻道不良時，會自動閉鎖載波電驛跳脫功能；頻道恢復正常時，載波跳脫功能自動復原。

6.混合方式—FSK 跳脫方式

在正常狀態時，發訊機送出監視頻率之訊號，當電驛跳脫元件動作時，促使發訊機發送之訊號轉換為跳脫頻率。此保護方式對於保護線路內部故障，電驛跳脫元件動作，且受訊機收到跳脫頻率訊號時，載波保護電驛快速跳脫；通信頻道不良時，會自動閉鎖載波電驛跳脫功能；頻道恢復正常時，載波跳脫功能自動復原。當受訊機收到允許跳脫訊號，且本端無閉鎖訊號輸出時(往後看之電驛閉鎖元件未偵測到故障)，將促使發訊機『回送』跳脫訊號 100~150 毫秒。

7.混合方式—FSK 非閉鎖方式

在正常狀態時發訊機送出監視頻率之訊號，當電驛跳脫元件動作時，促使發訊機發送之訊號轉換為跳脫頻率。當受訊機收到允許跳脫訊號，且本端無閉鎖訊號輸出，將促使發訊機回送跳脫訊號 100~150 毫秒。通信頻道不良時，會自動閉鎖載波電驛跳脫功能；頻道恢復正常時，載波跳脫功能自動復原。如果因為被保護線路事故，使得通信頻道因訊號過度衰減而故障時，在一極短的時間之內(約 150 毫秒)，如果電驛跳脫元件動作，仍允許跳脫，但在這一極短暫的時間過去之後，即被視為通信頻道異常，而將自動閉鎖載波跳脫功能；頻道恢復正常時，載波跳脫功能自動復原。此種保護方式收到跳脫頻率的一端，允許該端載波電驛跳脫。

表一、各種保護電驛方式電驛元件與控制
頻到道組合特性一覽表

電驛方式		跳脫 方式		閉鎖方式				混合 方式
頻 道		FSK 跳 脫	FSK 非 閉 鎖	停-送 電力 線載 波	FSK 跳 脫	FSK 非 閉 鎖	FSK 跳 脫	FSK 非 閉 鎖
	跳脫	●	●	●	●	●	●	●
	閉鎖			●	●	●	●	●
平常發 送訊號	跳脫				●	●		
	監視	●	●				●	●
	無			●				
跳脫允 許條件 來源	收到跳 脫訊號	●			●		●	
	收到閉 鎖訊號		●*	●		●*		● *
回 送							●	●

註：*在失去訊號時短時間內允許跳脫或接
收到跳脫訊號時允許跳脫

◆沒有收到訊號時允許跳脫

四、保護電驛方式及頻道運用

載波保護電驛方式及頻道之運用，須配合電力系統各種條件選用，而每一種保護方式都各有其優缺點。故再選擇線路保護方式時，必須考慮線路所在系統的特質，參考以前的運轉經驗，審慎的決定保護電驛方式。保護電驛方式沒有所謂的好壞之分，只有恰當與否而已。茲將各種保護方式的特點分析如下：

1.『停—送電力線載波』閉鎖方式

使用『停—送電力線載波』之閉鎖方式時，對於任何內部事故，不管對方端電驛的跳脫元件是否動作，只要本端電驛偵測到保護範圍內的故障，跳脫電驛都將動作跳脫本端斷路器。此方式適用於有一端為弱電源的線路保護，通信頻道平常並無訊號，故無連續監視頻道的功能，萬一頻道有異常現象，將延續到人工測試或是自動測試時才會被偵測出。因此，此種方式容易因載波訊號閉鎖問題，引起電驛不必要的跳脫。

2.頻率轉換允許跳脫方式

此保護方式一般都使用微波通信頻道。如果使用電力線載波，可能會有內部故障時，因載波訊號過度衰減而致電驛無法快速動作的危險。如必須使用電力線載波，則應採用非閉鎖方式，且在保護電驛跳脫元件偵測到故障的同時，若發生通信頻道異常時，需要有一適度的允許跳脫時間，以補救此一缺陷。

3.頻率轉換允許跳脫方式

被保護線路兩端之電驛跳脫元件，必須同時偵測到故障才允許跳脫，故此種保護方式較為安全，不會有不該跳脫而跳脫的情況，適用於線路兩端均有足夠的故障電源。但其缺點為通信頻道如果在線路事故的同時發生故障（線路事故的異常電壓

導致音頻設備或直流電源故障），則無法快速跳脫隔離故障。

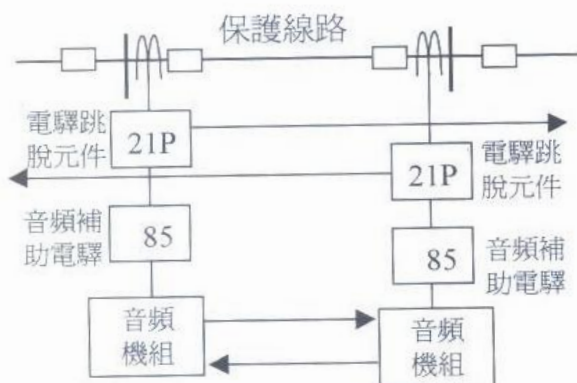
4. 混合方式

凡是線路一端之電源與另一端比較上極為微弱時，如果使用閉鎖方式，一旦線路發生故障，則強電源端將會快速跳脫，不會因另一弱電源端的電驛跳脫元件動作較慢而被延遲。為了使弱電源端電驛也能快速跳脫，可考慮使用附有弱電源端 (weak feed) 跳脫回路之混合方式。

五、POTT 保護方式

(一) 基本架構

POTT 保護方式至少須有下列主要元件：1. 頻道控制超範圍設定跳脫電驛 21P (含接地及相間測距電驛) 2. 用以監視測距電驛跳脫之瞬時過電流電驛或其他相關特性元件，以避免在喪失電壓源時，造成測距電驛誤動作；3. 音頻控制補助電驛 (audio tone auxiliary relay)；4. 音頻機組等，如圖二所示。



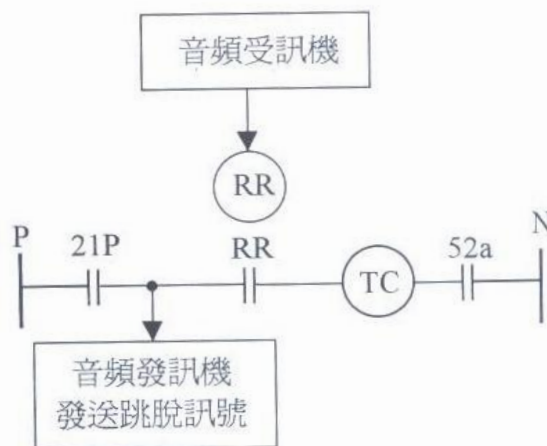
圖二、POTT 保護方式基本架構圖

(二) POTT 保護方式之運用

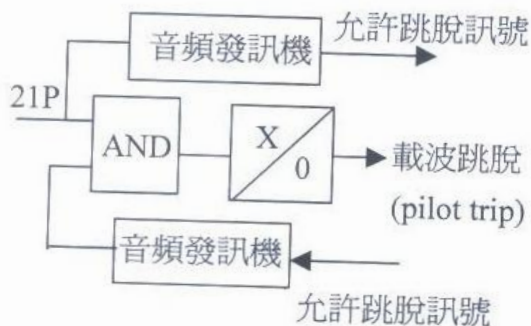
POTT 保護方式一般都使用音頻訊號控制，訊號可經由微波通信系統傳送，也可經電話線傳遞，使用頻率範圍約在 300~3500Hz 之間，線路兩端使用相同型式的音頻機組，兩端音頻發訊機所使用的頻率必須不相同。平常音頻訊號是以監視頻率傳送，以監視通信頻道是否正常。音頻發訊機是由 21P 經音頻控制補助電驛 85 控制其發送頻率的轉換。當線路發生內部故障時，21P 將動作促使音頻發訊機將頻率由監視頻率轉換為跳脫頻率，即允許跳脫訊號，傳送至對方端的音頻受訊機。

(三) POTT 動作原理

1. 保護範圍內發生故障 (相間或接地) 時，電驛跳脫元件 (21P、21NP 或 85N) 動作，立即促使音頻發訊機從監視頻率轉換為跳脫頻率，並於音頻受訊機收到對方端傳來之允許跳脫訊號 (跳脫頻率知音頻訊號) 後立即跳脫斷路器，如圖三所示。

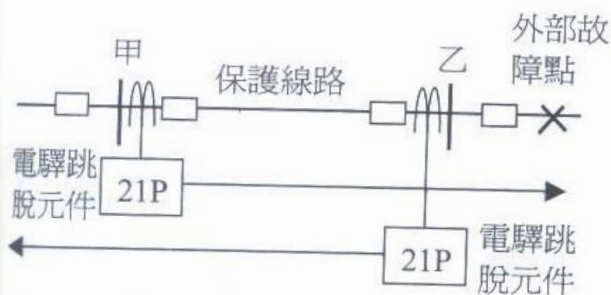


圖三 a、POTT 動作原理邏輯圖



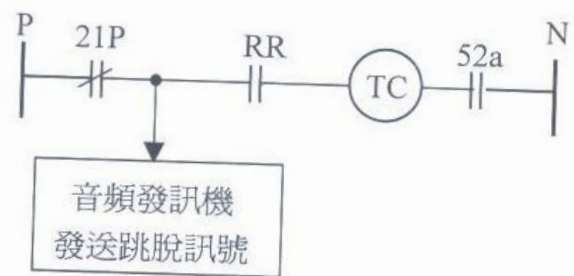
圖三 b、POTT 動作原理邏輯圖

2. 故障發生於次一線段之 50% 內 (21P 電驛設定範圍之內)，因屬於外部故障，鄰近故障點 (圖四之乙變電所) 的 21P 因屬背後故障，電驛不會動作，所發送之音頻訊號不會轉換為跳脫頻率，仍為監視頻率。本端 (圖四之甲變電所) 之 21P 電驛因可以偵測到故障，故會促使音頻發訊機將頻率轉換為跳脫頻率送至對方 (乙端) 之受訊機，乙端雖然收到允許跳脫訊號，但因其 21P 電驛未動作故不會跳脫。而甲端雖然是 21P 電驛動作，但因未收到允許跳脫訊號，故載波電驛也不會跳脫。

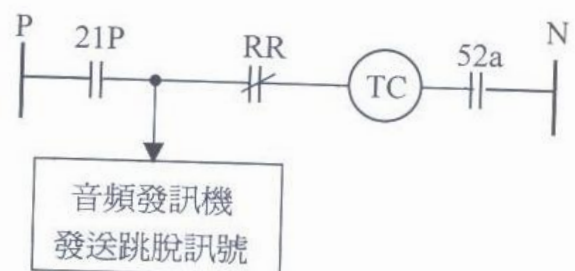


a. POTT 基本架構圖

圖四、POTT 動作原理邏輯圖



b. 外部故障時，甲變電所端 21P 動作，但 RR 因未收到允許跳脫訊號不會動作，故載波電驛不會跳脫。



c. 乙變電所端雖然 RR 因收到允許跳脫訊號而動作，但 21P 不會動作，故載波電驛不會跳脫。

圖四、POTT 動作原理邏輯圖

六、應用 POTT 保護方式須注意事項

1. 載波允許跳脫訊號延續問題

當線路發生故障 (保護範圍內)，兩端電驛跳脫元件 21P 動作，同時起動音頻發訊機送出允許跳脫訊號，當任何一端電驛快速跳脫，而在他端電驛尚未跳脫前電驛已經復歸，允許跳脫訊號停止發送，則可能引起他端載波電驛無法跳脫。為改善此一缺失，於載波起動回路上加入一訊號

延續邏輯，在跳脫電驛復歸之後，仍可持續發送允許跳脫訊號 100~150 毫秒，如圖五所示。

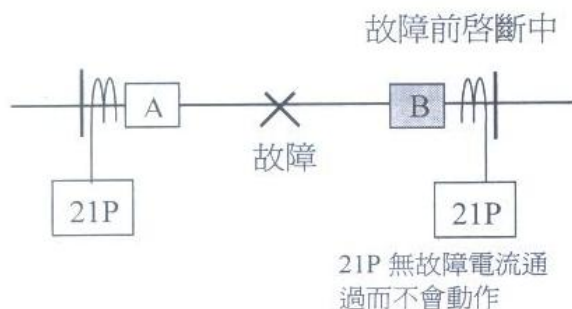


X：100~150ms 訊號延續時間

圖五、POTT 方式載波訊號延續邏輯圖

2. 載波訊號發送問題

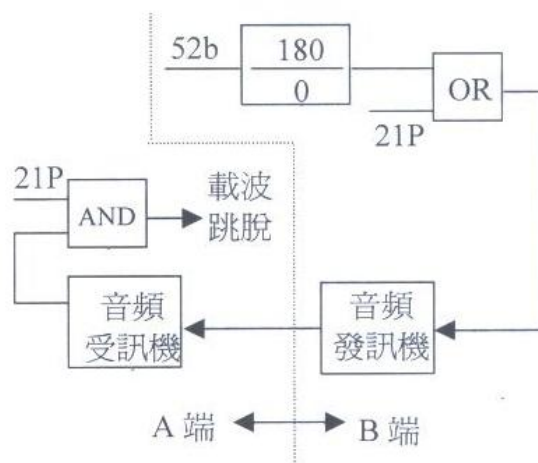
如圖六所示，線路 A-B 為一加壓線路，斷路器 B 經常啓斷中。當線路發生故障時，B 端 21P 電驛因無故障電流通過而不會動作，因此無法起動音頻發訊機送出允許跳脫訊號至 A 端。雖然 A 端 21P 電驛會動作，但無允許跳脫訊號，故無法跳脫斷路器。這是允許跳脫方式先天的缺陷，所幸尚有補救方法，其一為使用斷路器輔助接點 52b 控制，另一方法為使用訊號回送方式（回音）（echo keying），分別說明如下：



圖七、斷路器啓斷中之載波訊號起動問題

(1) 52b 接點控制方式

當一端之斷路器欲開啓狀態，線路故障時因無故障電流使 21P 電驛動作，故無法發送允許跳脫訊號。因此必須倚靠斷路器輔助接點 52b 的閉合，來起動發訊機發送允許跳脫訊號，如圖八所示。52b 接點與 21P 發訊機起動回路都可以促使發訊機送出允許跳脫訊號。但為考慮斷路器 B 可能是因為匯流排保護電驛動作而跳脫，如果立即送出允許跳脫訊號，將會導致 A 端 21P 不必要的跳脫。因此 52b 接點在起動發訊機之前，必須經過一適當的延時，有採用 180ms 者，亦有採用 250ms 者。



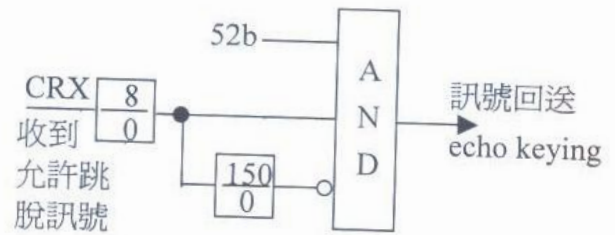
圖八、52b 載波起動控制回路

(2) 訊號回送方式

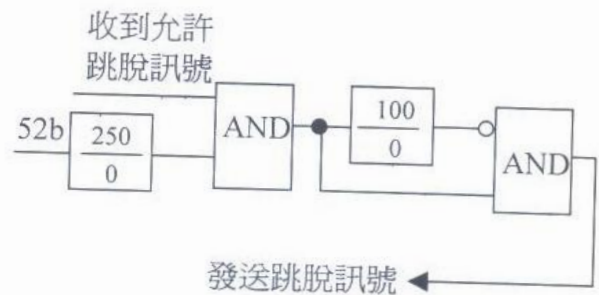
由圖八可以看出，只要 52b 接點閉合經過 180ms 之後，即起動發訊機發送允許跳脫訊號，並一直持續到 52b 接點開啓，這對於經常開啓的斷路器一端而言，發訊

機的啟動元件持續動作，對於該設備會有不良影響。實際應用上已發現多起案例，造成起動回路上，小型的快速 Read Relay 接點故障。音頻機組因要求先有監視訊號後有跳脫訊號，才視為頻道正常（guard before trip）。即受訊機所接收的訊號，必須先有約 500ms 的正常監視訊號，然後再有跳脫訊號才允許跳脫。如受訊機一開始即收到跳脫訊號，受訊機邏輯回路即判定為訊號異常而發出警報，並自動閉鎖跳脫功能。如果 52b 持續發送允許跳脫訊號，當其直流電源因故被中斷後（斷路器啓斷中，很容易被誤認為停用而切斷其直流電源），即使再度恢復直流電源（電源一旦正常，立即送出跳脫頻率之訊號），對方端之音頻受訊機仍視為頻道異常，載波電驛仍無法跳脫。

由上述分析，52b 接點不宜持續發送允許跳脫訊號，必須增加一訊號回送回路。如圖九所示，在邏輯迴路上有一 52b 輸入，使訊號回送回路，僅在事故之前斷路器即已開啓之一端才能發揮效用。當線路發生內部故障，A 端 21P 電驛動作使得其發訊機送出允許跳脫訊號，B 受訊機收到對方傳來允許跳脫訊號經 8ms 之後（確認不是雜訊），起動發訊機回送允許跳脫訊號 150ms（有些電驛系統採用 100ms 如圖十所示）至 A 端，A 端利用此一回送的允許跳脫訊號，配合 21P 電驛動作在 150ms 內跳脫。



圖九、斷路器開啓訊號回送控制回路

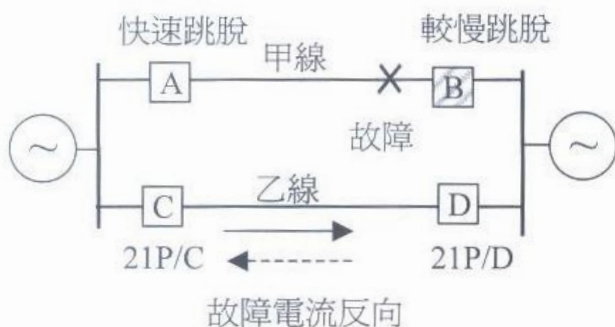


圖十、52b 訊號回送邏輯回路圖

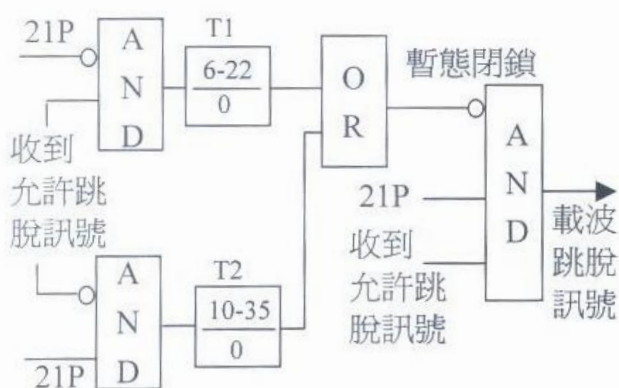
3.故障電流反向

共架的平行兩回線或環路系統，如圖十一所示，當故障發生於甲線靠近 B 端，流經乙線的故障電流方向為從 C 至 D。因故障靠近 B 端，所以第一區間測距電驛先跳脫斷路器 B，當斷路器 B 跳脫後，流經乙線的故障電流將反向，如圖中虛線箭頭所示。此一現象稱為故障電流反向(current reversal)。故障電流反向現象，不管是在閉鎖方式或是在允許跳脫方式，都有可能在甲線故障隔離過程中，引起乙線電驛的誤動作。為防止此一可能引起電驛誤動作，其對策是在載波跳脫回路中增加暫態閉鎖

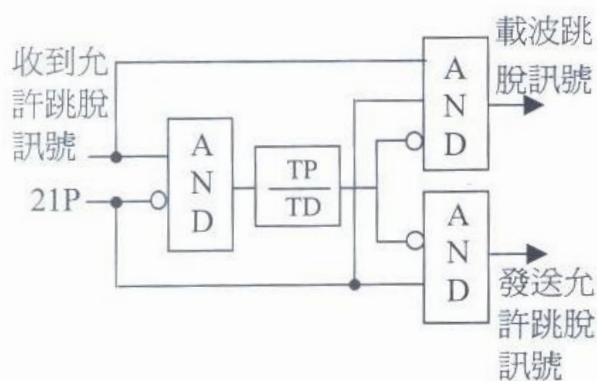
邏輯，載波電驛動作時間，必須與訊號傳遞時間加以適當協調，如圖十二所示，(a)、(b)兩圖是不同電驛的設計理念，特供參考。



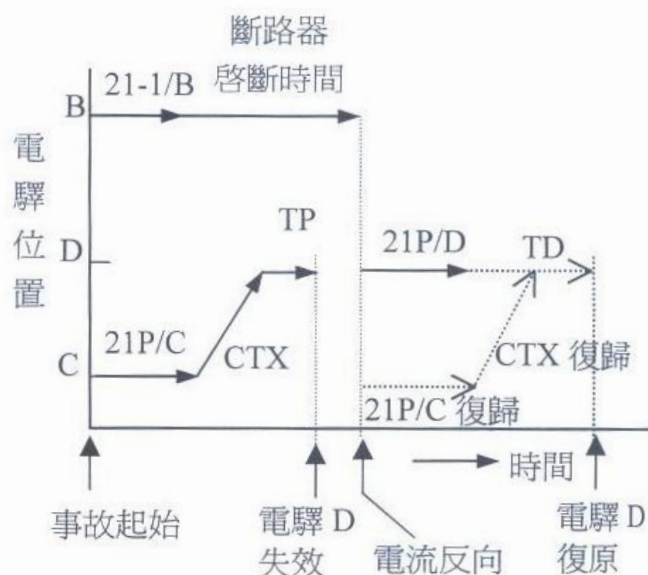
圖十一、故障電流反向現象



圖十二、(a)反向閉鎖邏輯之一



圖十二、(b)反向閉鎖邏輯之二



圖十二、(c) POTT 電流反向時電驛動作順序圖

電流反向效應如不考慮線路兩端正序與負序不同強度時（即一端為強正序、弱負序電源，另一端為弱正序、強負序電源），則只有在 21P 設定值超越平行線路的 50% 以上時才會發生，否則當甲線故障時，如果 21P/C 可以偵測到故障，則在斷路器 B 跳脫後電流反向時，21P/D 應該偵測不到故障，就不會有電流反向效應。根據圖十二 (c) POTT 方式電流反向電驛動作順序圖，茲分析如下：

(1) 事故發生初始，除了 A、B 兩端電驛均應動作之外，根據圖十一之故障電流方向，21P/C 電驛動作並送出允許跳脫訊號至 D，D 雖收到允許跳脫訊號，但因電驛

21P/D 未動作，故不會跳脫。經過 TP 時間（如 18ms）後，21P/D 跳脫功能即被『閉鎖』，同時亦『禁止』送出允許跳脫訊號。

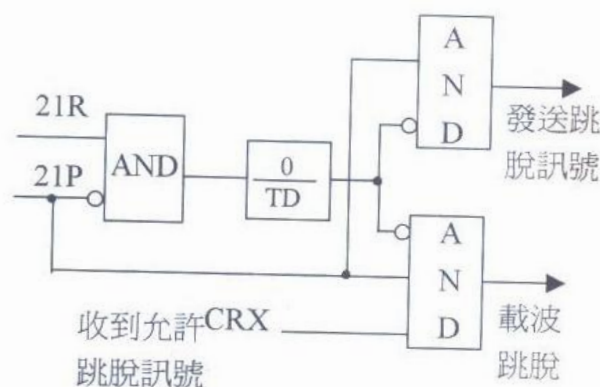
(2)此一禁止、閉鎖之效力持續到斷路器 B 跳脫，故障電流發生反向現象，而使 D 端之 21P/D 電驛動作，C 端之 21P/C 電驛復歸，C 端因而停止發送允許跳脫訊號。

(3)如果 21P/C 電驛復歸較慢，在加上通信頻道之復歸時間，可能引起 21P/D 電驛誤跳脫。因此必須加入一協調時間 TD，以延遲 21P/D 跳脫功能『閉鎖』的時間。

(4) TD 應大於 21P 復歸時間與通信頻道復歸時間之和，一般設定為 $TD = 35ms +$ 通信頻道最大復歸時間(8~12ms)。

(5)TP 的時間設定不能太長，否則就失去反向閉鎖的功能；但也不能設定太短，否則在甲線發生故障隨後乙線又發生故障時，21P 將無法快速跳脫。一般設定 $TP = 30ms -$ 通信頻道復歸最短時間(8~12ms)。

(6)如果考慮特殊系統狀況的故障電流分佈，為了更安全起見，可以 21P 的跳脫邏輯上，增加一 21R 反向閉鎖元件，其跳脫邏輯如圖十四所示。



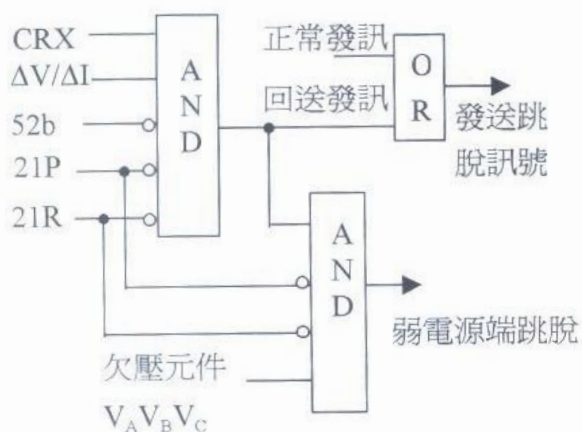
$TD = 35ms +$ 通信頻道最大復歸時間(8~12ms)
約 50ms

圖十四、反向第三區間電流反向閉鎖邏輯圖

4.POTT 在弱電源端線路保護應用

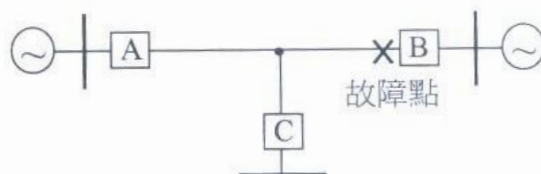
所謂線路之弱電源端，是表示在線路故障時，該端無法提供足夠的故障電流使 21P 電驛動作。有些線路在平常看似強電源端子，但在某些系統結構改變情況下，可能成為弱電源端，必須事先加以考量。如圖十三所示，平行雙回線的負載端，在兩回線都存在時為強電源，但如果其中一回線停用或跳脫之後，另一回線即成為弱電源端。因為線路兩端電源組合的不同，在設計保護電驛系統時，除了考慮相間故障是否為弱電源端之外，也要考量接地故障電流的分布情形，否則會造成保護上的缺陷。

對於弱電源端 POTT 保護方式的對策是，加入弱電源跳脫邏輯，增加反向測距電驛第三區間 21R 及欠電壓元件，如圖十五所示。



圖十五、弱電源端跳脫及訊號回送邏輯

縮減，往往造成內部故障無法快速清除，而引發系統上其他的連鎖效應。因此，除非有良好的通信頻道可供差電流電驛使用，否則在系統上應避免使用三端子線路。



圖十六、三端子線路保護問題

5. POTT 方式應用於三端子線路保護

POTT 保護方式對於內部故障的跳脫，必須要收到遠端傳來之允許跳脫訊號。因為使用於三端子線路，故必須同時收到其他兩端之不同頻率的允許跳脫訊號，21P 才可以跳脫。如圖十六，故障發生在保護範圍之內，如果三端 21P 都可偵測到故障，則三端均快速跳脫應無問題；但是如果故障點靠近 B 端，則因故障電流匯入的影響可能僅有 B、C 端的 21P 電驛偵測到故障，A 端的 21P 電驛偵測不到故障，B 端僅收到 C 端的允許跳脫訊號，無法收到 A 端的允許跳脫訊號，故 B 端的 21P 電驛不會跳脫。同樣道理 C 端的 21P 亦電驛不會跳脫；A 端的 21P 電驛不會動作更不可能跳脫。

因此三端子線路如果使用 POTT 方式，對於內部故障可能無法快速清除。就算使用一般的測距電驛，其第一區間亦會因故障電流匯入的影響，而使其保護範圍大為

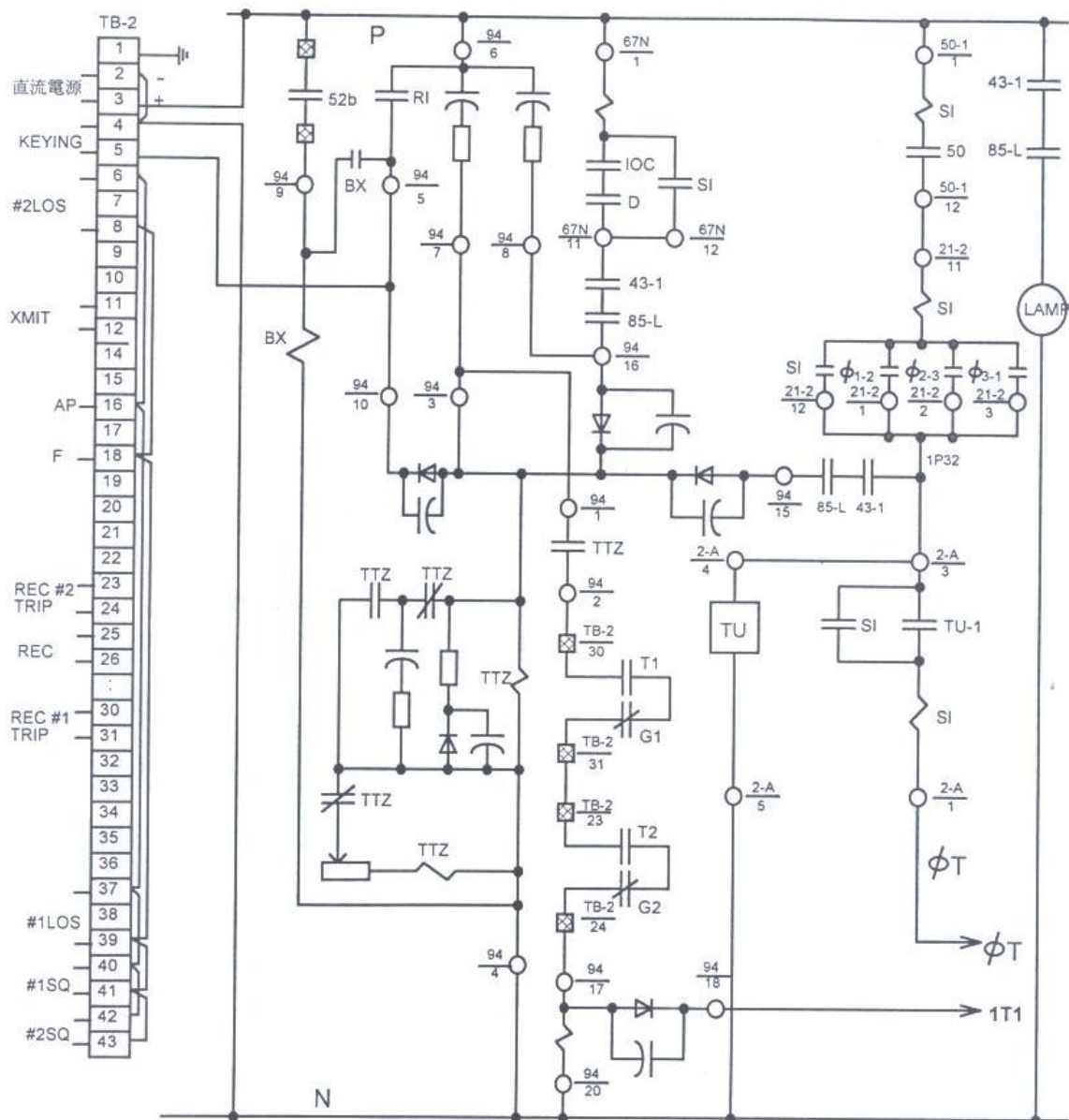
七、結論

就目前既有保護電驛技術層次而言，線路保護方式大致上可分為非載波系統、載波系統及副線保護電驛系統，POTT 方式是載波系統之方向比較方式中之一類，不過因其具有較高的安全性，而成為最常用的保護方式之一。本文提到 POTT 要完成載波跳脫，必須要收到允許跳脫訊號，故其安全性較高；如果使用方向閉鎖方式，則只要本端 21P 電驛偵測到故障即可跳脫，不需要任何載波訊號，故其可靠性較佳。但從另一角度來看，POTT 方式如果訊號異常，則載波電驛將無法快速跳脫，故其可靠度較差；方向閉鎖方式則可能因閉鎖訊號異常，而導致載波電驛誤動作，其安全性不如 POTT 方式。

事實上，不管使用何種保護方式，包括閉鎖方式、非閉鎖方式、POTT 方式及

PUTT 方式等，都各有其優、缺點。故在應用上應配合線路所在系統的特性詳加評估，並參考以前的運用經驗，在安全與可靠之間求取最佳平衡點。如果保護上需要兩套主保護電驛，最好兩套採用不同的保護方式，已達到互補的效果為。為使讀者對於 POTT 方式之應用有更進一步之認識，特錄兩種使用多年之保護方式動作程序圖

供參考，圖十七為 POTT 運用傳統機電式電驛之方式，圖十八為 POTT 配合靜態式電驛 OPTIMHO LFZP 之運用方式。當然尚有許多類型的數位式電驛，包括 MDAR、LDP、MXL1E、REL-321...，亦配合 POTT 保護方式應用於輸電線路保護，限於篇幅本文無法一一介紹。



圖十七、POTT 配合傳統機電式電驛運用方式實例圖

