

輸電線路之方向比較保護系統

■羅隆和

壹·前言

輸電線路為電力傳輸之路徑，在電力系統上，扮演相當份量的角色。其保護方式依電壓等級及其重要性而有所不同，一般分段測距電驛在第一區間保護上有其盲點，無法完全快速清除故障，線路部份線段之保護只好靠後衛電驛，但後衛電驛因必須考慮協調問題，故需要延時而延緩跳脫；而方向比較保護系統正好彌補這個缺失，可提供輸電線路全線段百分之百且快速清除故障的保護，快速清除線路故障的好處有：

- 1 · 避免輸電導線的燒毀，減少線路受損的機率。
- 2 · 提升電力系統的瞬間穩定度。
- 3 · 快速跳脫可搭配快速復閉電驛，如果復閉成功，可以提高瞬間穩定度，縮短停電時間，改善系統負載電壓。

貳·方向比較保護系統之分類

- 1 · 方向比較閉鎖系統
- 2 · 方向比較非閉鎖系統
- 3 · 允許越區轉換跳脫系統 (Permissive Overreach Transfer Trip—POTT)
- 4 · 允許或非允許欠區轉換跳脫系統 (Permissive Underreach Transfer Trip—PUTT)

參·方向比較閉鎖系統

如圖一所示，每一端站之相間或接地跳脫元件 (P) 必須具有方向性且其標置值必須設定越過對方端，一般測距元件設定為120%至150%線路長度值，實際應用採150%居多，啟動元件 (S) 必須設定比對方端之跳脫元件 (P) 更遠或更靈敏，因此S1必須比P2、S2必須比P1靈敏。一般啟動測距元件設定為向後看，其標置為200%線路長度值，同時S與P必須為同型式之電驛，例如跳脫元件為方向性過電流接地電驛，則啟動接地電驛也必須為同型式之非方向性過電流元件。

方向比較閉鎖系統之波道控制，一般使用單一頻率之『送—停』電力線載波機組（ON-OFF Power Line Carrier），平時或內部故障時，沒有載波信號被啟動或傳送；一旦發生外部故障，啟動元件（S）動作，啟動載波機組，經由輸電線傳送信號至對方端，以閉鎖對方端之跳脫回路。

方向比較閉鎖系統之動作分析

	G端	H端
外部故障	P1動作	P2不動作
	S1可能動作或不動作。	S2動作（啟動載波機組）
	接收H端送來之閉鎖信號。	發射閉鎖信號至G端。
	FE RR電驛接點開或（AND閘之S=1）	
	閉鎖跳脫	因為P2不動作，不會跳脫
內部故障	P1動作	P2動作
	S1可能動作或不動作	S2可能動作或不動作
	P1動作會停止（Stop）自身載波機組的發射	P2動作會停止（Stop）自身載波機組的發射
	RR電驛接點仍閉合中	RR電驛接點仍閉合中
	跳脫斷路器1	跳脫斷路器2

討論事項：

中華民國八十四年十一月

1. 當外部故障時，載波機組本身亦發生故障，或載波機組無法正常啟動，將發生多跳現象。
2. 載波機組平時不啟動，無法確知載波機組是否處於正常狀態，一般要在外部故障發生多跳事件後，經測試後方知載波機組之功能異常。因此，為確保載波機組隨時均能正常運作，平時兩端載波機組需勤於對試，或安裝自動測試裝置，以儘早發現並解決問題，確保電驛正確動作。

肆、方向比較非閉鎖系統

為確實使被保護線路發生故障時能得到百分之百的快速跳脫，方向比較非閉鎖系統之跳脫元件P，其測距元件標置必須超越對方端。一般測距元件之設定，與方向比較閉鎖系統者一樣，為線路長度120%至150%。在實際應用上以採150%居多，以確保內部故障時可以動作。此外，P元件動作時，會促使載波機組轉換成非閉鎖信號，傳送至對方端載波機組。

方向比較非閉鎖系統之波道傳送，一般使用頻率偏移電力線載波，平時載波機組傳送監視（閉

鎖) 信號, 以監控載波機組運轉是否正常, 一但輸電線路發生內部故障, 跳脫元件 (P) 動作, 同時啓動載波機組, 將頻率偏移到非閉鎖 (跳脫) 頻率, 傳送至對方端, 載波機組之發射功率, 在一般應用上, 監視信號爲1瓦特, 非閉鎖信號則爲10瓦特; 但亦有皆使用10瓦特功率者。

圖二爲簡單之非閉鎖信號接收邏輯圖, 茲分析其動作情況如下:

1. 在正常情況下, 閉鎖信號傳送於輸電線上, 兩端皆正常接收到閉鎖信號, 使OR-1之輸出爲0, 因此AND-1及AND-2之輸出皆爲0, 故OR-2不動作。
2. 傳送載波信號之輸電線路正好發生內部故障, 此時跳脫元件 (P) 動作並啓動載波機組, 閉鎖信號將被偏移成非閉鎖信號傳送至對方, 但由於輸電線路故障無法將信號傳送至對方, 因此信號中止, 接收機既

無監視信號亦無非閉鎖信號, 因此OR-1之輸出爲1, 且AND-1之輸出爲1, 動作計時器, 在計時器尙未計時完畢前, 其計時器之輸出仍維持爲0, 使AND-2及OR-2之輸出爲1, 動作RR電驛或提供一信號至跳脫回路AND之輸入端, 計時器計時完畢 (150毫秒) 後, 計時器輸出爲1, 使AND-2及OR-2之輸出爲0, 因此RR電驛將復歸, 或復歸跳脫回路AND之輸入信號。

3. 輸電線路 (非傳送信號之相) 發生內部故障, 如同第2點所述, 跳脫元件 (P) 將動作並啓動載波機組, 傳送非閉鎖信號至對方端, 使對方端接收非閉鎖信號, 此時OR-2之輸出爲1, 動作RR電驛或提供一信號至跳脫回路AND之輸入端。

方向比較非閉鎖系統動作分析

	G端	H端
外部 故障 FE	P1動作	P2不動作
	啓動載波機組使F1頻率偏移至非閉鎖頻率傳送至H端	載波機組F2頻率不偏移，仍傳送閉鎖信號至G端
	接收H端之閉鎖信號	接收G端之非閉鎖信號
	RR電驛不動作，其接點開啓或跳脫回路AND之UNBLOCK=0	RR電驛應動作，其接點閉合或跳脫回路AND之UNBLOCK=1
	閉鎖跳脫	因爲P2不動作故不會跳脫
內部 故障 FI	P1動作	P2動作
	啓動載波機組使F1頻率偏移至非閉鎖頻率傳送至H端	啓動載波機組使F2頻率偏移至非閉鎖頻率傳送至G端
	接收H端之非閉鎖信號或信號中斷	接收G端之非閉鎖信號或信號中斷
	RR電驛動作接點閉或跳脫回路AND之UNBLOCK=1	RR電驛動作接點閉或跳脫回路AND之UNBLOCK=1
	跳脫斷路器1	跳脫斷路器2

討論事項：

- 1、頻率偏移載波機組不良，或信號中斷，使接收機無法接收閉鎖及

非閉鎖信號，經 150 毫秒後，保護系統將自動閉鎖，無法快速跳脫。

- 2、頻率偏移載波機組正常，平時接收閉鎖信號正常，非閉鎖系統可避免不必要的多跳現象，其安全性相當高，只有在信號中斷150 毫秒內有多跳之可能發生。

- 3、頻率偏移載波機組正常，平時有閉鎖信號傳遞其間，可知載波機組之運作情形，無須特別花費人力作載波機組對試試驗。

- 4、當一端斷路器開啓時，利用其斷路器 52b 接點來啓動頻率偏移載波機組，傳送非閉鎖信號至對方端，以確保對方端於加壓狀態下發生故障時，可以快速動作，迅速清除故障。

伍、越區轉換跳脫系統 (POTT)

越區轉換跳脫系統其動作原理及標置之設定，與方向比較非閉鎖系統相類似，其主要差異在於：信號傳送媒體之不同，及不需要 150 毫秒之允許跳脫迴路。越區轉換跳脫系統，使用頻率偏移音

頻信號來相互傳遞信息，一般利用自有微波系統或租用電信局微波線路來傳送信號。接收機邏輯圖動作方式如圖4所示：

1. 正常情況下，接收機接收監視信號，而無跳脫信號，因此 AND-1無輸出。
2. 接收機接收之音頻信號為被偏移之跳脫信號時，則監視信號消失，使得AND-1有輸出，將動作圖五之RR電驛或AND輸入端有信號。
3. 當微波機組不良或波道有問題時，信號中斷，此時既無監視信號也無跳脫信息，因此AND-1無輸出，但此時150/150計時器因OR-1，OR-2動作而開始計時，經150毫秒後，計時器有輸出，動作警報器發出警報，提示值班人員波道出了問題，並且經AND-2而一直維持有輸出，直到波道恢復正常，且先接收監視信號，方能使計時器失勢，經150毫秒後（以確認此信號為真正的信號，並非仿真信號），其轉換跳脫系統方能恢復正常使用。

越區轉跳脫之動作分析（如圖五）

	G 端	H 端
外部故障	P1 動作	P2 不動作
	啓動音頻發射機使F1頻率偏移至跳脫頻率而傳送至H端	音頻發射機組F2頻率不偏移仍傳送監視信號至G端
	接收H端之監視信號	接收G端之跳脫信號
	FE RR電驛接點開或跳脫回路AND之音頻接收機=0	RR電驛動作接點閉或跳脫回路AND之音頻接收機=1
	閉鎖跳脫	因爲P2不動作故不會跳脫
內部故障	P1動作	P2動作
	啓動音頻發射機使F1頻率偏移至跳脫頻率而傳送至H端	啓動音頻發射機使F2頻率偏移至跳脫頻率而傳送至G端
	接收H端之跳脫信號	接收G端之跳脫信號
	FI RR電驛動作接點閉或跳脫回路AND之音頻接收機=1	RR電驛動作接點閉或跳脫回路AND之音頻接收機=1
	跳脫斷路器1	跳脫斷路器2

討論事項：

1. 越區轉換跳脫系統如同方向比較非閉鎖系統一樣，必須接收對方端傳送來的跳脫信號方能完成跳脫，因此其可靠性較方

向比較閉鎖系統差，但相對的其安全性又比方向比較閉鎖系統高。

2. 越區轉換跳脫系統，利用微波系統來傳送信息，並非利用輸電線路來傳送，因此輸電線路發生故障時，不會影響信號之傳遞，故不需要有150毫秒之允許跳脫迴路，以預防輸電線路故障時，故障相恰為傳遞信號路徑，而導致信號中斷無法跳脫。

陸·允許或非允許欠區轉換跳脫系統

允許或非允許欠區轉換跳脫系統，其波道使用與越區轉換跳脫系統相同，同樣是採用微波系統來傳遞信息。其方向性相間及接地跳脫元件（P）之標置值，必須設定在線路保護線段以內，不可超越對方端。當輸電線路發生內部故障時，至少一端之跳脫元件（P）必須動作；而外部故障時，兩端之跳脫元件（P）皆不可動作。

在一般應用上，相間及接地跳脫元件（P）使用測距電驛來加以應用，雖然方向性瞬時接地過電流電驛亦可使用於允許或非允許欠區轉換跳脫系統，但較少採用。非允許欠區轉換跳脫系統只要接收跳脫信號即可跳脫，因此容易引起不正確

的跳脫，一般較少採用。允許欠區轉換跳脫系統偵測元則須再附加一組相間及接地越區故障件（FD）來加以確認跳脫，以防止誤跳脫之發生。

允許欠區轉換跳脫系統（PUTT）動作分析（如圖六所示）

	G 端	H 端
外部故障 FE	P1不動作， FD1可能動作	P2不動作， FD2不動作
	無法啓動音頻發射機	無法啓動音頻發射機
	F1頻率不偏移	F2頻率不偏移
	監視信號傳送至H端	監視信號傳送至G端
	接收H端之監視信號	接收G端之監視信號
	RR電驛接點開或跳脫回路AND之音頻接收機=0	RR電驛接點開或跳脫回路AND之音頻接收機=0
	閉鎖跳脫	閉鎖跳脫
內部故障 FI	P1不動作， FD1動作	P2動作， FD2動作
	無法啓動音頻發射機	啓動音頻發射機
	F1頻率不偏移	F2頻率偏移至跳脫頻率
	監視信號傳送至H端	傳送跳脫信號至G端
	接收H端之跳脫信號	接收G端之監視信號
	RR電驛動作，接點閉或跳脫回路AND之音頻接收機=1	RR電驛接點開或跳脫回路AND之音頻接收機=0
	跳脫斷路器1	跳脫斷路器2

討論事項：

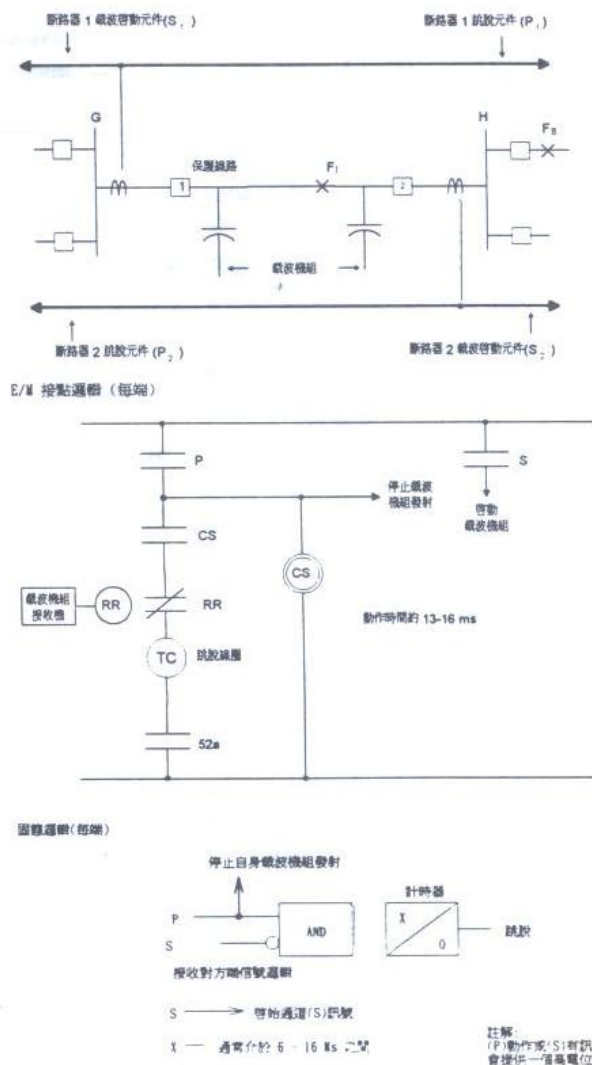
1. 當輸電線路發生外部故障時，允許或非允許欠區轉換跳脫系統之跳脫元件 (P) 不會動作，因此在欠區轉換跳脫系統中，無需像上述三種保護方式一樣，不需另加外部故障清除協調回路 (瞬間閉鎖跳脫回路)。
2. 跳脫元件 (P) 設定在保護之輸電線段內，所以有許多故障可以直接經 (P) 元件動作去跳脫斷路器，清除故障，(除非發生在標置範圍之外)，提供最少的故障清除時間，為其一大優點。

柒·結語

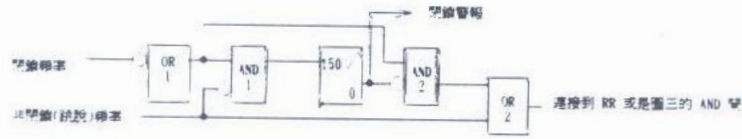
輸電線路之保護系統有各種不同的方式，方向比較保護系統，是提供全線段快速保護的其中一種選擇，惟其欲達成目的，必須依靠良好通信媒體來傳遞信息，因此通信媒體品質之好壞，在保護系統上佔有相當重要的地位。

捌·參考文獻

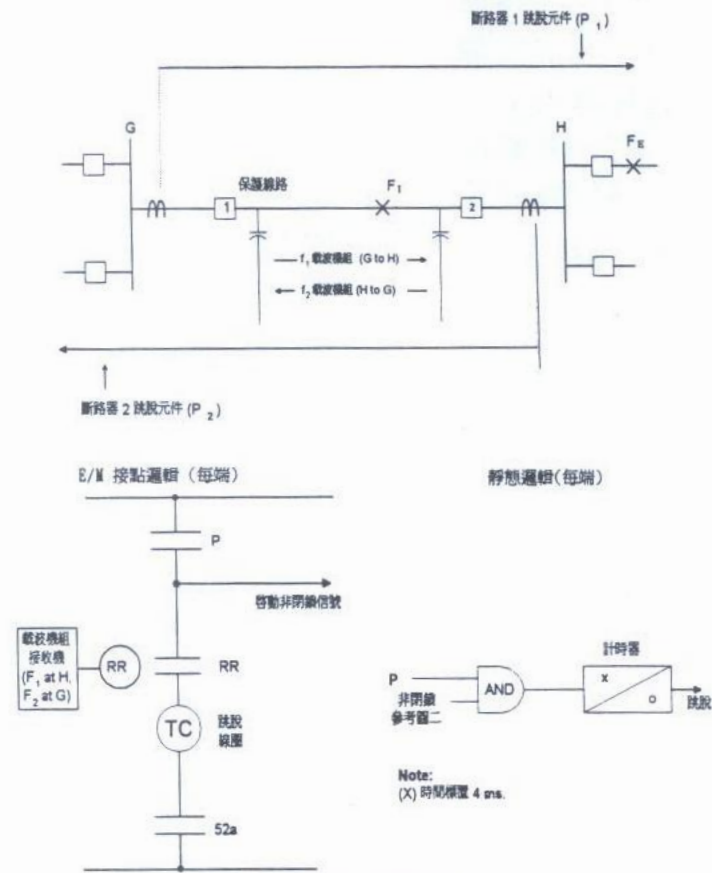
1. Applied Protective Relaying ABB Transmission Line Relaying : Pilot Relaying by R. E. Ray



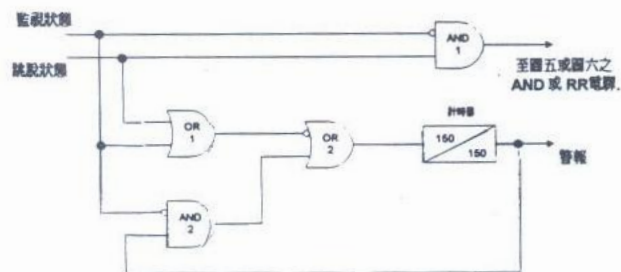
圖一：方向性比較閉鎖系統



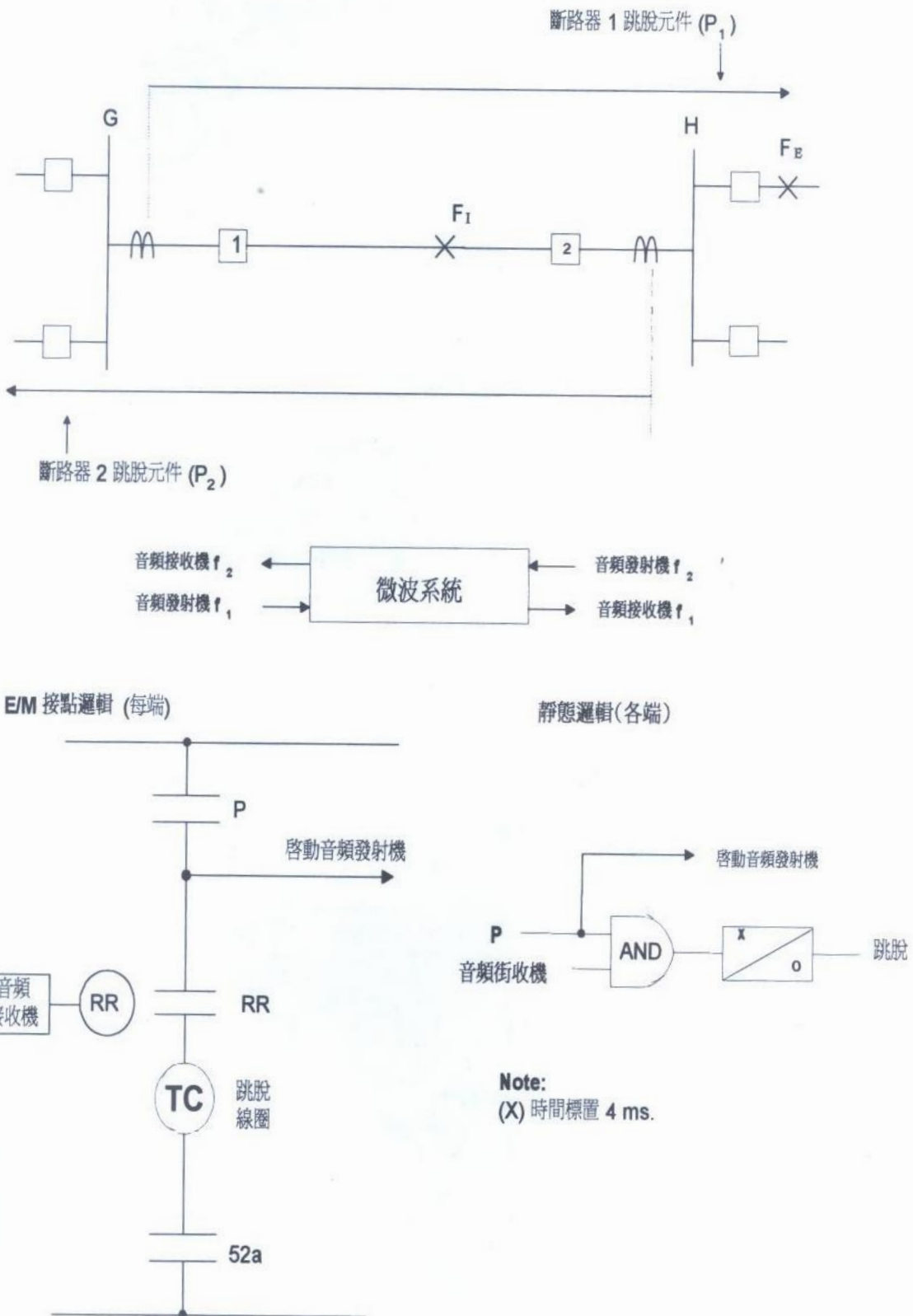
圖二: 簡單的非閉鎖接收機邏輯圖



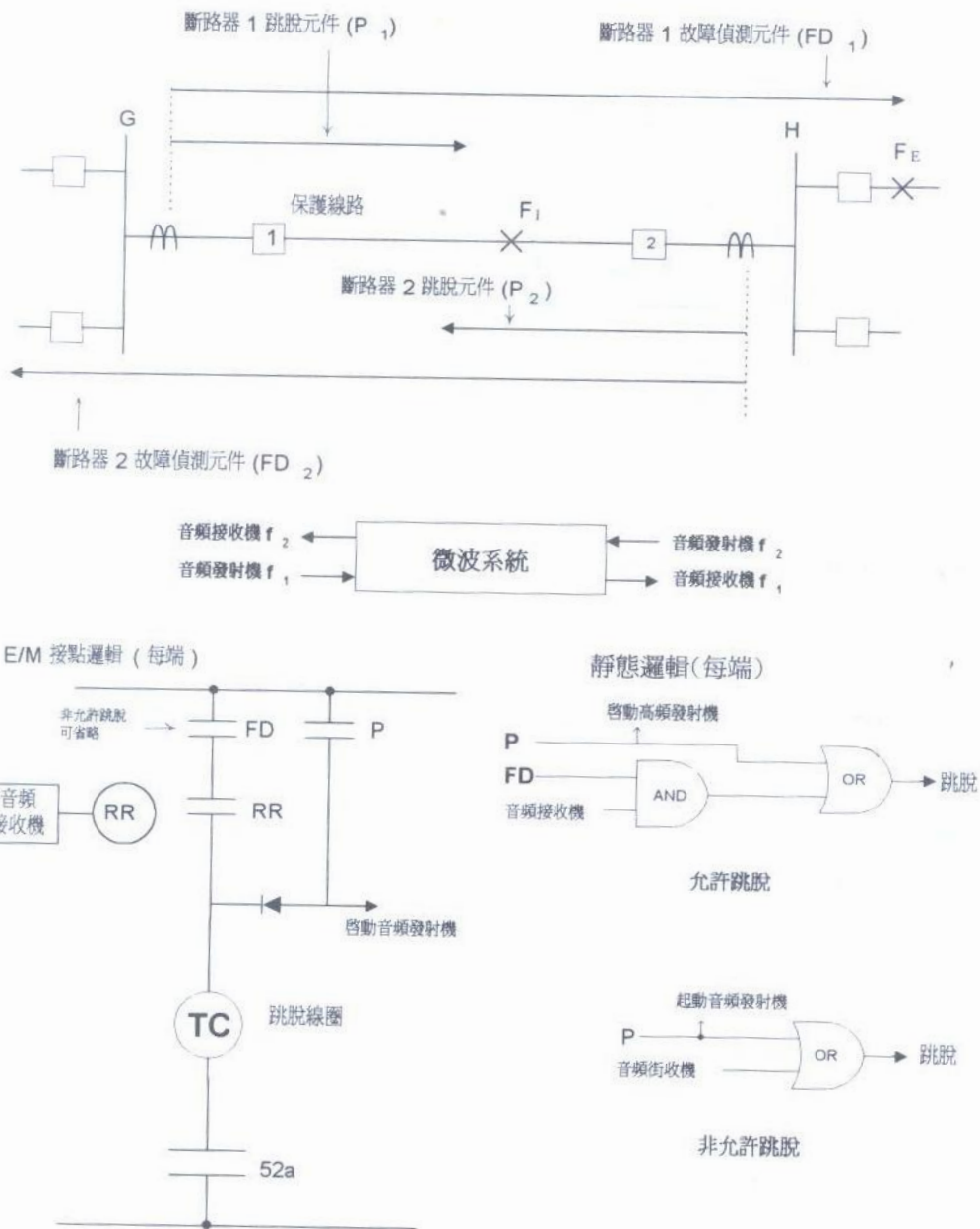
圖三: 方向比較非閉鎖系統



圖四: 轉換跳脫接收機邏輯



圖五:允許越區轉換跳脫系統(POTT).



圖六:欠區轉換跳脫系統.(PUTT)