

無人化自動操作場站突發事故自動回報裝置之研究

A Study in the Automatic Reporting Device Against Accidental Events in Automatic Operating treatment plant

壹、摘要：

蘇 嘉 慶

本研究報告係針對本公司為落實勞基法令之施行，節省用人費達到精簡用人為目的，將各小型場站採無人化自動操作，並以定時派員巡視方式操作管理。但是這些自動控制設備無論以再精密的儀器設備也無法確保突發事故之永不發生。為了確保無人化自動操作場站自動操作過程中，萬一發生事故時能夠立即獲得回報，得以隨時派員處理，以彌補精簡用人後管理上之不足，以達到供水安全服務用戶為目的。另以經營績效、精簡用人、節省用人費計。場站自動化操作管理仍為本公司必須加強推行之目標。

貳、研究內容：

本文主要研究對象為無人化自動操作場站，萬一發生突發事故時，應如何以最經濟方式，將發生事故狀況立即傳回有人駐站之管制中心，得以立刻手動遙控或派員處理。

在市面上控制監視設備，各儀表公司均能代為設計規劃、安裝，唯其工程費用相當昂貴，少則數十萬多則數百萬，且化費龐大之工程費用不一定能適於本公司小型場站實際需要，而且由於委外設計，自己未加以參與，平時操作維護檢修困難，本文主要是以最經濟而且實用，適合各小型自動化操作場站使用，並以自製為目的，是故在本報告過程中均詳加繪圖說明，對迴路之工作原理也詳加分析，以企望同仁參照圖說後能夠自製以提昇員工參與自動控制工作興趣，且本裝置不限於場站之監視控制，同時也可利用於家庭自動化，由於自製之控制設備，萬一發生故障也可很輕易的自行排除，去除依賴廠商心理。

1. 傳信方式：

以有線或無線方式將故障狀況由無人化操作場站傳至有人駐站值勤中心。有線方式，距離近可自行架設，但架設工程費用大。遠距離可租用電信專線，唯租電信數據線路每月須另付租金，且線路發生故障時常有責任分不清楚之糾紛。最經濟方法仍使用本無線自動回報方式利用交通部分配本公司無線專用頻道來回報信號，為避免受到外來信號之干擾，本研究報告仍設有預防干擾方法，另在圖二詳加說明。

2. 信號傳遞方法：

本裝置之傳信方法如第一圖所示，將各情況故障點分別編號交與發信繼電器、觸發編碼器，每一組編碼器可供 16 種不同複頻信號以代表每一故障點。當某一點發生故障時，該點之發信繼電器立即觸發編碼器，使編碼器之複頻信號以有線或無線方式傳送至有人駐站，經有、
蘇嘉慶：自來水公司第五區管理處工程師

無線電接收器收到信號後交給譯碼器解析交與輸出繼電器啓動該組語言 I C 組，將故障狀況（預先燒錄）循環詳加播放，當值勤人員辨別故障內容後，按下復置按鈕消音後立即派員前往處理。如果故障情況可遙控處理時（如電動抽水機電動閥等之啓動或停止等）也可利用圖一之虛線部份以相反方向遙控控制之。其所需傳信係由下列各種組件所組成。

- (一)無線電傳遞方式：①發信繼電器②編碼器③無線電收、發信機④解碼器⑤收信繼電器組⑥指示裝置及語言 I C 組⑦電源裝置⑧避電器。
- (二)有線電傳遞方式：有線電傳遞方式除減去無線電傳遞方式中之第三項無線電收發信機外，其餘均與無線電傳遞方式相同。

叁、各種控制單元線路分析說明：

(一)發信繼電器：

發信繼電器如圖二所示，當無人化自動操作場站發生異常時，如停電、電動機超載、水位異常、餘氣不符規定、液氣外洩、氣氣用完、外人侵入……等異常情況發生，警報接點 SW1~SWN 之任何一輸入 INPUT 接點接通。現假設 SW1 之停電警報接點閉合，使指示燈 PL 燈亮，同時 T1 計時器接通電源開始計時。另 R1 繼電器經計時器 T1 之 T1b1 常閉接點接通電源使 OUTPUT 之 R1a1 接點閉合輸出信號。當計時器設定時間（0~3 秒）到達後 T1 計時器之常閉接點 T1b1 開路，R1 失磁，使 R1a1 接點開路完成信號輸出。另圖右 OUTPUT 下方之 R1a2~RNa2 接點各組並聯供無線電機發射之 PTT 發射按鈕開關之用。另爲防止發生警報發射信號之瞬間萬一受到干擾，信號無法傳至對方。另追加設置 TZ 計時器一只。可設定 0~30 分鐘後如對方站未派員處理時再一次發信，直到派員排除故障爲止。其動作原理爲每發生故障即 T1a~TNa 之任一故障點之計時器 a 接點接通使 TZ 計時器在設定時間（0~30 分）動作，該計時器之常閉接點 TZb1 開路，使供本器之電源也中斷，同時 TZ 之電源也中斷，使 TZb1 又閉合。由於原發生故障之 SW1 乃未排除是故仍保持閉合狀態，是故又一次觸發發信，一直到控制站派員將故障排除爲止一直重覆發信工作，以確保供水安全。

(二)編碼器：

編碼器之配線如圖三所示，係由 IC 晶體、電阻、電容器等電子零件所組成之 DTMF（DUAL TONE MULTI FREQUENCY）16 組複頻信號，分別供發信繼電器作爲發射各種故障信號之用，圖中 7365 IC 爲 CMOS·LS1。專供按鍵電話鍵盤之用。第一腳爲 VDD，第六腳 VSS。其工作電壓爲 2.5~10 V，範圍很廣。待機消耗電流僅 0.3~1 UA，工作電流 3~16 MA。I、C 本身已含有振盪回路於第七、八腳。其振盪頻率由外加水晶體來決定。其複頻頻率係由第 3.4.5.9. 及 11.12.13.14. 腳組合編碼組成 $4 \times 4 = 16$ 組不同之複頻信號。供發信繼電器發射各種故障信號。圖中之水晶體 3.579545 MHZ 爲一般按鍵式有無線電話所使用之頻率，爲避免業餘無線電話誤用本公司專用頻道發生誤報故障狀況起見，建議使用該頻率以外之晶體，以避免誤動作。再者如果同一區處使用無線回報裝置多站，且站與站距離很接近時也可使用不同頻率之晶體以及專用密碼（TONE），以防因頻率相同

，鄰近站互相干擾。

(三)無線電收發信機：

本無線電收發信機包括本公司分發各區處之各種無線電對講機等均可使用。如要外購因交通部分配本公司之頻率偏低，一般市面上很難買到。有賴本公司向交通部爭取分配 VHF 以上頻道，以應實際需要。

無線電收發信機係專責將編碼器所編成之複頻信號藉由無線電機之 M I C 輸入，經由無線電機以調幅方式將編碼器之信號發射至對方站場無線電機。採這種傳信方式之優點為在空中傳信時間很短，不到一秒鐘，且所傳信號為複頻信號，對本公司無線對講不致發生干擾，且採複頻信號比語言信號，在惡劣傳信條件下其傳信距離可較遠且正確。

上述傳信方式如果採用專線傳信時，即本無線電機部份可省略，並以直接將故障信號經編碼器，再由發信繼電器經專線輸送至對方有人駐站場所。

(四)解碼器：

解碼器之配線如附圖四所示，由無線電接收機所收到之信號，經揚聲器插座輸出，交由解碼器解讀譯成 B C D 碼，經解析 B C D 碼將編碼器所送來之信號譯成 1.~16.組與故障點之同步信號號碼、分別啓動收信繼電器。

(五)收信繼電器：

收信繼電器之配線如附圖五所示。當收到解碼器警報信號後，現假設 S W 1 閉合，繼電器 R 1 通電受磁使 R 1 a 1 接點閉合，完成自己保持回路，同時 R 1 a 2 之輸出接點也閉合，啓動該點之語言 I C 回路，將預先錄製之故障狀況播出。同時指示燈 P L 點亮，並在指示燈下方寫出故障場站及故障狀況，假如此時駐站人員往外巡視，但是上述故障語言乃不停的循環重複播出，一直到值勤人員回站並確認故障場站及狀況後，按下復置開關消音後再前往發生故障站處理。

(六)語言 I C 組：

本語言 I C 組為可供 16.種不同狀況之語言輸出，可視各場站實際故障狀況自行燒錄所需語音，其輸出聲音分為二種，可自行由指播開關選擇循環語音播放或每觸發一次播放該組語音後自動切斷，為防止觸發故障語音時人員不在或未聽清楚內容。建議採用循環語音輸出，待值勤人員辨別語音內容後按復置鍵消音。

(七)其他附屬裝置：

包括電源供應器及避雷器。電源供應器之線路如圖六所示。係將 A C 電源經變壓器降壓，全波整流再經阻流圈及電容器作 π 型濾波成直流電，經 7812 I C 穩壓器與可變電阻組成可細調之充電器，供 12 V 蓄電池充電，以防停電仍可藉電池供電，保持警報信號之暢通，另避雷器為防止落雷時保護無線電機之用。

肆、場站發生事故觸發開關之安裝方法：

停電信號可由電力總開關安裝一只繼電器利用停電時繼電器失磁，其 b 接點接合作為停電觸發開關。外人侵入可在門窗安裝磁簧開關等防盜開關接點使用。水位上下限可利

用原設水位計或三極棒等之上、下限警報接點。液氯漏氣及餘氯超出上、下限，可利用液氯漏氣警報器及餘氯自動紀錄計之上、下限警報接點。欠相、超載、逆相等信號可利用 3 S 或熱動開關之警報接點等之現有警報接點加以利用。

伍、工程費用：

本區處經安裝古坑營運所之永光至古坑及新庄至古坑以及北港第一淨水場至第二淨水場無線自動回報裝置三套，每套之費用計新台幣 83,476 元整。

陸、效益分析：

A、以本區處已設部份作效益分析：

(一)裝設費用：

一般小型淨水場裝設簡單自動化遙控設備所需工程費約在 40 ~ 60 萬元，而且每月還須繳納 2,000 元左右電信數據線路租用費，如每套以 40 萬元計三套設備費用 120 萬元

本裝置每套 83,476 元 × 3 = 250,428 元

$$1,200,000 - 250,428 = 949,572 \text{ 元}$$

即可節省設備費用 949,572 元，而且每月不必再付電信數據線路租用費。

(二)節省人力費用：

1.原古坑、新庄、永光淨水場每站設二人，合計六人。自從實施勞基法後，每站需設四人以三班制輪值才能適合勞基法令之規定，三站合計需增加六人。本裝置完成後，將原設置於永光、新庄、古坑三站人力集中於古坑管理並改為四人以三班制輪值（其中一人代替其他三人之星期例假日及休假等）不但未增加人力反而可節省二名人力接替退休人員或其他工作，且能適合勞基法令之要求。

2.北港第一及第二淨水場原各設三人以三班制輪班，為適應勞基法令每場須各增加一人才能符合規定。本裝置完成後將原配置於第一淨水場三人調至第二淨水場集中管理，也改為三班制置四人，另二人調接退休人員工作（本區處退休均未增補人力），本來應增加二人力，由於本裝置完成後反而可節省人力二人，與古坑所合計節省人力達四人。

以本公司九等技術士平均工資 35,000 元/月計。

$$35,000 \text{ 元} \times 4 \text{ 人} \times 13 \text{ (1 個月獎金)} = 1,768,000 \text{ 元/年。}$$

合計可節省設備費用 949,572 元。

人力費用每年可節省 1,768,000 元。

B、以現有本公司小型場站 300 餘站中，設以改善 300 站為目標所做效益分析：

計算條件如下：

為加速小型場站自動化，將本研究報告裝置發包委外承裝或由員工自行安裝並略補員工差旅費津貼，每套工程費提高為十萬元（原裝設每套 83,476 元）由於數量達 300 套，每套單價可再降低，承商有二至三成合理利潤。

另一般儀器商所承裝小型自動化遙控設備每套工程費需要 40 ~ 60 萬元，現以最保守

估算假設以每套 25 萬元計，與裝設本研究報告工程費 10 萬元作比較，每套可節省工程費 15 萬元，如以貸款方式辦理，年利息負擔 10 %、折舊率 10 %、維護費 10 %，合計 30 %，並以每裝設一站以節省人力一人計算。

(一)投資費用：100,000 元/套×300 套×(1+30%)=39,000,000 元

(二)節省工程費用：每套節省 150,000 元×300 套=45,000,000 元

(三)每年節省人力費用：35,000 元×300 人×13 月=136,500,000 元

(四)年節省數據線路租用費：1,500 元×300 套×12 個月=5,400,000 元

節省經費 = [(二)+(三)+(四)] - [(一)]

= (45,000,000 + 136,500,000 + 5,400,000) - (39,000,000)

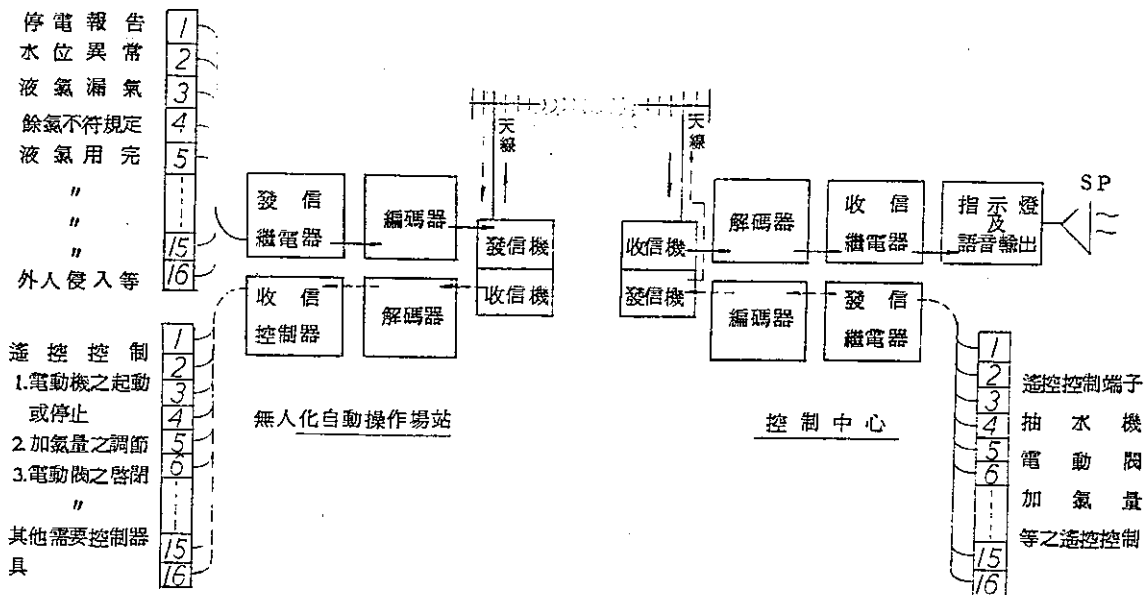
= 147,900,000 元

由以上分析結果投資工程費用不但在當年即可收回，且年可節省 147,900,000 元

柒、結 論：

本公司分佈全省之中小型場站達 300 餘站，為適應勞基法令，規定每站必須增加一至二人，300 站須增加 300 至 600 人增加人力費用相當可觀，加速場站無人化、自動化為現今公司迫切需要推行之工作，如能將本研究報告方式盡速推廣，不但無須增加人力而且可節省人力達 300 人以上。

本有、無線電自動回報裝置方法簡單，效果良好，動作靈敏、安全可靠，經本處安裝永光至古坑及新庄至古坑以及北港第一水源至第二水源三處實地按裝使用，效果良好，除可節省場站人力費外，對勞基法令規定之值班困擾，也可同時迎刃而解，本報告如能喚起本公司各區處有關同仁的共識，共同參與推動，則本公司各小型場站自動化工作必能在短時間內完成，其效益實無可限量。



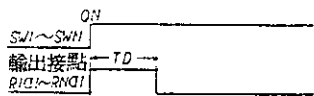
圖一 無人化操作場站無線自動回報裝置圖

動作說明

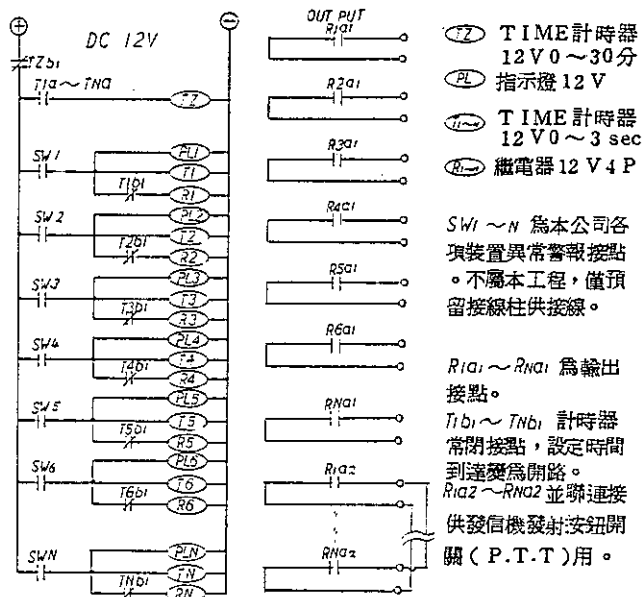
當場站設備發生異常時，警報接點 (SW₁ ~ SW_N) 閉合後，計時器開始計時。指示燈 PL 亮，繼電器 R 動作，輸出接點 a₁ 閉合。

當計時器設定時間到達後，計時器 b₁ 接點開始，繼電器 R 失磁，輸出接點 a₁ 閉合，其動作時序如下圖。

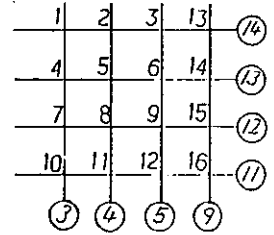
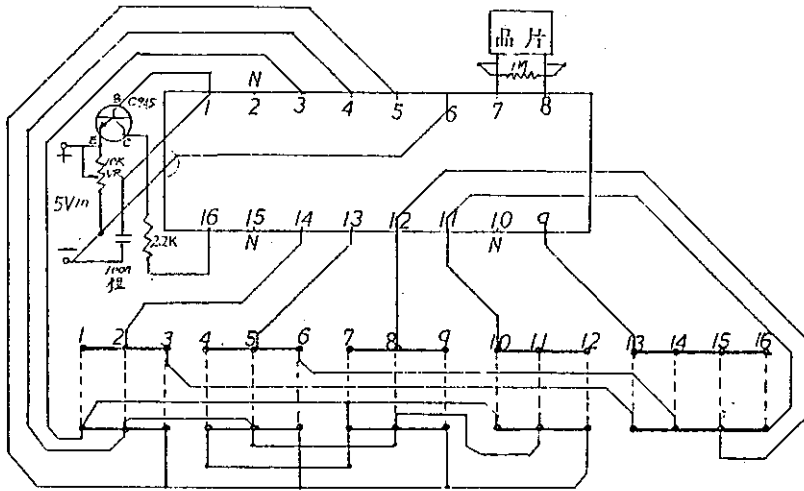
為免本裝置在空中受到外來干擾，確認故障信號之可靠性，另增設 TE 計時器。當異常狀況發生後每隔一定時間 (時間自行設定) 會重複發信一次。一直到控制站派員將故障排除為止，一直重複發信，以確保供水安全。



TD 為設定時間 0 ~ 3 sec

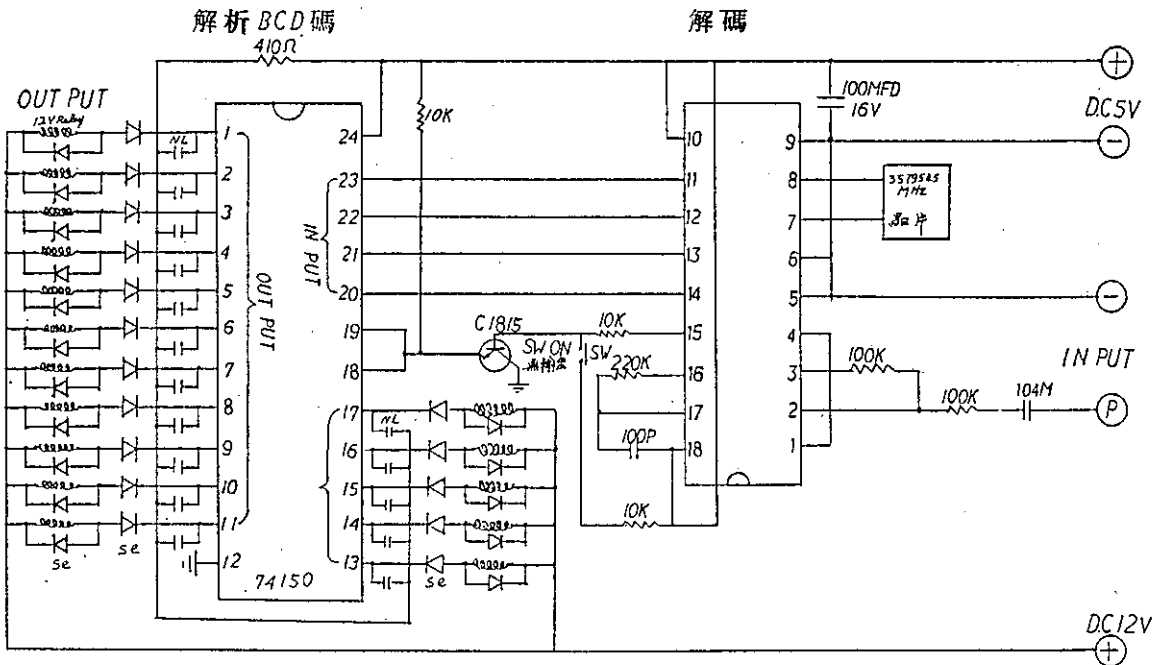


圖二 發信繼電器組配線圖



○內之數字為IC腳座號碼

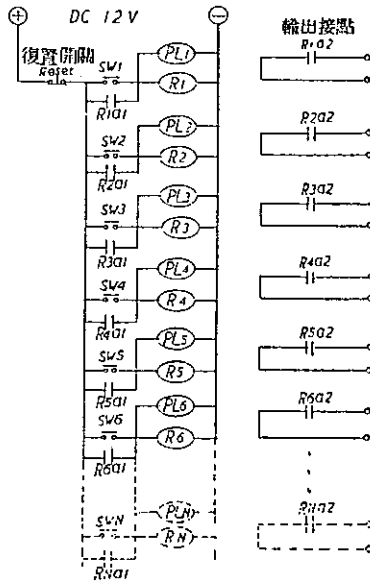
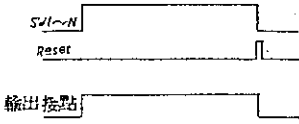
圖三 發信編碼器電路基板配線圖



圖四 收信解碼器及繼電器線路圖

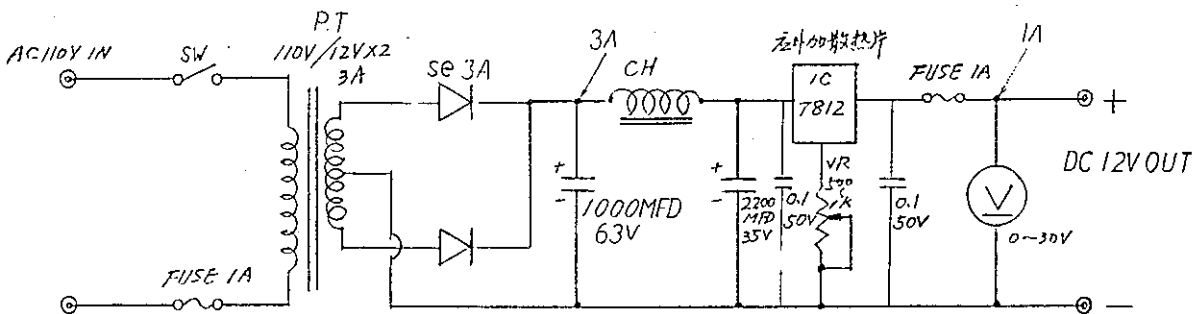
動作說明

當自動操作場站發生異常警報後，將故障狀況依所編信號號碼作同步傳信，當接收機收到信號後經編碼器將發信機所發信號送至收信繼電器組之相對號碼經輸出接點開啓預先燒錄之語言 IC 將故障狀況播出。同時指示燈亦指示故障號碼。值班人員確實瞭解故障狀況後按 Reset 復置開關，同時派人前往處理。其動作時序如下圖



- (PL) 指示燈 12V
- (Ri) 繼電器 2 P
- R101~RNO1 繼電器自保持接點
- R102~RNO2 輸出接點接語言 IC
- Reset 復置開關，供值班人員確定警報狀況後復置之。
- SW1~SWN 收信警報開關

圖五 收信繼電器組配線圖



圖六 電源供應器配線圖